El Colegio de la Frontera Sur

La cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en Campeche, una especie con potencial invasivo en la Península de Yucatán.

TESIS
presentada como requisito parcial para optar al grado de
Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural
Con orientación en Manejo y Conservación de Recursos Naturales

Por

Citlalli Irais Cruz Mugartegui

2020

El Colegio de la Frontera Sur

San Francisco de Campeche, Campeche, 31 de agosto de 2020

Los abajo firmantes, miembros del jurado examinador del alumno:

Citlalli Irais Cruz Mugartegui

hacemos constar que hemos revisado y aprobado la tesis titulada:

"La cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en Campeche, una especie con potencial invasivo en la Península de Yucatán."

Para obtener el grado de: **Maestro (a) en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural**

Nombre Firma

Directora de tesis: Dra. Griselda Escalona Segura _____

Asesores:

Dr. Alexis Herminio Plasencia Vázquez _____

Dr. Jorge Correa Sandoval _____

Sinodal adicional: Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez _____

Sinodal adicional: M. en C. Jesús Vargas Soriano _____

Sinodal suplente: M. en C. Efraín Aguirre Cortés _____

A mi Madre Doria Mugartegui, gracias por tu paciencia, sacrificios y consejos,
Te amo.

A Ramón, te quiero mucho hermanito.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Griselda Escalona por compartir su experiencia y conocimientos, pero sobre todo por su paciencia y el haberme dado la oportunidad de ser su alumna. A los revisores: Dr. Alexis Plasencia y Dr. Jorge Correa por el tiempo y dedicación dados, así como los consejos y regaños; Dr. Juan Carlos Pérez, M en C. Jesús Vargas y M en C. Efraín Aguirre por sus comentarios, sugerencias y por el apoyo para agilizar el proceso de este escrito.

Al CONACyT por la beca CVU 613646 otorgada para la realización de este trabajo, a Dennis Pérez-Reyes por su apoyo en el trabajo de campo, a los observadores de aves en Ciudad del Carmen que con su labor diaria y datos de ciencia ciudadana realizan grandes aportaciones al conocimiento de las aves. A todas y cada una de las personas que hicieron posible la realización de esta tesis. Principalmente a quienes son responsables de inculcar en mí, el amor y respeto por la naturaleza.

A cada persona maravillosa que tuve oportunidad de conocer en ECOSUR, Yami, Male, Doña coqui, que me hicieron sentir bienvenida y siempre apoyaron para facilitar la estancia en ECOSUR. A los compañeros de generación y demás estudiantes, en especial aquellos que se convirtieron en amigos y me abrieron las puertas de sus hogares, por las noches de estudio y fiesta, a los que más de una vez leyeron este trabajo y aportaron ideas y sugerencias. A Jess (preciosura) por haber sido una parte importante en todo este proceso, por ser cómplices, compartir sueños y experiencias ¡Xaaagerada!.

Tabla de Contenido

Introducción ---------- 1
Estado del conocimiento ---------- 3
Especies invasoras ---------- 3
Etapas de una invasión ---------- 4
Variables ambientales y antrópicas que influyen en el establecimiento de las especies invasoras. ---------- 5
Las especies invasoras en México ---------- 6
Myiopsitta monachus como especie invasora ---------- 8
Hábitos alimentarios y de reproducción de las especies invasoras. ---------- 11
Reproducción y fenología reproductiva ---------- 12
Potencial invasivo ---------- 12
Justificación ---------- 13
Preguntas de investigación ---------- 14
Hipótesis ---------- 15
Objetivo General ---------- 15
Objetivos específicos ---------- 15
Métodos ---------- 16
Área de estudio ---------- 16
Ubicación y georreferenciación de sitios de muestreo ---------- 18
Elaboración de mapa y selección de sitios de estudio ---------- 19
Sitios de anidación y alimentación ---------- 21
Registro de interacciones interespecíficas ---------- 23
Variables ambientales y antrópicas ---------- 24
Fuentes de introducción ---------- 25
Análisis de riesgo ---------- 26
Resultados ---------- 34
Hábitos alimentarios ---------- 34
Fenología reproductiva ---------- 37
Interacciones interespecíficas ---------- 41

Variables antrópicas ----43
Fuentes de introducción ----44
Análisis de riesgo ----45
Propuesta metodológica ----52
Discusión ---- 1
Hábitos alimentarios ---- 1
Fenología reproductiva ---- 3
Interacciones interespecíficas ---- 5
Variables antrópicas ---- 6
Fuentes de introducción ---- 8
Análisis de riesgo ---- 8
Conclusiones ----10
Literatura citada ----12
ANEXOS ----21
ANEXO 1. Permisos otorgados por autoridades locales para la realización del trabajo de campo. ----21
ANEXO 1.1. Permiso por parte de SMAPAC para acceso a instalaciones del tanque elevado. ----21
ANEXO 1.2. Permiso por parte del APFFLT para la realización del trabajo de campo. ----23
ANEXO 1.3. Permiso por parte del municipio para la realización del trabajo de campo. ----24
ANEXO 2. Volante de difusión, para la obtención de registros de la especie. ----25
ANEXO 3. Tabla de contingencias sitio/tipo de alimento de *M. monachus* en Ciudad del Carmen, Campeche. Al: almendra (*Terminalia catappa*), Ar: arena, Bp: brotes de pasto, Cd: cedro (Cedrela odorata), Co: corteza, Gr: gramíneas, GU: guaya (*Melicoccus bijugatus*), In: insectos, Ma: mango (*Mangifera indica*), Ni: no identificado, Nr: naranja dulce (*Citrus sinensis*), Pc: palo de Campeche (*Haematoxylum campechianum*), Ro: residuos orgánicos, Ta: Tamarindo (*Tamarindus indica*). ----26
ANEXO 4. Aspectos de geofagia ----27
ANEXO 4.1. *Myiopsitta monachus* alimentándose de arena de playa en Ciudad del Carmen, Campeche. ----27
ANEXO 4.2. Toma de muestras para análisis de suelo. Izq. Sitio de alimentación. Der. Sitio control. ----27

ANEXO 5. Aspectos de co-anidamiento entre *M. monachus* y *C. livia.* Sup. *M. monachus* dando mantenimiento a nido. Inf. *C. livia* dando mantenimiento al mismo nido. ----------28

ANEXO 6. Tabla de contingencia entre especie y tipo de interacción de *M. monachus* y fauna local en Ciudad del Carmen, Campeche. AA (*Amazona albifrons*), AO (*Amazona oratrix*), CC (*Caracara cheriway*), CL (*Columba livia*), FP (*Falco peregrinus*), II (*Iguana iguana*), MA (*Molothrus aeneus*), MG (*Mimus gilvus*), MS (*Myiozetetes similis*), PR (*Pyrocephalus rubinus*), QM (*Quiscalus mexicanus*), RM (*Rupornis magnirostris*), ZA (*Zenaida asiatica*), FG (Familia Gryllidae)----------29

ARTÍCULO SOMETIDO ----------30

Resumen

La rapidez con la que se ha expandido la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*), es considerada un caso de invasión biológica alarmante. El presente trabajo tuvo como objetivo, evaluar el potencial invasivo de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en Ciudad del Carmen, Campeche, México. Ya que es el único sitio en la Península de Yucatán en el cual se ha registrado la especie. Realicé la caracterización reproductiva, hábitos alimentarios, interacciones interespecíficas y variables antrópicas que favorecen su establecimiento. Los datos los obtuve mediante la observación directa y focalizada y con el apoyo de cámaras fotográficas, de video y trampa, así como bases de datos en iNaturalist research-grade observations, naturgucker y EOD - eBird. Registré 14 elementos en su dieta, principalmente frutas, resaltando el fenómeno de geofagia (arena de playa). Documenté una reproducción estacional asociada al final de la temporada de nortes y principio de lluvias (febrero-mayo) y una estimación de 3.5 años para duplicar su población si no hay medidas de control de la especie. Observé 14 especies de fauna interactuando con *M. monachus*; 12 aves, un reptil y un insecto. Clasificadas como: + positivas (Mutualistas/cooperativistas) 10 eventos con una sola especie de ave (*C. livia*), - negativas (comportamientos agonistas) 40 eventos con 10 especies, entre ellos competencia con *Amazona albifrons* y *A. oratrix*, y neutrales 25 eventos con seis especies. Las variables antropogénicas asociadas positivamente a la presencia de esta cotorra fueron el pavimento y alumbrado público. De acuerdo con el análisis de riesgo, el potencial de invasión obtenido es extremo. Sin embargo, encontré que existen rubros como el tipo de alimentación, interacciones con especies locales y crecimiento poblacional que son determinantes para precisar el potencial de invasión de una especie a nivel local y por ello deben ser consideradas en los análisis de riesgo de las especies invasoras.

Palabras clave: conservación, especie invasora, hábitos alimentarios, interacciones, psitácido, análisis de riesgo.

Introducción

Las aves representan uno de los grupos de vertebrados que de manera antrópica han sufrido translocación accidental o incidental fuera de sus áreas de distribución natural. Lo anterior con el fin de utilizarlas para cacería, control biológico o mascotas (Del Hoyo et al. 1997). Este movimiento accidental o incidental ha propiciado el establecimiento y expansión de múltiples poblaciones fuera de su rango nativo. Un ejemplo de ello es la cotorra monje o cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*); ave perteneciente a la familia Psittacidae. El área de distribución nativa en Suramérica abarca Argentina, Paraguay, Uruguay, sur de Bolivia y sur de Brasil (Davis et al. 2014). Por tratarse de una especie carismática, es usada frecuentemente como ave de ornato, promoviendo su comercialización; lo cual ha permitido su introducción en múltiples países a nivel mundial donde se ha establecido de manera exitosa (MacGregor-Fors et al. 2011).

Debido a la rapidez con la que se ha expandido y su impacto tanto económico, a la salud y a la biodiversidad; esta especie es considerada un caso de invasión biológica alarmante (Ramírez y Aramburú 2017). *M. monachus* es el psitácido naturalizado que ha presentado mayor impacto desde su primer registro en 1974 en España (Beltrán 2015, Muñoz y Real 2006) y en Estados Unidos desde 2001 (Avery y Lindsay 2016), por lo que son los países donde más se ha estudiado fuera de su área de distribución natural.

En México existen discrepancias entre los expertos sobre las causas que beneficiaron la introducción de *M. monachus* al país, por una parte hay quienes aseguran que se ha visto favorecida por los cambios en la regulación de su comercio a nivel nacional e internacional (Hobson et al. 2017). La prohibición de la venta de aves en diferentes países de Europa y Estados Unidos debido a la alerta de fiebre aviar se cree provocó que este comercio se redirigiese hacia nuestro país a partir del 2004 (MacGregor-Fors et al. 2011).

Por otra parte, hay quienes aseguran que la causa principal fue el aumento de la oferta y demanda de fauna silvestre para ser utilizada como mascota, la cual resultó beneficiada con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte con los Estados Unidos y Canadá a mediados de los 90s (Cantú-Guzmán y Sánchez-Saldaña 2018). A esto se suma la falta de acción por parte de las autoridades encargadas de detener la importación masiva de

la cotorra monje, lo cual ha provocado un aumento exponencial de las importaciones de este psitácido (Cantú-Guzmán y Sánchez-Saldaña 2018).

En consecuencia, desde 1999 a la fecha se han documentado registros de presencia de *M. monachus* en vida libre en 26 estados del país (GBIF 2018). La mayor concentración de individuos se localiza en la Ciudad de México, lo que puede estar justificado por la elevada población humana que se encuentra en esta área (Hobson et al. 2017). Con base a la información de bases de datos como eBird y Naturalista (GBIF 2018), la Península de Yucatán es la región con menor cantidad de registros de la especie. Los individuos que se han reportado se encuentran todos dentro de la Isla del Carmen, localizados principalmente en la zona urbana, con avistamientos a partir del 2014 (eBird 2018).

En este contexto, en la Península de Yucatán se tienen registradas nueve de las 22 especies de psitácidos presentes en México, de éstas, ocho se encuentran en Laguna de Términos (MacKinnon 2018, CONABIO 2015) y siete en Ciudad del Carmen. Se hace evidente la necesidad de contar con información de la especie a nivel local.

Estado del conocimiento

Especies invasoras

Las especies invasoras son consideradas una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad (Williamson 1996). Debido a esto la temática de las invasiones biológicas ha ido cobrando mayor importancia en años recientes. Sin embargo, muchas veces los términos para referirse a ellas se usan de manera indistinta, ocasionando confusión en el uso; entre especie exótica e invasora ya que son utilizados de manera ambigua.

Es por ello que el presente trabajo se apega a lo propuesto por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) el cual establece la siguiente diferenciación de términos (CDB 2009):

- Especie exótica (introducida o no nativa): es la especie, subespecie o taxón inferior que se establece fuera de su área natural (pasada o actual) y de dispersión potencial (fuera del área que ocupa de manera natural o que no podría ocupar sin la directa o indirecta introducción o cuidado humano) e incluye cualquier parte, gameto o propágulo de dicha especie que puede sobrevivir y reproducirse.

- Especies invasoras: Aquellas que prosperan sin ayuda del ser humano y amenazan hábitats naturales o seminaturales, fuera de su área habitual de distribución.

El éxito de las especies invasoras frente a las especies nativas se ve favorecido debido a que poseen ciertos atributos biológicos que las caracterizan (Cuadro 1). Esto sumado a las múltiples vías de introducción y las constantes perturbaciones a las que son sujetos los ecosistemas.

Cuadro 1. Atributos biológicos más citados, que caracterizan a las especies invasoras y que facilitan su éxito (Modificado de Lodge 1993 y Ramírez y Aramburú 2017).

Características de las especies invasoras	• Altas tasas de crecimiento y reproducción. • Habilidad de colonizar rápidamente nichos vacíos. • Elevada plasticidad y flexibilidad fenotípica. • Alta capacidad de hibridación. • Alta variabilidad genética. • Mecanismos eficaces de dispersión. • Escasez de enemigos naturales como depredadores, competidores, enfermedades y parásitos. • Alta capacidad de establecimiento y de sobrevivencia. • Dieta amplia, generalmente son especies omnívoras o polífagas. • Extensos rangos de distribución. • Generalista de hábitat. • Asociación con ambientes antropizados o perturbados (comensal de los humanos).

Etapas de una invasión

Una invasión biológica ocurre cuando una especie es introducida a un nuevo territorio de manera natural o con ayuda de los humanos, estableciéndose y ampliando su rango de distribución a una velocidad tal que altera la estructura y funcionamiento del ecosistema al cual fue introducida, lo que provoca graves daños ecológicos y socioeconómicos (Mooney y Hobbs 2000). Según diversos autores, durante el proceso de invasión se pueden distinguir tres etapas, las cuales varían en su duración y características (Richardson et al. 2000; Ríos y Vargas 2003; Castro-Díez et al. 2004).

- **Arribo, introducción o transporte**

  Esta etapa consiste en la llegada de la especie (flora o fauna) de su distribución natural a una nueva área, siendo transportada con éxito ya sea por medios naturales o antrópicos. En esta fase la especie es conocida como *exótica*.

- **Establecimiento o asentamiento**

  La especie encuentra condiciones que favorecen su sobrevivencia y reproducción en el nuevo ambiente. Entonces de especie exótica pasa a ser *naturalizada* o *asilvestrada*.

- **Colonización y expansión**

  En esta etapa la especie es capaz de propagarse, es decir, acceder a otras áreas cercanas a la de arribo, ampliando su rango de distribución. Es aquí cuando se considera una *invasión*.

Variables ambientales y antrópicas que influyen en el establecimiento de las especies invasoras.

Con frecuencia el estudio de las especies invasoras se mide a grandes escalas. Sin embargo, estudiar las variables que benefician el establecimiento y expansión de éstas en áreas urbanas, permite predecir cuáles son sus preferencias de hábitat, así como determinar qué características son menos favorables (Rodríguez-Pastor et al. 2012, Bonter et al. 2009). Vall-llosera y Sol (2009), propusieron dos modelos, en los que evaluaron 21 rasgos, de los cuales cuatro resultaron significativos y de importancia para evaluar el éxito de aves introducidas. Dichos rasgos son: tamaño del cerebro, si la especie es generalista, presión de propágulo y si la introducción es en una isla. La presión de propágulo o esfuerzo de introducción se estima calculando el número de individuos por invasión y el número de eventos de liberación y se considera como el predictor más importante de éxito (Lockwood et al. 2005). Sin embargo, la escasez de datos puede complicar el cálculo de esta variable.

Maldonado (2019), realizó una evaluación de variables ambientales y antropogénicas correlacionadas con la presencia de especies invasoras en la ciudad de Oaxaca, en la cual obtuvo que la densidad poblacional humana, el porcentaje cubierto por pavimento, la temperatura promedio y el número de transeúntes por minuto, constituyen las variables más significativas asociadas a la presencia de este tipo de especies. Según Rodríguez-Pastor et al. (2012), existen disturbios antrópicos que pueden influir en la presencia de *M. monachus* en las ciudades. Dichos disturbios se han medido mediante diversas variables tales como, distancia a carreteras, densidad poblacional humana, inclinación del terreno, número de días nevados, etc. (Muñoz y Real 2006).

De acuerdo con lo anterior, las variables que influyen en la persistencia de las especies invasoras están relacionadas con aspectos intrínsecos de cada especie (historia de vida) y los factores extrínsecos difieren dependiendo del área y la forma en que la especie interactúa en la zona. Además, debe tenerse en cuenta la escala de trabajo, para poder precisar cuántas y cuáles variables se medirán para poder explicar de manera congruente la presencia/ausencia de la especie en la zona en cuestión (Plasencia-Vázquez 2014).

Las especies invasoras en México

En México se han documentado 1543 especies entre exóticas e invasoras: 5 especies de hongos, 30 de algas marinas, 7 arácnidos, 77 crustáceos, 87 insectos, 44 moluscos, 681 especies de plantas, 3 virus y bacterias, 234 peces, 3 de anfibios, 55 especies de reptiles, 22 especies de aves y 24 de mamíferos, entre otros grupos (CONABIO 2020). Sin embargo, esta información no está completa a niveles regionales. Por ejemplo, en el sureste de México se tienen registradas 12 especies de peces invasores todas introducidas por el hombre con diversos fines, principalmente comercial (Amador-del Ángel y Wakida-Kusunoki 2014); pero se desconocen otros grupos taxonómicos.

Para la Península de Yucatán no se tiene una compilación de todas las especies invasoras, y a nivel de estados, municipios y micro-regiones tampoco se conocen. Sin

embargo, para el caso del Municipio del Carmen, en el 2015, investigadores de la Universidad Autónoma del Carmen realizaron un estudio de las especies de fauna invasoras presentes en la Laguna de Términos, en el cual se registraron 28 especies, de las cuales 17 resultaron ser exóticas, cuatro invasoras, cuatro ferales o asilvestradas y tres comensales con potencial de convertirse en invasoras. En la lista se incluyeron tres especies de aves (*Bubulcus ibis*, *Columba livia* y *Streptopelia decaocto*); cabe señalar que en dicho estudio no se menciona la presencia de *M. monachus* (Amador-del Ángel et al. 2015)

Psitácidos invasores

Los psitaciformes son ampliamente comercializados como mascotas, provocando que cerca de 60 especies en el mundo se encuentren reproduciéndose fuera de su rango de distribución natural (Menchetti y Mori 2014).

En México se han reportado 22 especies de aves exóticas o invasoras, cinco de ellas pertenecientes a la familia Psittacidae: *Cyanoliseus patagonus*, *Psittacula eupatria*, *Agapornis fischeri*, *Myiopsitta monachus* y *Psittacula krameri* (DOF 2016, CONABIO 2020). Todas consideradas exitosas para colonizar nuevos territorios (Menchetti y Mori 2014).

Según Butler (2003), la ausencia de psitácidos nativos en el área donde han sido introducidas las especies exóticas favorece la colonización de nuevos territorios. Sin embargo, en el caso de Laguna de Términos, Campeche, se tienen registros de ocho especies de psitácidos, todos dentro de alguna categoría de protección, de las cuales seis se encuentran en isla del Carmen, Campeche (Cuadro 2). En la isla del Carmen también tienen registros de avistamientos de *M. monachus*, un individuo de *Agapornis roceicollis* en 2012 y dos individuos de *Cyanoliseus patagonus* en 2013. Es necesario mencionar que estos dos últimos eran individuos anillados, los cuales fueron avistados en la zona de Playa Norte. No se cuentan con datos recientes de los mismos; por lo que se consideraron accidentales (Enrique Benítez-Orduña com. pers.).

Cuadro 2. Especies de psitácidos presentes en Laguna de Términos, estatus dentro de la NOM-059, UICN y tipo de endemismo

Nombre común	Nombre científico	Estatus en NOM-059 *	Estatus UICN**	Endemismo***
Perico pecho sucio	*Eupsittula nana*	Pr	NT	Ne
Loro cabeza oscura	*Pyrilia haematotis*	P	LC	Ne
Loro corona blanca	*Pionus senilis*	A	LC	Ne
Loro frente blanca	*Amazona albifrons*	Pr	LC	Ne
Loro yucateco	*Amazona xantholora*	A	LC	CE
Loro cachetes amarillo	*Amazona autumnalis*	Sc	LC	Ne
Loro cabeza amarilla	*Amazona oratrix*	P	EN	CE
Loro corona azul	*Amazona farinosa*	P	NT	CE

***Pr= Protección especial, A= Amenazada, P= Peligro de extinción, sc= Sin categoría.**
**** LC= Preocupación menor, NT= Casi amenazada, EN= En peligro.**
***** Ne= No endémica, CE= Cuasiendémica para México, endémica para la región biogeográfica Península de Yucatán.**

Myiopsitta monachus como especie invasora

Myiopsitta monachus habita en gran diversidad de ambientes que varían desde zonas insulares y continentales, áreas conservadas como bosques y sabanas, hasta sitios fuertemente modificados como centros urbanos (Forshaw 2006). Su rango de distribución se ha extendido fuera de su hábitat nativo desde 1999, hacia diversos países de América del Norte, Europa Asia y África, gracias a la intervención del hombre (Rodríguez-Pastor et al. 2012). Desde el año 1981 esta especie ingresó al apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (Ramírez y Aramburú 2017), por lo que su comercio está regulado a nivel internacional.

Los impactos de *M. monachus* dentro y fuera de su área de distribución natural son múltiples y de gran alcance. Por lo cual se han desarrollado diversos estudios enfocados en dichas afectaciones desde el punto de vista socioeconómicos (Tala et. al 2005;

Ramírez y Aramburú 2017), de salud (Álvarez 2015, Briceño et al. 2017) y de biodiversidad (Gómez et al. 2005, MacGregor-Fors et al. 2011). Las principales afectaciones económicas se deben a los nidos, ya que la cotorra argentina suele pernoctar en ellos, por lo que la presencia de los mismos es permanente, sin que esto signifique que se encuentren en época reproductiva (Aramburú 1996b). La construcción de los nidos suele ser en estructuras eléctricas que averían las conexiones y los transformadores de electricidad (Reed et al. 2014; Avery and Lindsay 2016). Así mismo, las pérdidas provocadas en áreas de cultivos por picoteos y defoliación (Senar et al. 2016; Muñoz-Jiménez y Alcántara-Carbajal 2017). Tal es el caso del sur de Florida donde en el 2001 se registraron pérdidas de 566,000 dólares por año debido a cortes de energía eléctrica provocados por la tendencia de la especie al utilizar las estructuras eléctricas como sitios de anidación (Avery y Lindsay 2016). En el área metropolitana de Barcelona, se han registrado perjuicios con valores máximos superiores al 70% de cosecha para algunos cultivos de tomate y maíz (Senar et al. 2016). Aunado a esto se suman los costos derivados de gestión, manejo y control de la especie, así como del mantenimiento de las estructuras afectadas por su presencia (Ramírez y Aramburú 2017).

Desde el punto de vista sanitario *M. monachus* está catalogada como una posible fuente de zoonosis (Briceño et al. 2017). Las afectaciones a la salud asociadas a la especie se han documentado en múltiples ocasiones. Tal es el caso de los estudios realizados en Chile, donde se registró la presencia de *Cryptosporidium* spp. causante de criptosporidiosis diarreica en 17 individuos de *M. monachus* de 89 estudiados, representando una posible fuente de zoonosis (Briceño et al. 2017). En Brasil se documentaron seis casos de psitacosis zoonótica, causados por la tenencia de esta especie como mascota (Raso et al. 2014). En México se reportó la presencia del virus de la influenza aviar en un embarque proveniente de Uruguay; el cual, pese a que resultó negativo, derivó en una alerta sobre dicha enfermedad (Álvarez 2015).

En relación a las afectaciones a la biodiversidad, se señala a *M. monachus* como un potencial competidor con las especies nativas (MacGregor-Fors et al. 2011; Davis et al. 2014). De acuerdo a Ramírez y Aramburú (2017) las especies invasoras se establecen

en nuevos sitios en parte por la escasez de enemigos naturales como depredadores, competidores, enfermedades y parásitos. En el caso de la cotorra argentina compite por alimento con el mirlo primavera (*Turdus migratorius*) y el ampelis chinito (*Bombycilla cedrorum*) (Gómez et al. 2005). Se muestra agresiva con otras especies como el arrendajo azul (*Cyanocitta cristata*) y el gorrión común (*Passer domesticus*) al competir por los territorios de anidación y alimentación (Davis et al. 2014; MacGregor-Fors et al. 2011). Además, es una especie modificadora del paisaje y que provoca alteraciones en la estructura y composición del ecosistema (Ramírez y Aramburú 2017).

En México, la información histórica disponible se centra principalmente en documentar los avistamientos de la especie, así como en su abundancia (MacGregor-Fors et al. 2011; Pineda-López et al. 2013; Hobson et al. 2017). Sin embargo, los datos sobre sus hábitos y conducta en los ecosistemas mexicanos, así como de las posibles afectaciones que puede representar la cotorra monje para el hábitat y las especies nativas es limitada (MacGregor-Fors et al. 2011). Pese a lo anterior, tomando en cuenta los antecedentes provenientes de otros países, ha sido clasificada como especie invasora de riesgo muy alto según el Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México (Barrios et al. 2014). Además, se incluyó en el acuerdo por el que se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras para México (DOF 2016).

En la actualidad existen tres estudios en México con enfoque en las interacciones de *M. monachus* con la comunidad avifaunística concomitante. Tal es el caso del desarrollado por Zabala-Ordáz (2013), el cual se centra en el hábitat de anidación, así como las interacciones de la especie en el Valle de México. Muñoz-Jiménez y Alcántara-Carbajal (2017) evidenciaron la depredación de cultivos de maíz y chabacano en Texcoco, México. En el caso de Ruíz (2018), se centró en la ecología y los parásitos presentes en *M. monachus* en el área de Baja California Sur. Sin embargo, la información aún es escasa y se carece de datos en especial en áreas insulares como es el caso de Ciudad del Carmen.

Hábitos alimentarios y de reproducción de las especies invasoras.

Una especie invasora, puede llegar a tener efectos negativos en las especies nativas ya sea por presentar exclusión competitiva, desplazamiento de nicho e interacciones como depredación (Mooney y Clealand 2001) Teniendo esto en cuenta, según Pianka (1974) la mayor parte de los animales muestran diferencias ecológicas en al menos una de las tres dimensiones de nicho (alimentación, espacio que habitan y horarios de actividad) reduciendo la competencia y facilitando su coexistencia. En estos aspectos, las especies invasoras se caracterizan por ser omnívoras (se alimentan de una gran diversidad de seres vivos o partes que estén disponibles en el ambiente, incluso carroña) o polífagas (se alimentan de diferentes seres vivos), usan una gran variedad de hábitats y son altamente competitivas (Williams y Meffe 2005). Por estas razones, conocer los hábitos alimentarios y de reproducción de *M. monachus* en áreas distintas a las de su distribución natural, permitirá obtener rasgos fundamentales que proporcionarán conocimientos sobre la dinámica del arreglo comunitario al cual son introducidas (Duré 1999).

La dimensión alimentaria se define como la relación que tiene un organismo con todos los recursos alimenticios que se encuentran a su disposición y la actividad del organismo en los distintos niveles tróficos (Sarmiento 2001). El análisis del nicho alimentario de las especies revela la dieta instantánea, la posible competencia interespecífica, así como las formas en que se produce la coexistencia entre las especies. Permite comprender más claramente cómo y por qué ocurren las especies y se convierte en un sensible instrumento para prever la dinámica de la comunidad (Tavizon García 1998).

El estudio de los recursos alimenticios, además de aportar información relacionada con la energía que necesitan los individuos para llevar a cabo sus actividades reproductivas y su crecimiento, permite analizar las estrategias de la historia de vida relacionadas con la utilización de micro-hábitats (Cossovich et al. 2011). Según De La Peña y Pensiero (2003) la observación directa es el método más seguro para la determinación de la dieta alimentaria de las aves.

Reproducción y fenología reproductiva

Las características reproductivas como la fenología reproductiva, monogamia o poligamia, número de huevos, número de polluelos que llegaron a edad de volantones, los sitios de anidación, si hay o no cuidado parental, número de nidos y número de puestas, permiten conocer la tendencia de crecimiento o decremento de las poblaciones y por ende de la persistencia de la especie. Además, facilita el entendimiento de las relaciones ecológicas y evolutivas entre las especies, así como en el diseño de políticas de manejo eficientes que abonen a la conservación de los diversos hábitats y recursos en los cuales se encuentran inmersas (García Delgadillo y Botero-Delgadillo 2013).

Pese a que *M. monachus* no cumple con los atributos reproductivos como: alta fecundidad, rápido desarrollo de crías y gran movilidad (Ramírez y Aramburú 2017). Esta especie posee otras peculiaridades que han permitido su establecimiento en zonas fuera de su distribución natural como lo son: ausencia de depredadores, capacidad de adaptación a zonas perturbadas y flexibilidad alimenticia (Muñoz y Real 2006).

Potencial invasivo

Para determinar el potencial invasivo de una especie es necesario evaluar su riesgo de invasión y las consecuencias del mismo. Los análisis de riesgos juegan un papel trascendental en la prevención, manejo y erradicación de especies no nativas e invasoras (Capdevila-Argüelles et al. 2006). En México existe el Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas, el cual es aplicable para todos los grupos taxonómicos y fue desarrollado por expertos en el tema (Barrios et al. 2014). Para *Myiopsitta* el resultado a nivel nacional es de 0.6515625 (0 a + de 0.500), el cual indica Riesgo Muy alto (CONABIO 2015). Uno de los supuestos para la aplicación del MERI, es que no exista un análisis de riesgo (AR) de la especie en el país, para el caso de *M. monachus* se publicó recientemente el AR elaborado por Ramírez-Bastida (2019). Sin embargo, en ambos casos se toman datos a nivel nacional, lo cual implica que se omitan

matices relevantes a escala regional y local. Tal es el caso de Ciudad del Carmen, cuya naturaleza de ínsula implica que los impactos generados por la presencia de especies invasoras sean diferentes (Rodríguez et al. 2014).

Justificación

La cotorra argentina es una especie invasora con mucho éxito debido a su elevada capacidad de dispersión y establecimiento en diversos ambientes antropizados, lo que provoca múltiples afectaciones en el ámbito económico, sanitario y ecológico. Además, es un ave carismática que en muchas ocasiones es alimentada y protegida por los humanos en los sitios donde se introduce, lo cual favorece aún más su potencial invasivo. Por estas razones, se hace necesario contar con datos apropiados a escalas locales y regionales, que permitan determinar las variables que facilitan el establecimiento de la especie.

Ciudad del Carmen, Campeche, es la única localidad dentro de la Península de Yucatán en la cual se tienen registros de la especie. Atendiendo a ello, este trabajo sentará un precedente para el entendimiento de los hábitos de anidación y alimentación de este psitácido, así como las diferentes interacciones que se dan entre *Myiopsitta monachus* y la fauna presente en Ciudad del Carmen, Campeche. Además, se evaluarán las variables antrópicas que favorecen el establecimiento de la especie en la isla, pudiendo así contar con elementos para minimizar el impacto y expansión a otras ciudades de la Península de Yucatán, que pueden ser la base para la elaboración de posibles estrategias de manejo y control. De esta manera se contribuirá a disminuir el riesgo de afectación a especies nativas y se aportará a los esfuerzos de investigación que se realizan para el control y erradicación de diferentes especies invasoras en todo México.

Preguntas de investigación

¿Cuál es el potencial invasor de la cotorra monje (*Myiopsitta monachus*) en Ciudad del Carmen, Campeche?

Ello requiere responder primero a las siguientes características:

¿Cuáles son las características de la fenología reproductiva y hábitos alimentarios de la cotorra monje (*Myiopsitta monachus*) en Ciudad del Carmen, Campeche?

¿Con qué especies de fauna local interactúa *M. monachus* y qué tipo de interacción presenta?

¿Qué variables ambientales y antrópicas pueden estar asociadas al crecimiento poblacional exitoso de *Myiopsitta monachus* en Ciudad del Carmen?

Hipótesis

Dado que la cotorra monje (*Myiopsitta monachus*) es una especie que en México solo se tiene registro de su establecimiento en áreas urbanas y rurales, y que su éxito invasivo se encuentra fuertemente ligado a las actividades antrópicas, se espera que, pese a las características insulares de Ciudad del Carmen, la especie encuentre los factores ambientales y antrópicos favorables para su establecimiento, pero no para su expansión.

Objetivo General

Evaluar el potencial invasivo de la cotorra monje (*Myiopsitta monachus*) mediante la caracterización de la fenología reproductiva, hábitos alimentarios, interacciones interespecíficas y las variables antrópicas en Ciudad del Carmen, Campeche.

Objetivos específicos

- Describir los hábitos alimentarios de *M. monachus* en Ciudad del Carmen, Campeche.
- Caracterizar la fenología reproductiva de *M. monachus* en Ciudad del Carmen, Campeche.
- Determinar las interacciones interespecíficas de la cotorra monje con la fauna local en Ciudad del Carmen.
- Identificar las variables ambientales y antrópicas asociadas al establecimiento de *Myiopsitta monachus* en Ciudad del Carmen.

Métodos

Área de estudio

Ciudad del Carmen se localiza en la parte occidental de la isla del Carmen, la cual representa la isla más poblada de México con 248 303 habitantes (INEGI 2010). Ambas situadas dentro del municipio del Carmen, Campeche, México (Figura 1). Carmen es el municipio de mayor crecimiento en el estado de Campeche, aunque mucha de su población es flotante. Siendo esto un punto clave en la introducción de especies a la isla, pues cuenta con un flujo migratorio proveniente principalmente de entidades como Tabasco, Veracruz, Yucatán, Chiapas, Oaxaca y Tamaulipas; sumado a ello la migración de extranjeros provocada por la industria petrolera (INEGI 2010).

Ciudad del Carmen se encuentra inmersa en el corazón de la Laguna de Términos la cual fue decretada a partir de 1994 como Área de Protección de Flora y Fauna (Figura 1). Debido a que forma parte del trópico húmedo, Laguna de Términos presenta gran diversidad de ecosistemas y tiene un amplio mosaico de asociaciones vegetales terrestres y acuáticas (INE-SEMARNAP 1997). Esta gran variedad de asociaciones vegetales ha permitido el desarrollo de una alta riqueza de especies, con reportes de al menos 84 familias de plantas con un total de 374 especies, de las cuales cinco están catalogadas como Amenazadas (*Bravaisia integerrima, Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Laguncularia racemosa, Conocarpus erectus*) y una tiene requerimiento de Protección Especial (*B. tubiflora*) (INE-SEMARNAP 1997).

Laguna de Términos destaca por su diversidad avifaunística y, a nivel nacional es considerada por la CONABIO como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) (SE-25). En total se registran 377 especies, de las cuales 84 se encuentran dentro de alguna de las categorías de riesgo, que al mismo tiempo constituyen el 53.5 % del total de especies bajo amenaza en la Península de Yucatán (CONABIO 2015). A nivel internacional es reconocida como Important Bird and Biodiversity Areas (IBAs) por Bird Life International dentro de las categorías:

A1: El sitio alberga una cantidad significativa de especies amenazadas a nivel mundial.

A3: El sitio contiene un componente significativo del grupo de especies cuyas distribuciones se limitan en gran parte o totalmente a un bioma.

A4i-A4ii: Se sabe o se cree que el sitio alberga congregaciones de ≥1% de la población mundial de una o más especies de forma regular o predecible (BirdLife International 2018).

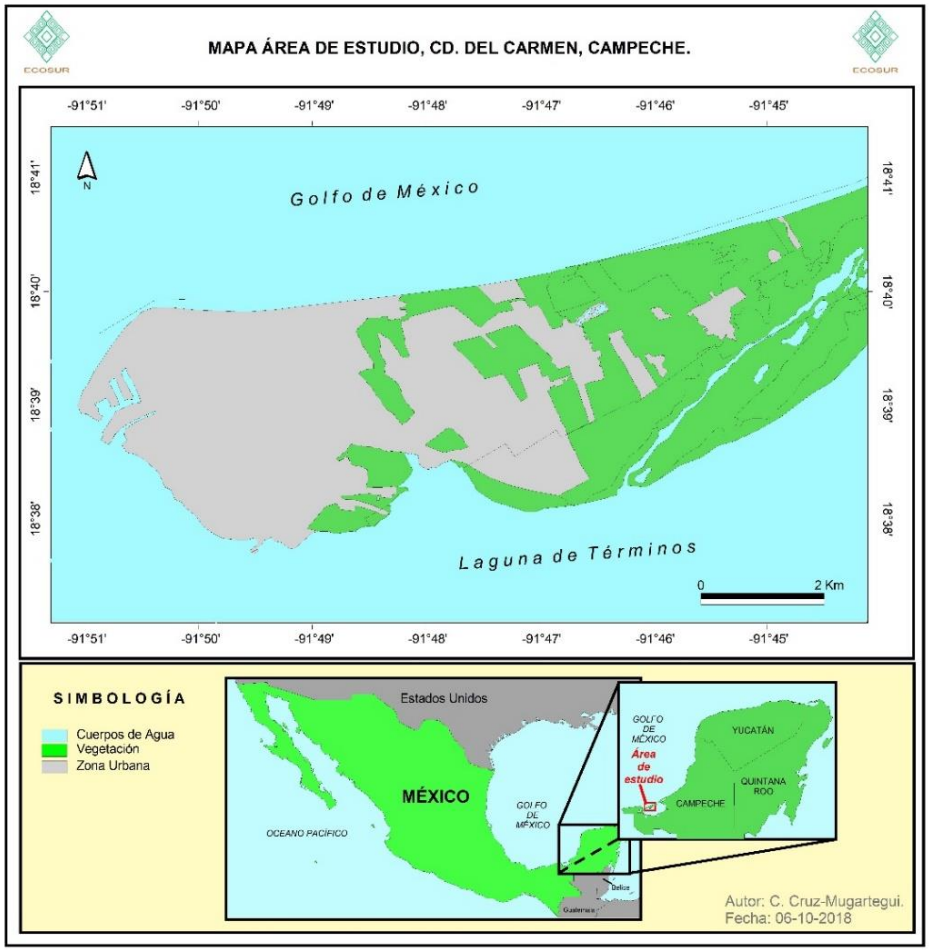


Figura 1. Área de estudio de la especie con potencial invasor *Myiopsitta monachus* en Ciudad del Carmen, Campeche.

Gestión ante autoridades locales

Durante la tercer y cuarta semana del mes de enero de 2019 realicé las gestiones necesarias ante diversas autoridades locales (SMAPAC, UNACAR y CONANP) con la finalidad de presentar e informar ante dichas instancias la realización del proyecto de investigación y en caso de ser necesario solicitar permisos. En todas obtuve respuesta positiva, otorgando los permisos y facilidades necesarias (Anexo 1, 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4).

Ubicación y georreferenciación de sitios de muestreo

Llevé a cabo la búsqueda en GBIF (2018) de registros históricos para la especie dentro de la isla, aplicando los filtros de eliminación de puntos duplicados, tomando la información de las bases de datos de iNaturalist research-grade observations, naturgucker y EOD - eBird observation dataset para el periodo enero 1990-2018 en la que obtuve un total de 30 registros georeferenciados.

A la par de estos registros y con la finalidad de ampliar la búsqueda, elaboré una infografía dirigida al público en general, la cual fue difundida en redes sociales y por medio de volantes con el objetivo de obtener mayor número de registros posible (Anexo 2). De la difusión de la infografía realizada recibí 11 reportes ciudadanos de los cuales cinco fueron de otros estados y seis en el estado de Campeche, cinco en Ciudad del Carmen y uno más para San Francisco de Campeche. Cabe señalar que, para cada uno de los reportes recibidos para el estado de Campeche, realicé una visita con la finalidad de verificar la veracidad de los datos.

Al realizar las visitas obtuve que, el reporte para San Francisco de Campeche consistía en un avistamiento erróneo ya que los individuos observados pertenecían a la especie *Amazona oratrix*. De los cinco reportes que recibí para la isla: dos coincidían con sitios ya registrados en las bases de datos; uno se encontraba dentro de las instalaciones del campus II de la UNACAR; uno más resultó erróneo, ya que la especie avistada fue *Eupsittula nana*. Finalmente, el reporte restante pertenecía a una persona de la tercera

edad quien posee un ejemplar de *M. monachus* como mascota que, al ser cuestionada sobre la procedencia del individuo, indicó que fue hallado herido en el patio de su casa después de un mal tiempo.

Elaboración de mapa y selección de sitios de estudio

Para la elaboración del mapa empleé las bases del método de polígono mínimo convexo, el cual consiste en utilizar los puntos perimetrales georreferenciados de registros históricos, observaciones personales y los reportes ciudadanos recibidos y unir de manera tal, que dichas uniones formen ángulos menores de 180°, con la finalidad de identificar la zona donde se encuentras las cotorras (Mohr 1947).

Es así que para la elaboración del mapa tomé en cuenta 28 puntos, exceptuando los sitios repetidos y dos puntos con valores considerados como atípicos ya que en uno de ellos sólo se tiene un único registro en 2012 y el otro se encuentra en zona federal (aeropuerto internacional de Cd. del Carmen) lo cual imposibilita el acceso a dicha área (Figura 2). Conviene añadir que los valores atípicos son aquellos registros únicos y alejados del grueso de valores conocidos para la distribución de la especie, por lo tanto, no deben ser considerados como parte de esta, en especial cuando estos sean un hecho aleatorio (Baldo et. al 2008).

Figura 2. Trazado del polígono mínimo convexo, empleando los puntos de registro perimetrales. En él se aprecian los puntos con registro de la especie (color blanco), sitios de alimentación seleccionados para la observación (A, B y C en color verde), el sitio de anidación (Color rojo) y los puntos outliers (Color amarillo).

Una vez elaborado el mapa, realicé recorridos diarios de comprobación de sitios durante dos semanas, en horario matutino (7:00 am a 11:00 am) y vespertino (4:00 pm a 6:00 pm.). Durante los recorridos georreferencié los puntos donde se avistaba la especie y tomé datos de número de individuos y horario.

Con base en lo anterior seleccioné cuatro puntos de observación: el punto A (sitio de anidación) y B, C y D (sitios de alimentación). Dicha selección la realicé tomando en cuenta que fueran lugares con mayor frecuencia de avistamientos y facilidad de acceso, de igual manera establecí los itinerarios en que se realizarían las observaciones, seleccionando los horarios con mayor actividad de la especie.

A la par de estas actividades tuve acercamiento con grupos de observadores de aves locales y vecinos, con la finalidad de obtener más datos de la especie como: observaciones ecológico-comportamentales y de comercialización.

Sitios de anidación y alimentación

Una vez determinados los sitios de estudio, visité cada uno realizando observación directa una vez por semana por sitio en el horario de la mañana (7:00 am a 9:00 am). Cabe señalar que, en el horario vespertino, las cotorras presentan baja actividad, centrándose principalmente en el perímetro del sitio de anidación, es por esto que no llevé a cabo observaciones en dicho horario. En cada sitio establecí un tiempo de espera de 10 min y a una distancia mínima de 5 m con la finalidad de disminuir el sesgo provocado por la presencia del observador (Ralph *et. al*. 1996).

Durante cada visita observé de manera focalizada a un individuo en lapsos de 10min durante los cuales registré cada vez que una cotorra se alimentaba (episodio de alimentación, EA) y en caso de que se moviera a otra fuente de alimento lo tomaba como un nuevo EA (Galetti 1997). Identifiqué cada uno de los elementos de la dieta observados, clasificándolos en cuatro categorías principales: brotes, frutas/semillas, insectos y otros. Posteriormente apliqué estadística no paramétrica, empleando el software SPSS 22 para obtener la Chi cuadrada (X^2) (α=0.05) comparando si existe una relación entre el sitio de alimentación y el tipo de alimento consumido, finalmente calculé la frecuencia de observación de cada uno de los componentes identificados y determiné los elementos principales de la dieta (Galetti 1997).

Debido a que, durante las observaciones de EA registré geofagia y puesto que es un comportamiento no reportado previamente en esta especie, tomé una muestra del sustrato presente en el área donde registré dicho comportamiento y lo comparé con un sitio control cercano a la misma (Anexo 3). Dichas muestras las envié al laboratorio central de suelos perteneciente a la Universidad Autónoma de Chapingo en el que se

analizaron para ambas muestras el pH, materia orgánica, textura y diversos componentes como fósforo, potasio, calcio, magnesio, nitrógeno, cobre, zinc, manganeso y boro.

La búsqueda de nidos consistió en ubicar el máximo número de nidos en una parcela de estudio mediante recorridos de comprobación. El método incluyó encontrar los nidos, monitorear las nidadas y tomar medidas de la vegetación circundante. Dichas parcelas fueron visitadas al menos una vez a la semana, con el fin de encontrar nuevos nidos y monitorear los ya localizados. Este método tiene la ventaja de que arroja datos directos sobre el éxito reproductivo y la influencia del hábitat sobre el éxito reproductor (Ralph et al. 1996).

Una vez realizados los recorridos de comprobación, ubiqué un solo sitio de anidación, el cual se encuentra en un tanque elevado de agua perteneciente al Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Carmen (SMAPAC) conformado por una estructura metálica de aproximadamente 20m de altura. En dicho sitio realicé visitas una vez por semana, en turno matutino (7:00 am a 9:00 am) y vespertino (4:00 pm a 6:00 pm), en las cuales utilicé binoculares (Bushne+ll Powerview 10 x 42 mm) para realizar observaciones, así como el apoyo de cámaras (Nikon D3200 y Eken H9r Ultra) para tomar evidencias fotográficas y de video y posteriormente realizar su análisis.

Los datos tomados para cada nido fueron: ubicación (en la estructura), altura, estatus del nido (en uso o abandonado), número de cámaras y número de individuos por etapa de vida (huevos, pollos/juveniles y adultos). Con dichos datos calculé el tamaño de nidada, estimé el tamaño poblacional y caractericé el hábitat de anidación.

Para el cálculo del tamaño de nidada seleccioné ocho nidos, tomando en cuenta el tamaño, es decir que tengan un mayor número de cámaras, lo cual es indicativo de que el nido se encuentra en uso para incubación; así como la localización de los mismos, procuré elegir los más accesibles por cuestiones de seguridad (Di santo et al. 2016). Para poder observar hacia el interior de los nidos utilicé un endoscopio para muestreo en vida silvestre marca ProVision, el cual permitió contar el número de huevos y de esta forma obtener el promedio de huevos por nido y el rango.

La estimación del tamaño poblacional la realicé siguiendo la metodología propuesta por Molina et al. (2016), la cual consiste en llevar a cabo el conteo del número de cámaras por nido, registrar el número de entradas y salidas (individuos por cámara), lo cual permite medir el grado de ocupación de cada cámara por nido.

Dicha estimación la calculé en tres momentos: al inicio del trabajo de campo, a inicio de la temporada de anidación (que es el momento con mayor número de cámaras registradas) y al final del trabajo de campo, con la finalidad de obtener los valores máximo y mínimo del grado de ocupación (individuo/cámara). Una vez que obtuve el grado de ocupación, calculé el tamaño poblacional, multiplicando los valores máximos (semana 4) y mínimos (semana 1) por el número de cámaras.

El crecimiento poblacional lo calculé empleando la ecuación de crecimiento exponencial: **Nt = N0 * e r * t** en la que N0 y Nt representan la población inicial y final respectivamente, t es el intervalo de tiempo y r es la tasa de crecimiento.

Para la caracterización del hábitat de anidación, tomé los datos de la vegetación circundante a 25 m de la estructura donde se encontraban los nidos. Los datos tomados fueron: especie, altura, diámetro a la Altura del Pecho (DAP) y distancia al nido.

Registro de interacciones interespecíficas

En cuanto al registro de interacciones interespecíficas, las realicé con base en el Etograma desarrollado por Muñoz-Jiménez y Alcántara-Carbajal (2017) en el cual se toma nota de cualquier interacción individual o conjunta que se realiza alrededor de los sitios de anidación. Las observaciones las llevé a cabo de manera directa y con apoyo de cámaras fotográfica y de video, con la finalidad de capturar la mayor cantidad de datos posibles. Posteriormente realicé la sistematización de interacciones faunísticas, tomando como interacción aquellas en las cuales existía contacto directo entre individuos de *M. mona*chus y cualquier otra especie faunística, o llamados de alarma de parte de la cotorra en respuesta a la presencia de individuos de otras especies (Di Santo et al. 2016). Realicé la identificación de especies interactuantes, así como la diferenciación entre interacciones

positivas (mutualistas/cooperativistas), negativas (comportamientos agonistas, competencia, depredación) y neutrales (sin afectación aparente) (Manning y Dawkins 2012).

Cabe señalar que, de manera complementaria a la observación, coloqué un total de cinco trampas-cámara colocadas sobre la estructura metálica donde se encontraron los nidos, con la finalidad de documentar eventos de interacción y/o alimentación, que de otra manera hubieran sido difíciles de registrar. Dichas cámaras las programé para la toma de videos de 30 s y fotografías, estos materiales fueron examinados e incluidos en el análisis de datos. Igualmente, dentro del apartado de interacciones incluí las especies de fauna de las cuales se alimenta *M. monachus*, con la finalidad de abarcar todas las interacciones de depredación.

Para el análisis de datos apliqué una prueba de Chi cuadrada (X^2) (α=0.05) comparando las frecuencias entre especie y tipo de interacción empleando el software SPSS 22 (Di Santo et al. 2016).

Variables ambientales y antrópicas

Tomando en cuenta los resultados obtenidos por investigaciones precedentes, seleccioné las variables antrópicas que se consideran pueden estar asociadas con el éxito invasivo de la especie. Las cuales fueron: densidad poblacional humana (número de habitantes por colonia), densidad de personas mayores a 60 años (ya que estos tienen la tendencia a alimentar a las aves como forma de entretenimiento) (Rodríguez-Pastor et al. 2012), disponibilidad de pavimento (Maldonado 2019) y disponibilidad de alumbrado público. Cabe recalcar que, pese a que en estudios anteriores no se incluye la disponibilidad de alumbrado público como variable, para el presente trabajo la incluí, debido a que se tiene registro que la especie muestra preferencia por anidar en sitios con presencia de infraestructura eléctrica (Reed et al. 2014; Avery y Lindsay 2016; Tracey y Miller 2018).

En cuanto a las variables ambientales, tomé la disponibilidad de árboles, palmeras y plantas de ornato ya que la especie presenta una tendencia a anidar en árboles entre 6.9 y 22.7 m (Carrasco 2014) puesto que esto facilita la disponibilidad de sitios de anidación y alimentación. Cabe mencionar que debido a que el estudio se realizó a una escala pequeña, no tomé en cuenta variables de tipo climáticas o topográficas (Muñoz y Real 2006, Rodríguez-Pastor et al. 2012).

Todas las variables las obtuve en la herramienta digital del inventario nacional de vivienda 2016 y 2010 pertenecientes al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el cuál asigna áreas geoestadísticas básicas (AGEB), que se dividen por conjunto de manzanas, que son delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo de fácil identificación en el terreno y cuyo uso del suelo es principalmente habitacional, industrial, de servicios o comercial.

Una vez que obtuve dichos datos, elaboré una base en la cual se incluyó la información de los AGEB's con registros de la especie (presencia) e igual número de AGEB's sin registros de la especie (ausencia) estos últimos elegidos de manera azarosa. Cabe señalar, que para comprobar la presencia/ausencia de la especie, tomé los registros de las bases de datos de ciencia ciudadana, notas personales con datos desde el 2015 y apuntes realizados por observadores de aves locales, quienes proporcionaron registros georreferenciados y respaldados con evidencia fotográfica, que datan del 2012 (Enrique Benítez-Orduña com. pers.). Así mismo, realicé visitas a los puntos de ausencia, en los horarios identificados como de mayor actividad de la especie, para verificar no se tratasen de falsos negativos.

Posteriormente realicé un análisis de regresión logística binomial con el fin de identificar cómo influyen las variables seleccionadas en la probabilidad de presencia/ausencia de la especie, en Cd. del Carmen, las cuales fueron analizadas en el software SPSS 22.

Fuentes de introducción

El comercio de flora y fauna silvestre es una de las principales fuentes de introducción de especies exóticas, por lo que para determinar si la especie está siendo comercializada en la isla, llevé a cabo una investigación referente al comercio legal e ilegal de la especie en la Península de Yucatán. Tomando en cuenta dos rubros principales: comercio legal (tiendas de mascotas y permisos de aprovechamiento) e ilegal (decomisos).

Para obtener datos de comercio legal realicé visitas a lugares de venta de mascotas. Dichas visitas las hice de manera informal, es decir el acercamiento fue de forma anónima y simulando ser un cliente, solicitando la compra de ejemplares de psitácidos, haciendo hincapié en la intención de adquirir un cotorro. En total visité cuatro establecimientos; dos pertenecientes a la franquicia maskota, dos más en el mercado de la isla. En el caso del comercio ilegal solicité información referente a decomisos mediante la Plataforma Nacional de Transparencia (https://www.plataformadetransparencia.org.mx/).

Finalmente, de acuerdo a la literatura la cotorra monje tiene una fuerte presencia en áreas destinadas a la agricultura (Lever 2006, Senar et al. 2016) por lo que con apoyo de observadores de aves locales, corroboré la presencia/ausencia de la especie en zonas cercanas a la ciudad para identificar posibles áreas de alimentación o anidación fuera de Ciudad del Carmen, lo cual serviría como un indicador de que la especie se encuentre en expansión (Senar et al. 2016).

Análisis de riesgo

Para calcular el potencial invasivo de la cotorra monje de Ciudad del Carmen empleé la metodología propuesta por Bomford (2008) con modificaciones. La cual consta de cuatro etapas, subdivididas en factores a los cuales se le asignan valores con base en criterios establecidos, cuya sumatoria dará como resultado el puntaje necesario para determinar la categoría de riesgo. Dicha metodología fue modificada a una escala local (Cuadro 3). Siendo así que empleé los datos recabados en el presente trabajo a nivel local, para asignar los valores en cada factor.

Cuadro 3. Etapas, factores y criterios para asignar valores incluidos en el análisis de riesgo de *M. monachus* en Ciudad del Carmen (modificado de Bomford 2008 y Ramírez-Bastida 2019).

Etapa	Factores	Criterios para asignar valores
A. Riesgo por liberación de individuos	A1. Riesgo para las personas por escape de individuos (0-2)	• La especie a veces ataca sin ser provocada y/o es capaz de causar lesiones graves (que requieren hospitalización) o fatales = **2** • La especie puede realizar ataques no provocados que causan lesiones moderadas (que requieren atención médica) o molestias graves, pero es muy poco probable (pocos o ningún registro) que pueda causar lesiones graves (que requieren hospitalización) si no se provocan o animales que es poco probable que realice un ataque no provocado, pero que puede causar lesiones graves (requiere hospitalización) o fatalidad si está acorralado o manejado = **1** • Representa un menor riesgo de daño a las personas (es decir, animales que no producirán ataques no provocados que causen lesiones que requieren atención médica y que, incluso si es acorralado o manipulado, es poco probable que cause lesiones que requieran hospitalización) = **0**
	A2. Riesgo para la seguridad pública por individuos cautivos (0-2)	• Riesgo nulo o bajo (muy poco probable o imposible) = **0** • Riesgo moderado (pocos registros y consecuencias que probablemente no sean fatales) = **1**

<table>
<tr><td></td><td></td><td>• Alto riesgo (factible y las consecuencias pueden ser fatales) = 2</td></tr>
<tr><td colspan="3">Valores para asignar categoría de amenaza:
Bajo A = 0
Moderadamente peligroso A = 1
Altamente peligroso A ≥ 2</td></tr>
<tr><td rowspan="5">B. Riesgo de establecimiento</td><td>B1. Grado de coincidencia climática entre la Península de Yucatán y su distribución de origen (1-6)*</td><td>
<table>
<tr><td>Climate</td><td>Valor</td><td>Categoría</td></tr>
<tr><td>< 2</td><td>1</td><td>Muy bajo</td></tr>
<tr><td>3-4</td><td>2</td><td>Bajo</td></tr>
<tr><td>5-6</td><td>3</td><td>Moderado</td></tr>
<tr><td>7-8</td><td>4</td><td>Alto</td></tr>
<tr><td>9-10</td><td>5</td><td>Muy alto</td></tr>
<tr><td>11 ></td><td>6</td><td>Extremo</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>B2. Población exótica establecida en el resto del país (0-4)</td><td>• Ninguna población exótica jamás establecida = 0
• Poblaciones exóticas establecidas solo en zonas urbanas = 2
• Población exótica establecida en zonas rurales o en cualquier lugar del país = 4</td></tr>
<tr><td>B3. Tamaño del rango de distribución en el extranjero (0-1)</td><td>
<table>
<tr><td>Tamaño del rango (Millones de Km^2</td><td>Puntuación</td></tr>
<tr><td>< 1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>1 – 70</td><td>1</td></tr>
<tr><td>70 ></td><td>2</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>B4. Clase taxonómica (0-1)</td><td>• Ave = 0
• Mamífero = 1</td></tr>
<tr><td>B5. Dieta</td><td>• Especialista dependiente de una gama restringida de alimentos = 0
• Generalista con una dieta amplia de muchos tipos de alimentos o dieta desconocida = 1</td></tr>
</table>

	B6. Hábitat	• Requiere acceso a hábitats intactos (naturales) para sobrevivir y reproducirse = **0** • Puede sobrevivir y reproducirse en hábitats perturbados por humanos (incluyendo pastoreo y tierras agrícolas, bosques que se manejan intensamente o se plantan para obtener madera cosecha y/o entornos urbanos-suburbanos) sin acceso a zonas no perturbadas hábitats (naturales) o uso de hábitat desconocido = **1**
	B7. Comportamiento migratorio	• Migratoria en su rango nativo = **0** • No migratorio o migratorio facultativo en su área de distribución nativa, o desconocido = **1**
Valores para asignar categoría de amenaza: Bajo B ≤ 6 Moderado B entre 7 -11 Alto B entre 12 - 13 Extremo B ≥ 14		
C. Riesgo de convertirse en plaga	C1. Grupo taxonómico (0-4)	• Si es afirmativo para ambos puntos = **3** • Aves en uno de los taxones que son particularmente propensos a causar daños agrícolas (Psittaciformes, Fringillidae, Ploceidae, Sturnidae, Anatidae y Corvidae) = **2** • Ave en una de las familias con probabilidad de hibridación con especies nativas (incluyendo, pero no restringido a Anatidae, Phasianidae, Cacatuidae y Psittacidae), y si hay parientes del mismo género en la zona = **1**
	C2. Tamaño del rango de	• ≤ 653396 = 0 • 653397 – 1306793 = 1 • 1306794 ≥ = 2

	distribución en México (0-2)**	• Desconocido = 2
	C3. Dieta y alimentación (0-3)	• Herbívoro o no mamífero = **0** • Dieta desconocida = **3**
	C4. Competencia con fauna nativa por huecos en los árboles (0-2)	• Puede anidar o refugiarse en huecos de árboles = **2** • No utiliza huecos de árboles = **0** • Desconocido = **2**
	C5. Estatus como plaga ambiental en el país (0-3)	• Nunca se informó como plaga ambiental en el país o región = **0** • Plaga ambiental menor en el país o región = **1** • Plaga ambiental moderada en el país o región = **2** • Plaga ambiental importante en el país o región = **3** • Estado de plaga ambiental desconocido = **3**
	C6. Coincidencia con especies nativas o poblaciones de psitácidos susceptibles (0-5)	• No existe coincidencia con especies nativas o poblaciones de psitácidos en el área = **0** • Existe coincidencia con 1 - 4 especies nativas o poblaciones de psitácidos en el área = **1** • Existe coincidencia con 5 - 9 especies nativas o poblaciones de psitácidos en el área = **2** • Existe coincidencia con 10 - 14 especies nativas o poblaciones de psitácidos en el área = **3** • Existe coincidencia con 15 -19 especies nativas o poblaciones de psitácidos en el área = **4** • Existe coincidencia con 20 - 22 especies nativas o poblaciones de psitácidos en el área = **5**

		• No se cuenta con datos de especies nativas o poblaciones de psitácidos en el área = **5**
	C7. Situación de plaga para la producción primaria en México (0-3)	• No hay informes de daños a los cultivos u otra producción primaria en el país = **0** • Plaga menor de producción primaria en el país = **1** • Plaga moderada de producción primaria en el país = **2** • Principal plaga de producción primaria en el país = **3** • Estado desconocido de plagas de producción primaria = **3**
	C8. Coincidencia climática con producción primaria susceptible (0-5)***	Total de daño de productos básicos (TCDS) TCDS = 0: C8 = 0 TCDS = 1–19: C8 = 1 TCDS = 20–49: C8 = 2 TCDS = 50–99: C8 = 3 TCDS = 100–149: C8 = 4 TCDS ≥ 150 C8 = 5
	C9. Propagación de enfermedades (1-2)	• Todas las aves y mamíferos (efecto probable o desconocido sobre las especies nativas y el ganado y otros animales domésticos) = **2** • Todos los anfibios y reptiles (efecto probable o desconocido sobre las especies nativas, generalmente improbable que afecte al ganado y otros animales domésticos) = **1**
	C10. Daño a propiedades (0-3)	Valor total (en dólares) de daños a la propiedad $0 = **0** $1.00–$10 millones = **1** $11–$50 millones = **2** Más de $50 millones = **3**

	C11. Daño a personas (0-5)	• Riesgo nulo = **0** • Muy bajo riesgo = **1** • Lesiones, daños o molestias que pueden ser leves y pocas personas expuestas: Bajo riesgo = **2** • Lesiones o daños moderados, pero poco probables de ser fatales y pocas personas en riesgo, o molestia moderada o severa pero pocas personas expuestas o lesiones, daños o molestia menor pero muchas personas en riesgo: riesgo moderado = **3** • Lesiones o daños graves o mortales, pero pocas personas en riesgo: riesgo grave = **4** • Lesiones o daños moderados, graves o mortales y muchas personas en riesgo: Riesgo extremo = **5**
Valores para asignar categoría de amenaza: No peligroso C < 9 Moderado C entre 9 -14 Alto C entre 15 - 19 Extrema C > 19		
D. Asignación de una categoría de riesgo (Baja, moderada, grave o extrema)		Sumatoria del resultado de las etapas anteriores del comité de plagas de vertebrados (VPC)

* El cálculo del grado de coincidencia climática, lo realicé seleccionando 210 estaciones climáticas correspondientes al área de distribución natural de la especie como región fuente y las 13 estaciones presentes en la Península de Yucatán como región objetivo. Los parámetros climáticos fueron los 16 que tiene el programa por defecto y el algoritmo usado fue el método de emparejamiento estandarizado más cercano (closest Standard Match). Para adaptar la categorización, seguí la metodología realizada por Ramírez-Bastida (2019) dividiendo el número de estaciones en la región objetivo (valor más alto de coincidencia), entre seis para mantener las categorías propuestas por Bomford (2008).

**Para calcular el tamaño del rango de distribución en México, tomé la extensión total del país, la cual es de 1 960 189 (INEGI 2010) y la dividí en tres, respetando las categorías propuestas por Bomford (2008).

*** El TCDS es calculado sumando los resultados en cada uno de los puntajes de daño al producto básico (CDS), los cuales se obtienen multiplicando el índice de valor del producto (CVI) (dado por Bomford 2008), por el puntaje del impacto potencial al producto (PCIS)(Con base en los atributos de la especie, incluyendo los datos obtenidos en el estudio: dieta, comportamiento, ecología y excluyendo el riesgo de propagación de enfermedades), por el puntaje de coincidencia climática con productos básicos (CMCS) comparando la distribución geográfica de los productos básicos con el mapa de salida de correspondencia climática-B1, para lo cual se utilizó información obtenida de INEGI (2010) y el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de México (SIAP 2018).

Resultados

Hábitos alimentarios

Registré un total de 324 eventos de alimentación (EA), entre observación directa y análisis de datos obtenidos de las trampas-cámara, los cuales categoricé en cuatro rubros: brotes, frutas/semillas, insectos y otros. Obtuve un total de 14 elementos de la dieta; de los cuales 12 fueron observados en la alimentación de individuos adultos y dos en la manutención de polluelos.

Documenté que la alimentación de los adultos se compone de frutas de temporada como almendra (*Terminalia catappa*), mango (*Mangifera indica*), guaya (*Melicoccus bijugatus*) y naranja dulce (*Citrus sinensis*), frutos de tamarindo (*Tamarindus indica*) y cedro (*Cedrela odorata*). También incluye brotes de pasto y de palo de tinto (*Haematoxylum campechianum*), así como insectos entre los que se encuentran organismos de la familia Gryllidae. Además, registré que consumen arena de playa (geofagia), residuos orgánicos de botes de basura y elementos no identificados. Para la alimentación de los pollos observé el acarreo de corteza de árbol (no se identificó ninguna especie) y semillas de gramíneas. Cabe señalar que no fue posible la identificación de algunos componentes hasta el nivel de especie, debido a la distancia de observación y a que en ocasiones el alimento era acarreado en partes muy pequeñas.

Las frutas y semillas constituyen más de la mitad de la dieta con 68%, seguida de brotes con 17%, geofagia 7%, otros 5% e insectos 3%. En la categoría otros, incluí los componentes: corteza, no identificados y residuos orgánicos, esto debido a fueron los elementos con menor número de registros (Figura 3). Cabe señalar que, pese a que insectos representó uno de los elementos con menor número de EA, lo incluí en una categoría aparte, puesto que fue el único elemento de origen animal del cual tuve registro dentro de la dieta.

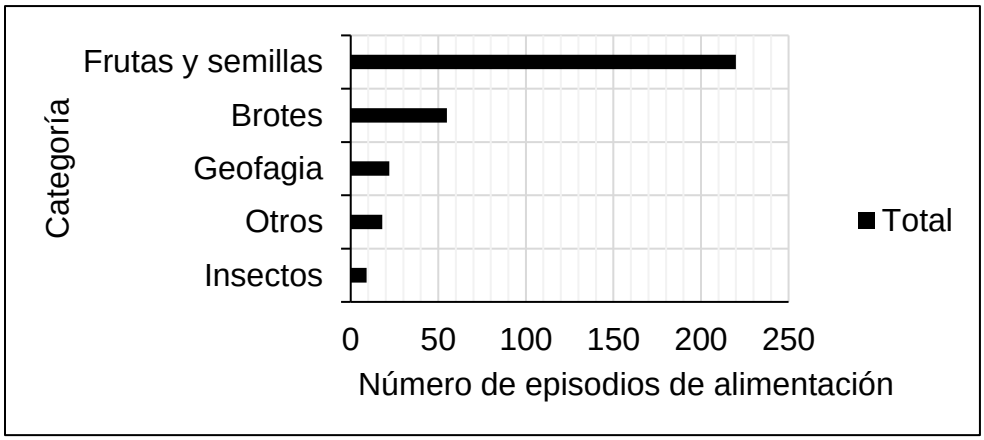


Figura 3. Número de episodios de alimentación agregados por categoría.

Los alimentos que se presentaron con mayor frecuencia fueron *T. catappa* con 53 EA, brotes de pasto con 44 EA y *C. odorata* con 40 EA. En contraparte la alimentación de residuos orgánicos dentro de botes de basura, únicamente la observé en una ocasión, en la cual el bote se encontraba ladeado y había restos de frutas en el mismo.

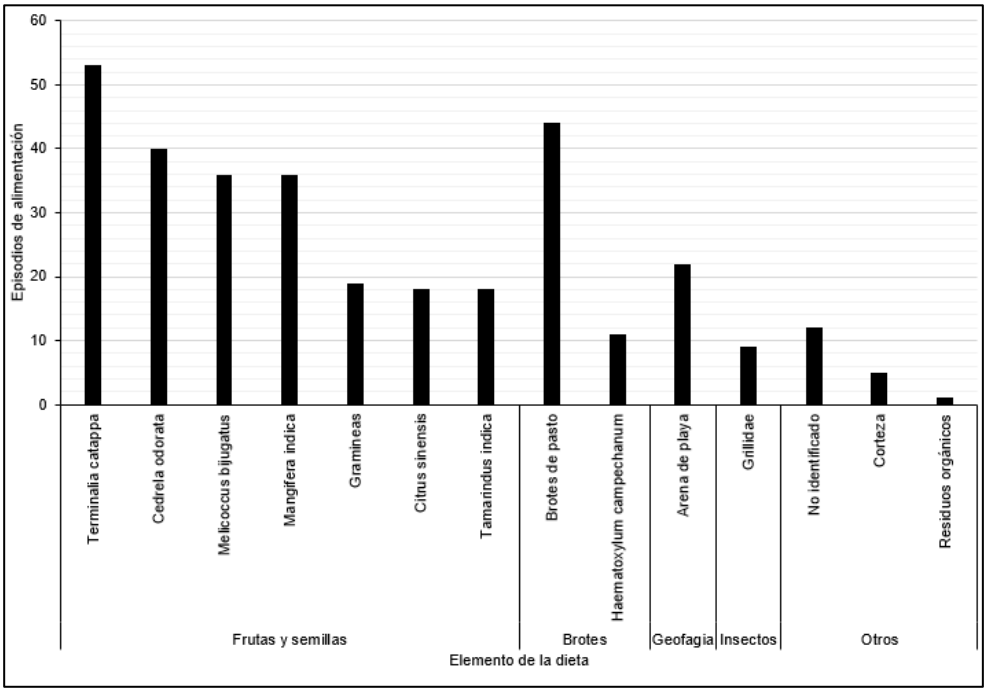


Figura 4. Número de episodios de alimentación desglosado por elemento de la dieta.

En cuanto a los sitios de alimentación la mayor frecuencia de EA la obtuve en el tanque elevado (Punto D) con un 51.2% de las observaciones (X^2 = 444.240, p≤0.0001) por lo que existe una relación entre el sitio y la frecuencia de alimento que presentan (Anexo 4). Es importante destacar que los EA que anoté en el sitio de anidación, se realizaban sobre la estructura metálica, muy cercanos a los nidos (Punto D). Contrario a los otros sitios donde observé que la alimentación se realizaba a ras de suelo y sobre las ramas de los árboles (Punto A, B y C). Por otra parte, la geofagia únicamente la registré en uno de los puntos de muestreo, el cual se encuentra en la zona de playa norte (Punto A).

En el análisis de suelo realizado, encontré que ambos sitios tienen una textura arenosa, presentando porcentajes similares en el análisis granulométrico. Sin embargo, el pH presente en el sitio de alimentación es menor (7.18) que en el sitio control (8.45), así mismo existe un mayor porcentaje de materia orgánica en el sitio de alimentación (13.06%) en comparación con el sitio control (2.69%). Por otra parte, existen macronutrientes como fósforo, potasio y magnesio que se encontraron con mayor abundancia en el sitio de alimentación; contrario al calcio y nitrógeno con valores más altos en el sitio control. Encontré una mayor presencia de micronutrientes cobre, zinc, manganeso y boro en el sitio de alimentación, siendo el hierro el único micronutriente con valores superiores en el sitio control (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comparación de resultados del análisis de suelo del sitio de alimentación donde se observó geofagia y el sitio control.

Parámetro	Sitio de alimentación	Sitio control
Textura	Arenosa	Arenosa
Arena %	90.9	88.9
Limo %	5.3	7.3
Arcilla %	3.8	3.8
pH	7.18	8.45
Conductividad eléctrica dS m-1	0.49	0.12

Materia orgánica %	13.06	2.69
Nitrógeno inorgánico mg kg-1	5.3	7.0
Fosforo asimilable mg kg-1	1.48	0.74
Potasio mg kg-1	120	29
Calcio mg kg-1	6055	6381
Magnesio mg kg-1	453	324
Hierro mg kg-1	3.16	4.16
Cobre mg kg-1	0.54	0.45
Zinc mg kg-1	5.95	1.15
Manganeso mg kg-1	1.09	0.57
Boro mg kg-1	3.09	0.97
Densidad aparente g cm-3	1.13	1.59

Fenología reproductiva

En el mes de enero, registré 12 nidos. Sin embargo, a inicio del mes de febrero observé el acarreo de material para la construcción de nidos y cámaras nuevas, siendo evidente el aumento del tamaño y el número de los mismos, lo que es indicio del inicio de la temporada de reproducción.

Registré una oscilación en el número de nidos presentes en el tanque elevado, lo cual hizo más complejo el seguimiento a los mismos, siendo 12 el número mínimo de nidos encontrados y 27 el máximo (Figura 5). Dicha oscilación fue provocada principalmente por la caída de algunos nidos, debido a los fuertes vientos provocados por los eventos de nortes en marzo y abril, así como el tamaño o a la ubicación de los mismos; por lo que los resultados dados en el presente son globales.

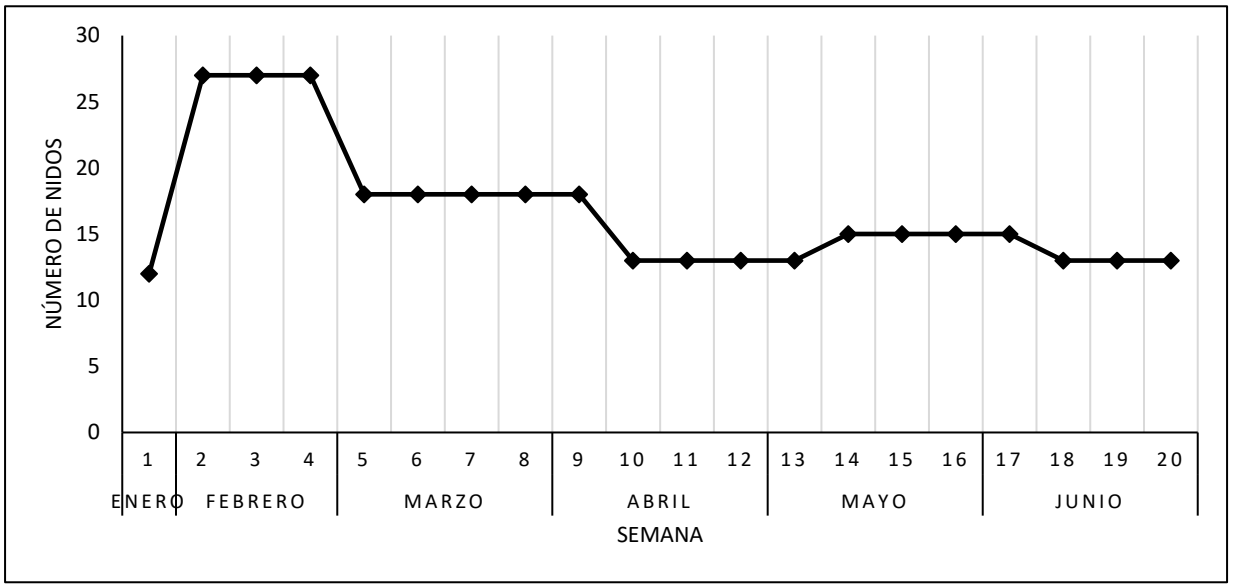


Figura 5. Variación en el número de nidos registrados a lo largo del periodo enero-junio, en el eje de las X se presentan los datos por semana.

A finales del mes de marzo se presentó la primera puesta y la última a finales mayo, con un promedio de cuatro huevos (s= 2.71 y n=8) y un rango de 2-10 huevos por nido. La eclosión fue asincrónica con un lapso de entre 24 a 28 días. Del cálculo del tamaño poblacional obtuve una población mínima de 106 y máxima de 167 individuos al inicio de la temporada de reproducción (Cuadro 5).

Cuadro 5. Estimación de tamaño poblacional de *M. monachus* en Ciudad del Carmen, Campeche, al inicio del trabajo de campo, inicio de la temporada reproductiva y final del trabajo de campo, empleando el grado de ocupación por cámara.

Semana	No. de Nidos	Suma de No. de cámaras	Rango No. de cámaras	No. de individuos	Grado de ocupación (Individuos /No. de cámaras)	Estimación de tamaño poblacional	
						Max	Min
1	12	32	2 – 4	53	1.66	83.76	53.00
4	27	64	2 – 4	123	1.92	167.53	106.00
20	13	34	2 – 4	89	2.62	89.00	56.31

Obtuve una tasa de crecimiento poblacional de 0.19 lo cual indica que por cada 100 individuos 19 se añaden a la población, por lo que esta se duplicará en aproximadamente 3.6 años si las condiciones permanecen constantes. La tasa de crecimiento se ajusta al modelo exponencial en un 100% (Figura 7).

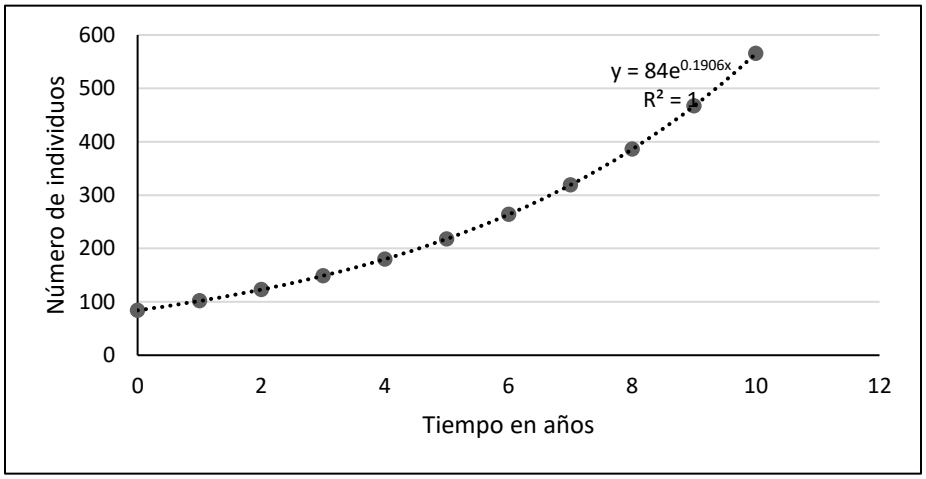


Figura 7. Tasa de crecimiento poblacional de *M. monachus* en Ciudad del Carme, Campeche, para un periodo de 10 años r=0.19 y R^2=1.

En cuanto al hábitat de anidación tomé en cuenta las especies arbóreas circundantes al sitio, encontrando un total de 13 árboles divididos en cinco especies (Cuadro 6). De las cinco especies registradas tres son utilizadas en la alimentación (*T. catappa*, *C. odorata* y *T. indica*) y las todas son empleadas en la construcción de los nidos. Anexo a esto, logré identificar ramas de *H. campechianum* en la estructura de los nidos.

Cuadro 6. Listado de especies arbóreas encontradas en un radio de 25 m al sitio de anidación de *M. monachus* en Ciudad del Carmen, Campeche.

Especie	No. de individuos	Altura promedio (m)	DAP promedio (m)	Distancia a sitio de anidación (m)
Almendra (*Terminalia catappa*)	3	13	1.64	23.82
Cedro (*Cedrela odorata*)	1	14	1.2	10.41
Flamboyán (*Delonix regia*)	5	16	0.79	24.25
Palma de coco (*Cocos nucifera L.*)	2	9	1.70	16.61
Tamarindo (*Tamarindus indica*)	2	11	1.48	22.38

Al principio del muestreo, observé una diferenciación entre los nidos de paloma común (*Columba livia*) quienes anidaban en el primer nivel de la estructura metálica (5 m) y *M. monachus* (nidos en el 2º y 3er nivel). A inicios de la temporada de reproducción y con el acarreo de material pude documentar la nidificación cooperativa de ambas especies en los niveles dos (10 m) y tres (15 m) de la estructura metálica (Anexo 5). Lo anterior se evidencía ya que las palomas fueron la única especie en observarse muy cerca y dentro del nido, a la ausencia de comportamientos agonistas entre ambas especies y a que encontré restos de cascarones eclosionados de dicha especie en el sitio. Por otra parte, localicé un nido de cenzontle con la puesta de dos huevos en la misma estructura metálica; pero el nido fue abandonado y posteriormente ocupado por una pareja de cotorras.

Interacciones interespecíficas

Observé un total de 75 interacciones con 14 especies, de las cuales 12 son aves, un reptil e insectos de la familia Gryllidae. Entre las aves registré dos especies invasoras y diez nativas; de las cuales destacan tres rapaces y dos psitácidos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Lista de especies que interactúan con *M. monachus* en Ciudad del Carmen, Campeche. Sitio: SA- Sitio de alimentación, SN- Sitio de anidación. Tipo de interacción: + positivas (Mutualistas/cooperativistas), - negativas (comportamientos agonistas) y N neutrales (sin afectación aparente).

Interacción	Tipo de interacción	Especie	Sitio	Descripción
Depredación	-	Aguililla caminera (*Rupornis magnirostris*)	SN	*M. monachus* es la presa
Depredación	-	Halcón peregrino (*Falco peregrinus*)	SN	*M. monachus* es la presa
Depredación	-	Iguana (*Iguana iguana*)	SN	*M. monachus* es la presa
Depredación	-	Quebrantahuesos (*Caracara cheriway*)	SN	*M. monachus* es la presa
Depredación	-	Gryllidae	SN y SA	*M. monachus* es la especie depredadora
Competencia	Mayoritariamente N	Cenzontle (*Mimus gilvus*)	SN y SA	Presencia en sitio de alimentación y competencia por sitio de anidación
Competencia	-	Loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*)	SN	Competencia por sitio de percha
Competencia	-	Perico frente blanca (*Amazona albifrons*)	SA	Competencia por sitio de alimentación

Competencia	-	Zanate (*Quiscalus mexicanus*)	SA	Competencia por alimento y sitio de percha
Competencia	-	Tordo ojos rojos (*Molothrus aeneus*)	SA	Conductas agonistas
Comensalismo	N	Luisito común (*Myiozetetes similis*)	SA	Presencia en sitios de alimentación
Comensalismo	N	Paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*)	SA	Alimentación en el mismo sitio
Comensalismo	N	Papamoscas cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*)	SA	Presencia en sitios de alimentación
Mutualismo/ cooperativismo	+	Paloma común (*Columba livia*)	SN	Cooperativa

La interacción con mayor número de registros fue positiva y se dio con *C. livia* (20%), ya que ambas especies comparten sitio de anidación. La segunda interacción con más registros fue con *Q. mexicanus* (16%) y la clasifiqué como negativa, ya que se observé comportamientos agonistas por sitios de percha y de alimentación (Anexo 6). Obtuve una $X^2 = 228.655$, $P \leq 0.0001$ lo cual indica que existe una relación entre la especie y el tipo de interacción que presentan.

Es necesario recalcar la interacción con las especies de psitácidos nativos, ya que en ambos casos fueron negativas. Observé comportamientos agonistas (llamados, aleteos y sobrevuelos) por la defensa de territorio, ya sea sitio de alimentación o percha, resultando en el abandono del área por parte de alguna de las dos especies, siendo el número de individuos un factor para ello.

Cabe señalar que la parte superior del tanque elevado donde se encuentran los nidos, sirve como sitio de percha para un individuo de *F. peregrinus* lo cual representa un claro ejemplo de forrajeo óptimo, ya que este individuo al ser migratorio y encontrar la disponibilidad de recursos (alimento y refugio), decidió permanecer en el sitio. En cuanto a la *I. iguana* se observaron individuos entrando a los nidos en los momentos en que las cotorras se encontraban lejos de los mismos. Finalmente, la interacción con los insectos (familia Gryllidae) fue incluido en este apartado ya que se observó que *M. monachus* se alimenta de ellos, por lo cual se clasificó como depredación.

Variables antrópicas

Tomando en cuenta los registros previos de la especie y con base en los datos de INEGI, obtuve 20 áreas geoestadísticas básicas (AGEB's) con presencia de la especie y mediante selección aleatoria simple extraje 20 AGEB's sin registros previos (ausencias). El análisis de los 40 AGEB's seleccionados arrojó que para el modelo de regresión logística la puntuación de eficiencia estadística ROA indica una mejora significativa en la predicción de la probabilidad de ocurrencia de presencia/ausencia de la especie X^2= 28.758 y P= 0.001. Así mismo el valor de R^2 de Naglekerke muestra que el modelo propuesto explica el 68.4% de la varianza. La prueba de Hosmer y Lemeshow presentó una X^2= 5.338 y P= 0.721, lo cual revela un buen ajuste del modelo. De igual manera, la tabla de clasificación del bloque uno indica que el modelo a clasificado correctamente el 87.5% de los casos, por lo tanto, es un modelo aceptable.

En cuanto a las proporciones de probabilidad obtuve una relación positiva entre la cantidad de pavimento y la presencia de la cotorra, aumentando las probabilidades de presencia de la especie en 2.528 veces más que si no estuviera pavimentado. Así mismo un incremento en el alumbrado público, aumenta en 6.752 las probabilidades de presencia de la especie

Por otro lado, para la variable de población obtuve una relación negativa con la presencia de la especie ya que, a mayor densidad poblacional las proporciones de probabilidad de

ausencia de la especie aumentaría 1.00. De igual manera, para la población mayor de 60 años las proporciones de probabilidad de ausencia aumentan 1.02. Finalmente, para el caso de las plantas de ornato, a mayor cantidad de plantas de ornato las proporciones de probabilidad de ausencia aumentan 1.184. Sin embargo, los valores de Wald no son significativos, lo cual indica que este modelo no se puede generalizar.

Fuentes de introducción

Como resultado de las visitas que realicé a comercios locales, en todos los casos obtuve respuestas negativas, ofreciendo únicamente la venta de especies como periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*), agapornis (*Agapornis spp.*) y ninfas (*Nymphicus hollandicus*).

Así mismo, de la solicitud de información con número de folio 0001600142618 registrada en la plataforma nacional de transparencia (https://www.plataformadetransparencia.org.mx) referente a permisos de aprovechamiento; tuve como respuesta de parte de la Dirección General de Vida Silvestre la emisión de 18 permisos en el periodo de 2010 a 2018 con un total de 634 individuos, cabe recalcar que para los años 2011 y 2018 no se tuvieron avisos de aprovechamiento. Es necesario mencionar que de estos permisos ninguno fue emitido para los estados de la Península de Yucatán.

En cuanto al comercio ilegal, se realizó la solicitud de información con el folio 1613100206718, obteniendo respuesta por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en la cual se indica que se tuvieron 166 aseguramientos con un total de 817 individuos en el periodo de 2001 al 2018. En ese tiempo se tuvieron tres aseguramientos en la Península, todos en el estado de Yucatán, siendo el más reciente en noviembre del 2016 en el cual se realizó el aseguramiento de dos individuos en la ciudad de Mérida.

Análisis de riesgo

Resultados del análisis de riesgo desglosado por etapas:

A. Riesgo por liberación de individuos

A1. Riesgo para las personas por escape de individuos (0-2)
No existen reportes de ataques de *M. monachus* a personas en Ciudad del Carmen.
A1 = 0

A2. Riesgo para la seguridad pública por individuos cautivos (0-2)
Existen antecedentes de riesgo a la salud, debido a que se ha documentado a nivel internacional a *M. monachus* como fuente de zoonosis (Raso et al. 2014, Álvarez 2015, Briceño et al. 2017).
A2 = 1

Resultado Etapa A = 1- Moderadamente peligroso

B. Riesgo de establecimiento

B1. Grado de coincidencia climática entre la península y distribución de origen.
De la sumatoria de las categorías de la seis a la 10 del análisis realizado con climatch obtuve como resultado 11, lo cual equivale a un valor de seis y a la categoría extremo (Figura 8).

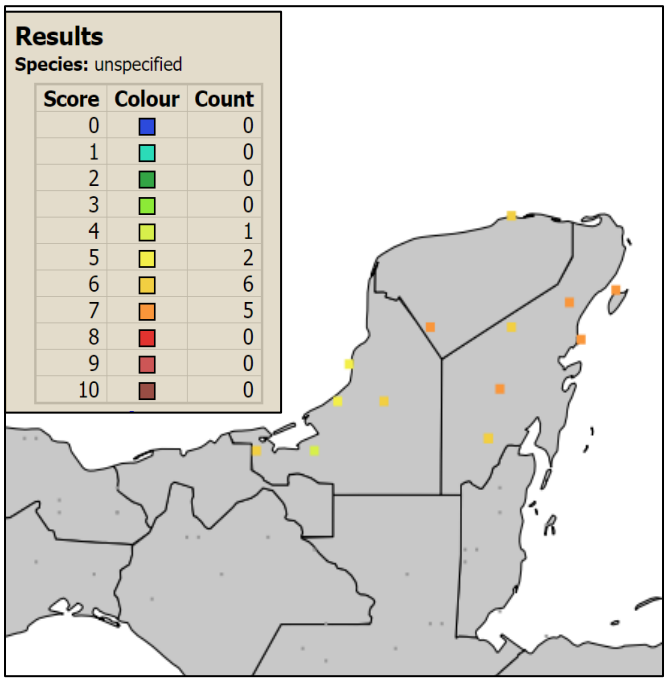


Figura 8. Valores de coincidencia climática de la Península de Yucatán con la distribución de origen de *Myiopsitta monachus* obtenidas por Climate match Score.

B1 = 4 (Alto)

B2. Población exótica establecida en el resto del país (0-4)

Se tienen registros de poblaciones de *M. monachus* en 26 estados del país (eBird 2019). A la par de que se encuentra dentro del acuerdo por el que se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras para México (DOF 2016).

B2 = 4

B3. Tamaño del rango de distribución en México (0-1)

De acuerdo a Ramírez-Bastida (2019) *M. monachus* tiene una superficie de distribución nativa e introducida de 8,827,620 km^2 (calculado con la herramienta de climatch https://climatch.cp1.agriculture.gov.au/climatch.jsp).

B3 = 1

B4. Clase taxonómica (0-1)

Aves

B4 = 0

B5. Dieta

De los datos que obtuve, encontré que la especie puede alimentarse de una variedad de elementos, los cuales abarcan tanto el componente vegetal y animal, así como del sustrato (geofagia) y pueden llegar a ser oportunistas (residuos orgánicos).

B5 =1

B6. Hábitat

La población estudiada, se encuentra dentro de la zona de mayor perturbación de la isla, lo cual indica que no tiene problema en sobrevivir y reproducirse en hábitats perturbados por humanos.

B6 = 1

B7. Comportamiento migratorio

No se encontró evidencia de la presencia de *M. monachus* en comunidades cercanas a Ciudad del Carmen, centrándose la presencia de la misma en la zona noroeste de la isla, es decir cercanas a los sitios de alimentación y de anidación.

B7 = 0

Resultado Etapa B = Alto

C. Riesgo de convertirse en plaga

C1. Grupo taxonómico (0-4)

Bomford menciona a los Psittaciformes dentro de los taxones más propensos a causar daños agrícolas. Además, aunque no se tienen registro de hibridación, en

el área existen diversas especies nativas lo que hace que exista la probabilidad de hibridación.

C1 = 3

C2. Tamaño del rango de distribución en México (0-2)

De acuerdo a Martínez-Meyer (2017) para el 2016 el tamaño del rango de distribución de *M. monachus* en México era de 1,316,326

C2 = 2

C3. Dieta y alimentación (0-3)

Obtuve que la dieta está conformada principalmente por el componente vegetal, además pertenecer al grupo taxonómico de aves, por lo que *M. monachus* entraría en la categoría de herbívoro o no mamífero.

C3= 0

C4. Competencia con fauna nativa por huecos en los árboles (0-2)

El único sitio de anidación que encontré pertenece a una estructura humana, por lo que no se considera que exista competencia por cavidades con la fauna nativa.

C4 = 0

C5. Estatus como plaga ambiental en el país (0-3)

Aunque los registros en cuanto a las afectaciones como plaga son escasos para el país. *M. monachus* se encuentra enlistada dentro del acuerdo por el que se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras para México (DOF 2016) y según el MERI para especies exóticas en México, está catalogada como Riesgo Muy alto (CONABIO 2015).

C5 = 3

C6. Coincidencia con especies nativas o poblaciones de psitácidos susceptibles (0-5)

En la Península de Yucatán se tienen registradas nueve de las 22 especies de psitácidos presentes en México (MacKinnon 2018, CONABIO 2015) de las cuales tres son consideradas como cuasiendémicas (*A. xantholora*, *A. oratrix* y *A. farinosa*) (CONABIO 2015). Así mismo según Monterubio-Rico et al. (2016) la península de Yucatán y la vertiente del golfo de México representan el 60% de las áreas con distribución potencial de siete especies de psitácidos.

C6= 2

C7. Situación de plaga para la producción primaria en México (0-3)

Pese a que en otros países se tiene amplia información respecto a los daños que *M. monachus* puede causar en los diversos sectores (Tala et. al 2005; Reed et al. 2014; Avery y Lindsay 2016; Senar et al. 2016; Ramírez y Aramburú 2017), en México existe muy poca información referente a ello, Muñoz-Jiménez y Alcántara-Carbajal (2017) encontraron un daño del 1.6% de daños a cultivos de maiz localizados en Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México.

C7= 1

C8. Coincidencia climática con producción primaria susceptible (0-5).

La Península de Yucatán es considerada por muchos como el huerto de México, por la variedad de productos agrícolas y pecuarios que se producen en la zona, tomando eso en cuenta, con datos de INEGI (2010) y SIAP (2018) calculé el puntaje de daño potencial a productos básicos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Cálculo del puntaje de daño potencial total provocado por *M. monachus* a productos básicos, en la Península de Yucatán.

Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5
Producto	Índice de Valor del Producto1 (CVI)	Puntaje del Impacto Potencial al Producto (PCIS, 0-3)	Puntaje de coincidencia climática con productos básicos	Puntaje de daño al producto básico (CDS,

			(CMCS, 0-5)	columnas 2x3x4)
Ganado (incluye leche y carne)	11	0	0	0
Madera (nativa y plantaciones forestales)	10	1	4	40
Cereales (incluye trigo, cebada y sorgo)	8	3	3	72
Borregos (incluye carne y lana).	5	0	0	0
Frutas (incluye uvas para vino)	4	3	3	36
Vegetales	3	1	3	9
Aves de corral y huevos	2	0	0	0
Acuicultura (incluye maricultura costal)	2	0	0	0
Oleaginosas (incluye cártamo, girasol, soya, canola, etc.)	1	3	4	12
Leguminosas de grano (incluye frijol).	1	2	4	8
Caña de azúcar.	1	0	0	0
Algodón	1	0	0	0
Otros cultivos y horticultura (incluye nueces, tabaco y flores).	1	1	3	3
Cerdos.	1	0	0	0
Otro tipo de ganado (cabras, venados y conejos).	0.5	0	0	0
Abejas (incluye miel, cera de abeja y polinización)	0.5	0	0	0
Puntaje total de daño de productos básicos (TCDS)		180		

C8=5

C9. Propagación de enfermedades (1-2)

No existen datos sobre sobre propagación de enfermedades debido a *M. monachus* en Ciudad del Carmen. Sin embargo, a nivel nacional existe una alerta sobre influenza aviar presente en un embarque de *M. monachus* proveniente de Uruguay (Álvarez 2015).

C9 = 2

C10. Daño a propiedades (0-3)

No se tienen datos sobre daños de la población en Ciudad del Carmen, así mismo no existen estudios referentes a pérdidas causadas por la especie a nivel nacional, sin embargo, pese a ello se sabe que ha habido daños que no han sido cuantificados.

C10 = 1

C11. Daño a personas (0-5)

Pese a que no se tienen registros de ataques a personas a nivel local o nacional, existe el riego de ataques debido a que se encuentran en zonas altamente transitadas, así mismo a nivel internacional se ha considerado como transmisora de diferentes enfermedades, tal es el caso de psitacosis zoonótica (Briceño et al. 2017)

C11 = 3

Resultado Etapa C= Extrema

D. Asignación de una categoría de riesgo (Baja, moderada, grave o extrema)

De acuerdo a la tabla de decisión y tomando en cuenta los resultados obtenidos en las primeras tres etapas, la categoría de riesgo de *M. monachus* y su potencial invasivo para la Península de Yucatán, resultó extremo (Cuadro 9).

Cuadro 9. Tabla de decisión para asignar categoría de riesgo (VPC) (Bomford 2008)

Riesgo de establecimiento (B)	Riesgo de convertirse en plaga (C)	Riesgo por liberación o escape de individuos (A)	Categoría de riesgo (VPC)
Extremo	Extremo	Altamente, moderadamente o no peligroso	Extremo
Extremo	Alto	Altamente, moderadamente o no peligroso	Extremo
Extremo	Moderado	Altamente, moderadamente o no peligroso	Extremo
Extremo	Bajo	Altamente, moderadamente o no peligroso	Extremo
Alto	Extremo	Altamente, moderadamente o no peligroso	Extremo
Alto	Alto	Altamente, moderadamente o no peligroso	Extremo
Alto	Moderado	Altamente, moderadamente o no peligroso	Grave
Alto	Bajo	Altamente, moderadamente o no peligroso	Grave
Moderado	Extremo	Altamente, moderadamente o no peligroso	Extremo
Moderado	Alto	Altamente, moderadamente o no peligroso	Grave
Moderado	Moderado	Altamente peligroso	Grave
Moderado	Moderado	Moderadamente o no peligroso	Moderado
Moderado	Bajo	Altamente peligroso	Grave
Moderado	Bajo	Moderadamente o no peligroso	Moderado
Bajo	Extremo	Altamente, moderadamente o no peligroso	Grave
Bajo	Alto	Altamente, moderadamente o no peligroso	Grave
Bajo	Moderado	Altamente peligroso	Grave
Bajo	Moderado	Moderadamente o No peligroso	Moderado
Bajo	Bajo	Altamente peligroso	Grave
Bajo	Bajo	Moderadamente peligroso	Moderado
Bajo	Bajo	No peligroso	Bajo

Propuesta metodológica

Debido a que detecté que en el análisis de riesgo propuesto por Bomford (2008), no se incluyen aspectos básicos y relevantes de la ecología de la especie, como son la alimentación, interacción con especies locales y el tipo de crecimiento poblacional, por lo que propongo que anexo a la aplicación de dicha metodología se realice lo siguiente (Cuadro 10):

Cuadro 10. Comparativo del nivel de invasividad de *M. monachus* entre Ciudad del Carmen y el resto del país, con base en los atributos biológicos que caracterizan una especie invasora propuesto por Lodge (1993) y Ramírez y Aramburú (2017).

Característica	**Parámetro**	**Valor máximo**	**Valor mínimo**	***Criterio**	**Ciudad del Carmen**	**** México**
Altas tasas de crecimiento y reproducción	Tasa de crecimiento anual	3	1	1.- De 0.1 a 0.5 2.-De 0.6 a 1 3.-Valores superiores a 1	1	3
	Tamaño de puesta	3	1	1.-Dentro de los valores normales 2.-Puestas por encima de los valores considerados como normales	2 - 10 huevos	6-8 huevos
Habilidad de colonizar rápidamente nichos vacíos	Capacidad de establecimiento	3	1	1.-no es especie pionera y no tiene capacidad de abarcar nuevos espacios 2.-no es especie pionera con capacidad de abarcar nuevos espacios 3.-Colonizador o especie pionera	1	2
Elevada plasticidad y flexibilidad fenotípica	No aplica para la especie					
Alta capacidad de hibridación	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Alta variabilidad genética	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mecanismos eficaces de dispersión	Migración	2	1	1.- Especie no migratoria 2.-La especie migra de su sitio de distribución natural a otros sitios para alimentarse o reproducirse por temporalidad	1	1

	Dispersión (Capacidad de movimiento local)	3	1	1.-Difusión o movimiento gradual de una población a través de terrenos favorables por un período de varias generaciones 2.- A saltos, o movimiento de organismos individuales a grandes distancias, seguido del establecimiento con éxito de una población en la nueva área; por lo general las áreas intermedias no son adecuadas para la vida de estos organismos 3.- Dispersión secular o extensos rangos de distribución. Es la dispersión a lo largo de lo que podríamos llamar el tiempo evolutivo. Miles o cientos de miles de años. El resultado puede ser la aparición de nuevas ecoespecies a lo largo de su área de distribución como una consecuencia de la selección natural	1	2
Escasez de enemigos naturales como depredadores, competidores, enfermedades y parásitos	Depredadores	3	1	1.-Gran diversidad de depredadores con la capacidad de menguar o de extinguir las poblaciones a nivel local 2.-Presencia de depredadores sin capacidad de menguar la población 3.-Sin depredadores en el área	2	2
	Enfermedades	2	1	1.-No es transmisora de enfermedades 2.-La especie es transmisora de enfermedades, posible fuente de zoonosis	ND	2
Dieta amplia, generalmente son especies omnívoras o polífagas	Tipo de alimentación	3	1	1.-Especialista: Su dieta consta principalmente de 1 o 2 tipos de alimentos 2.-Polífago: Se alimenta de múltiples tipos de alimentos pero no de cualquier alimento 3.- Omnívoro: Se alimenta de cualquier tipo de alimento	2	3
Generalista de hábitat	Número de hábitats que ocupa	3	1	1.-Especialista de hábitat 2.-Ocupa diferentes hábitats 3.-Puede ocupar casi cualquier tipo de hábitat	2	2

Asociación con ambientes antropizados o perturbados (comensal de los humanos)	Asociación con los humanos	3	1	1.-Ocupa espacios naturales o prístinos (sin presencia humana) 2.-Puede ocupar espacios perturbados por el humano (sin presencia humana): áreas agrícolas, áreas verdes, etc. 3.-Ocupa espacios con presencia humana	2	3

*Los criterios fueron establecidos con base en la literatura existente sobre la especie (Aramburú 1996ª, Domínguez 2005, Barrios et al. 2014, De La Peña 2016, Molina et al. 2016, Di santo et al. 2016 Muñoz-Jiménez y Alcántara-Carbajal 2017,

** Los datos fueron tomados con base en estudios realizados en diferentes partes del país por diversos autores (Barrios et al. 2014, Muñoz-Jiménez y Alcántara-Carbajal 2017, Ramírez-Bastida 2019

Discusión

Hábitos alimentarios

Aramburú y Corbalán (2000), mediante el contenido estomacal de pichones de *M. monachus* en vida silvestre, determinaron que el componente vegetal resultó ser el de mayor importancia en elementos (16), frecuencia y volumen. Esto coincide con lo que encontré en Ciudad del Carmen, ya que el componente vegetal (frutas y semillas, brotes y corteza) resultó ser el de mayor importancia representando en su conjunto más del 85% de la alimentación registrada en términos de elementos y frecuencia de registro. Así mismo, el alimento que se registró con mayor frecuencia fue *T. catappa* y pese a que no se encuentra enlistada en la CONABIO como especie invasora, es una planta introducida, naturalizada en la mayor parte de México y que ha sido catalogada como invasora en algunas islas del trópico, debido a que puede llegar a desplazar a especies nativas (GISD 2019). Lo anterior representa un claro ejemplo de la asociación entre especies introducidas. No se encontraron evidencias de alimentación con granos, esto debido a que en la isla se carece de zonas agrícolas.

Cabe señalar que el registro de consumo del género *Citrus* por *M. monachus* en Ciudad del Carmen, concuerda con lo encontrado por De la Peña y Salvador (2010), quienes reportaron que *M. monachus* consume dos especies pertenecientes a este género en su área de distribución nativa. Lo anterior toma importancia, ya que en la isla existe la costumbre de tener cítricos en los patios de las casas, por lo que podría considerarse un elemento clave en la disponibilidad de alimento para la cotorra. El uso de corteza de árbol en la alimentación de pollos coincide con lo observado en otros estudios (Enkerlin–Hoeflich et al. 1995, Aramburú y Corbalán 2000, Vaughan et al. 2006), sin que exista una explicación clara del porqué de ello.

Es importante recalcar que, si bien el componente vegetal fue el de mayor importancia, las frutas que registré son de temporada, por lo que es de suponerse que a lo largo del año los elementos que componen la dieta deben variar de acuerdo a la disponibilidad de los mismos. Esto coincide con las variaciones de la dieta de *M. monachus*, registrada en

Estados Unidos, donde se encontró que el consumo de frutas se centra en verano, cuando existe una mayor disponibilidad, teniendo el consumo de granos un aumento en otoño e invierno y para la primavera flores e insectos (South y Pruett-Jones 2000, Avery y Lindsay 2016).

En cuanto al componente animal en la dieta, se ha registrado con anterioridad que *M. monachus* se alimenta de diversos grupos como coleópteros, dípteros, himenópteros, entre otros (De La Peña 2016, Aramburú y Corbalán 2000 y Salvador 2013) sin embargo, no se tiene registro previo de alimentación de ortópteros, por lo que el registro que obtuve en el presente trabajo, aporta al conocimiento de los hábitos alimentarios de la especie.

También pude comprobar el fenómeno de la geofagia, el cual es un registro comportamental poco documentado en *M. monachus* silvestres, contando únicamente con dos registros anteriores (Gilardi 2003, Severo-Neto 2012). Al realizar el comparativo de los resultados obtenidos en el análisis de suelo del sitio de estudio, se comprobó que la zona está compuesta principalmente de arena (90.9%) contrario a lo registrado por Gilardi (2003) quien observó un grupo de individuos de *M. monachus* ingiriendo arcilla localizada en puntos, dentro de una zona arenosa en Brooklyn, New York; así mismo, Severo-Neto (2012) registró esta especie forrajeando los “Barreiros” (montículos arcillosos) en la zona de salinas en Pantanal, Brasil.

Existen diversas hipótesis sobre la función de la geofagia en las aves, en particular de los psitácidos, las cuales se dividen en dos grupos principales: geofagia usada como ayuda en la digestión y geofagia usada como apoyo en la nutrición (absorción de minerales) (Colleen et al. 2019). Para este caso, dado los resultados que obtuve en la comparación de las muestras de suelo (sitio de alimentación y sitio control), podría suponer que la geofagia funge como un suplemento nutricional, ya que el sitio donde se realiza la misma (sitio de alimentación), cuenta con valores más altos de materia orgánica, así como de la mayoría de los macro y micro nutrientes en comparación con el sitio control. Sin embargo, no puedo descartar la hipótesis de apoyo a la digestión porque no cuento con datos para hacerlo.

Fenología reproductiva

De la Peña (2016) realizó un compendio de diversos estudios de *M. monachus* en Argentina, en los cuales encontró que la temporada de reproducción abarca de septiembre a diciembre. En comparación de lo que observé en Ciudad del Carmen, donde registré la temporada de reproducción de finales del mes de febrero hasta finales del mes de mayo. Al mismo tiempo Beltrán et al. (2015) en el zoológico de Barcelona, registraron la temporada de reproducción entre abril y septiembre. Cabe señalar que, pese a las diferencias en los meses entre los tres sitios, todos coinciden con los meses más cálidos sus respectivas zonas.

En cuanto al tamaño de nidada, la puesta suele ser de dos a ocho huevos en condiciones normales (De la Peña 2016, Molina et al. 2016), por lo que existe una concordancia con lo que registré en Ciudad del Carmen. Con excepción de un nido con 10 huevos, lo cual representa una puesta extrema. Lo que podría estar dado por la tendencia de *M. monachus* a formar colonias (Tala et. al. 2005, Carrasco 2014, Avery y Lindsay 2016), favoreciendo el intraparasitismo (Hamilton y Orians 1965, Aramburú 1996a). Según Del Hoyo et al. (1997) las variaciones en el tamaño de nidada, podrían estar dadas por la disponibilidad de recursos, en particular el alimento. El lapso de eclosión que encontré 24 a 28 días, corresponde con lo observado por otros autores, 23.8 días (Aramburú 1996b) y 24 a 25 días (Di Giacomo 2005 y De la Peña 2013), lo cual era de esperarse debido al tamaño de los huevos y el tipo de desarrollo altricial de la especie (Carril 2015).

En cuanto a la tasa de crecimiento según lo reportado para Madrid, Molina et al. (2016) encontraron que la población se duplica cada 4.5 años, en comparación a lo que obtuve para Ciudad del Carmen, en donde se duplicará en un lapso de 3.5 años. Pese a que ambas poblaciones tienen tamaños diferentes, siendo mayor en Madrid, Ciudad del Carmen presenta un tiempo de duplicación menor. Lo anterior podría deberse a que la isla no cuenta con ningún tipo de manejo o control a la población de cotorras, contrario a las múltiples medidas que se han tomado en España (Molina et al. 2016). Concordando con Postigo et al. (2019), quienes realizaron un comparativo entre los estados de la Unión

Europea que cuentan con un control y regulación de *M. monachus* y los que carecen de él, encontraron que existe un aumento exponencial de la población, exceptuando los países donde se tiene un manejo de la especie.

Por lo que se refiere al hábitat de anidación, encontré un solo soporte de nido y se trató de una estructura humana, teniendo ausencia de nidos en árboles o algún otro tipo de sustrato, diferente a lo registrado en otras partes de México donde se ha observado la presencia de nidos en diversas especies de árboles con alturas promedio de 16.79 m (González et al. 2019). Por su parte Zabala-Ordáz (2013), reportó una preferencia de las cotorras por anidar en árboles, palmas y yucas, en comparación con estructuras creadas por el hombre. En Madrid, Carrasco (2014) encontró que existe una relación positiva altura-diámetro para que un árbol sea seleccionado como sitio de anidación. Esto cobra relevancia debido a que en la isla el porcentaje de árboles y estructuras de gran altura es muy reducido, lo cual podría explicar por qué no se ha tenido registro de la especie anidando en árboles.

En cuanto a la vegetación circundante Zabala-Ordáz (2013), encontró que la abundancia de vegetación no es una variable determinante para la selección de sitio de anidación, pese a ello, encontró que existe una disponibilidad de flores, frutos y semillas cercanas a ellos. Esto concuerda con lo que observé ya que todas las especies arbóreas encontradas en el sitio de anidación fueron aprovechadas ya sea para alimentación o en la construcción de nidos, lo cual da una idea de lo adaptable que es la especie al momento de utilizar los recursos que tiene a su alcance.

Por otro lado, en cuanto al co-anidamiento que pude documentar, no es la primera vez que se registran este tipo de interacción con otra especie. De Lucca (1992) realizó una recopilación de los datos existentes sobre la asociación de *M. monachus* y diversas especies, principalmente Falconiformes y Strigiformes ligadas a las estructuras de nidificación de la cotorra argentina, en donde se describen diversas interacciones, tal es el caso de la nidificación de halcones dentro de nidos activos de *M. monachus*. Siendo así que autores como Tracey y Miller (2018) aseveraron que la presencia de nidos de *M. monachus*, en ciertas zonas, puede llegar a favorecer la nidificación de especies que

cuentan con sitios limitados como *Falco sparverius paulus*. Lo anterior puede ser considerado como comensalismo ya que estas especies únicamente hacen uso de la estructura, sin añadir materiales o aportar en el mantenimiento del nido. Sin embargo, en Ciudad del Carmen, la relación que observé entre rapaces y *M. monachus* fue depredador-presa, por lo que no existe el comensalismo entre estos individuos.

Por otra parte, Smith y Fretes (2013) documentaron la nidificación cooperativa de *M. monachus* con *Coryphistera alaudina*, donde se observó el acarreo de material y mantenimiento del nido por parte de las dos especies. De igual manera se ha estudiado la interacción en nidos de *M. monachus* y *C. livia* encontrándose que es posible el co-anidamiento logrando nidadas exitosas para ambas especies (Nores 2009), tal es el caso de lo que documenté en Ciudad del Carmen, ya que se logró captar el acarreo de material y mantenimiento de un mismo nido por parte de individuos de ambas especies.

Interacciones interespecíficas

La introducción de una especie representa a menudo un cambio en la conducta de la comunidad establecida en el sitio, ya que suelen afectar los patrones depredador/presa, su velocidad de reproducción, la probabilidad de transmisión de enfermedades, competencia por recursos o el riesgo de hibridación (Wittenberg and Cock, 2001). Por ello, las interacciones que registré en este trabajo representan un avance en el entendimiento de las alteraciones que pudiera representar la introducción de *M. monachus* en la dinámica de la comunidad establecida en Ciudad del Carmen. Es importante recalcar que de las nueve interacciones que clasifiqué como negativas debido a los comportamientos agonistas entre las especies, cuatro se refieren a relaciones depredador/presa (*R. magnirostris, F. peregrinus, I. iguana, C. cheriway*), éstas resultan beneficiosas para el manejo de la especie, ya que, al ser depredadas por las especies mencionadas, estas sirven como control biológico de la cotorra.

Con relación a las interacciones con psitácidos nativos, Camerino y Nos (1983) realizaron un estudio de un grupo heteroespecífico de psitácidos en cautiverio, en el que la *M.*

monachus resultó ser la especie con niveles más altos de agresividad. Esto representa un foco rojo, ya que, se observó que el número de individuos es decisivo en las interacciones agonistas registradas con otras especies de psitácidos, lo que da una idea de que el aumento de la población de *M. monachus* en la isla, sumaría un factor negativo, al cual deben de enfrentarse las especies nativas en la búsqueda de recursos.

Por otro lado, pese a que la mayor cantidad de interacciones se dieron con *C. livia* en el sitio de anidación, fue en los sitios de alimentación donde se obtuvo una mayor diversidad de especies interactuantes, contrario a lo reportado por Di Santo et al. (2016) quienes tuvieron ausencia de interacciones en los sitios de alimentación, presentando únicamente comportamientos interespecíficos cerca de los nidos. No obstante, Peck et al. (2014) comprobaron que la simple presencia de una especie introducida cerca de recursos comúnmente utilizados por especies nativas puede tener impactos complejos y sutiles en su comportamiento.

Variables antrópicas

La relación directa entre el grado de urbanización y la presencia de *M. monachus* está bien documentada (Vall-llosera y Sol 2009, Rodríguez-Pastor et al. 2012, Postigo 2013, Maldonado 2019), coincidiendo con los resultados que obtuve en el presente estudio. Ya que las variables que elegí logran explicar más de la mitad de la varianza (68.4%), es posible interpretarlas como factores relevantes en la presencia/ausencia de la especie. Esto es respaldado con el ajuste del modelo, lo cual indica que los resultados que obtuve están lejos de ser producidos por el azar.

Variables como pavimento y alumbrado público resultaron estar asociadas a la presencia de la especie, esto coincide parcialmente con lo obtenido por Maldonado (2019) quien encontró una fuerte relación entre el porcentaje cubierto por pavimento, con el número de aves invasoras presentes en su sitio de estudio. Sin embargo, en dicho trabajo no se puso a prueba la influencia del alumbrado público en la presencia de *M. monachus,* la cual resultó ser la que más aumenta la probabilidad de presencia de la especie, para el

presente modelo. Es necesario recalcar que, pese a que no tuve evidencias del uso del alumbrado público como soporte para nidos, la relación entre dicha variable y la presencia de *M. monachus*, podría deberse a que la especie hace uso de cables y postes como sitios de percha. Ambas variables respaldan la idea de la relación del grado de urbanización y la presencia de *M. monachus*, tal como encontró Postigo (2013) quien reportó la variable Huella ecológica, como la segunda de mayor relevancia para explicar cómo la especie se ve favorecida por la influencia humana en un modelo a escala local.

Así mismo, las variables de densidad poblacional, población mayor de 60 años y plantas de ornato están relacionadas con la ausencia de la cotorra, a diferencia de lo encontrado en otros trabajos, en los que dichas variables se encontraron asociadas a la presencia de la especie (Rodríguez-Pastor et al. 2012, Postigo 2013, Maldonado 2019). Esto podría encontrar explicación en las características del área, ya que existen en la isla, grandes zonas que han sido fuertemente modificadas, presentando altos niveles de urbanización, y cuentan con una gran afluencia de personas, tal es el caso de la zona de feria, el boulevard costero, zonas de playa, etc. Pese a ello, estas áreas no son utilizadas como zona residencial y no cuentan con una población establecida, lo que pudo afectar los resultados obtenidos, puesto que los datos de INEGI reportan estas áreas con población cero. Por otro lado, la relación entre la ausencia de la cotorra y la variable de plantas de ornato podría deberse a que en la isla existe una gran variedad de árboles frutales y maderables, los cuales, son empleados tanto en la alimentación, como en la elaboración de nidos; siendo así que, al existir la disponibilidad de estos recursos, *M. monachus* simplemente muestre preferencia por las áreas donde existe dicha disponibilidad.

Finalmente, como era de esperar, dada la escala en que se realizó la investigación, los valores de Wald no significativos, indican que este modelo no es generalizable, tal como menciona Plasencia-Vázquez (2014), quien señala que la escala de trabajo es determinante para el número de variables que explicarán un proceso, entiéndase así que, a menor escala de trabajo, las variables tienden a ser menos generalizables.

Fuentes de introducción

Pese a las discrepancias entre los expertos sobre el efecto de la veda del 2008 sobre el comercio de pericos mexicanos en la introducción y comercialización de *M. monachus* (MacGregor-Fors et al. 2011, Hobson et al. 2017, Cantú-Guzmán y Sánchez-Saldaña 2018), todos coinciden en que el comercio ilegal es una causa importante de introducción de la especie. Lo cual coincide con los antecedentes revisados para la Península de Yucatán, ya que los reportes indican que la especie ha sido comercializada de manera ilegal en la región, por lo que la llegada de la especie a Ciudad del Carmen, se puede presumir se realizó debido al comercio ilegal.

Análisis de riesgo

Al comparar los resultados obtenidos por Ramírez-Bastida (2019) en el análisis de riesgo de *M. monachus* para el país, ambos trabajos tuvieron como resultado que la especie se encuentra en la categoría de riesgo extremo de invasión. Pese a ello hubo algunas discrepancias entre los valores asignados en cada factor, tal es el caso de la etapa B (Riesgo de establecimiento) cuyo resultado para la Península de Yucatán es Alto a diferencia de la categorización como riesgo extremo para el país, centrándose las diferencias principalmente en el grado de coincidencia climática y en el comportamiento migratorio de la especie. Teniendo el comportamiento migratorio un papel importante en la expansión de la especie al resto de la Península de Yucatán, ya que, al estar la población focalizada en Ciudad del Carmen, su expansión dependería principalmente de factores como el traslado de individuos mediante el comercio ilegal.

Cabe recalcar que, pese a que la metodología propuesta por Bomford (2008) es una de las más aceptadas y completas que hay, existen puntos en los cuales se podría realizar una categorización más puntual, de manera tal que se obtenga una puntuación más precisa sobre el potencial invasivo de la especie. Tal es el caso de la dieta, la cual se categoriza en especialista y generalista según Bomford (2008). No obstante, al contar con datos más precisos sobre la alimentación de la especie, como es en el caso de las

observaciones obtenidas en este trabajo, se podría realizar una categorización más detallada, en la cual se incluyan los diferentes grados de especialización alimentaria de la especie permitiendo determinar la relación de la especie con los recursos a su disposición y la forma en que se desenvuelve en los distintos niveles tróficos (Sarmiento 2001)

Otro punto para recalcar es la casi completa omisión de la interacción de la especie invasora con las especies locales, la cual únicamente se toca en dos factores: competencia por huecos en los árboles y coincidencia climática con especies nativas. A pesar de ello, como se pudo comprobar en los datos obtenidos en este trabajo, existen interacciones que resultan ser de gran importancia para el establecimiento de la especie, tal es el caso de la anidación cooperativa o bien la existencia de depredadores en el área. Además de que no se considera ninguno de los atributos de la fenología reproductiva, factor determinante en el establecimiento y expansión de la especie.

Cabe mencionar que si bien, la propuesta abarca una gama más amplia de aspectos dentro de la biología de *M. monachus*, aún existen vacíos de información los cuales representan ventanas de oportunidad para futuras investigaciones, tal es el caso de la capacidad de hibridación de la especie y la variabilidad genética.

Conclusiones

- Es probable que pueda existir una variación estacional de la dieta, puesto que de los elementos que registré, 68% corresponden a la categoría de frutas y semillas, siendo las frutas de temporada una parte importante de la misma. Prevalecen elementos que son empleados no solo como alimento, sino también como sustrato de nido tal es el caso de *T. catappa* (53 EA) y *C. odorata* (40 EA). Existe una relación entre el sitio y frecuencia de alimento, siendo el Punto D que presentó mayor frecuencia (51.2%). Esto se relaciona con el hecho de que las observaciones las realicé en el periodo de reproducción. Se sospecha que el fenómeno de geofagia observado pueda fungir como suplemento nutricional, dados los valores altos de materia orgánica (13.06%) y la presencia de micro y macronutrientes. Sin embargo, no cuento con datos suficientes para tal aseveración, por lo cual recomiendo realizar más estudios referentes al tema.
- La temporada de reproducción abarca el final de la temporada de nortes y principio de lluvias (febrero-mayo). Con un lapso de eclosión de 24 a 28 días y eclosión asincrónica. Contando con un solo sitio de anidación el cual es una estructura humana (tanque de agua elevado). Además, pude documentar el co-anidamiento con *C. livia*.
- Estimé que el tiempo para que la población de *M. monachus* se duplique es un periodo de 3.5 años.
- *M. monachus* presentó interacciones con 14 especies de animales, siendo las aves el grupo con el que interactúa principalmente. Encontré una relación entre la especie y el tipo de interacción, recalcando las relaciones depredador/presa por contribuir al control biológico de la especie, así como los registros con psitácidos nativos, en los cuales observé que el número de individuos por parvada podría ser un factor determinante al momento de apropiarse de recursos (sitios de percha, alimentación, etc.).
- El modelo lineal no generalizado que realicé resultó adecuado para explicar de manera puntual la distribución de la especie en Cd. del Carmen. Sin embargo, no

es generalizable. Con respecto a las variables que explican la presencia de la especie son pavimento y alumbrado público, siendo esta última un aporte del presente trabajo, ya que no se tiene registro de su uso en otros trabajos. Densidad poblacional humana, población humana mayor de 60 años y plantas de ornato están relacionadas con la ausencia de *M. monachus* en Cd. del Carmen, contrario a lo registrado por otros autores.

- No obtuve evidencias de introducciones o comercialización recientes, siendo el comercio ilegal, la fuente más probable de introducción.
- Finalmente, al evaluar el potencial invasivo de *M. monachus*, obtuve que la especie se encuentra en riesgo extremo de invasión en la Península de Yucatán, según la metodología propuesta por Bomford (2008), recalcando que en los resultados obtenidos en la etapa B (riesgo de establecimiento), el comportamiento migratorio de la especie podría limitar su expansión y establecimiento. A la par se detectaron varios rubros como el tipo de alimentación, interacciones con especies locales y crecimiento poblacional que son determinantes para precisar el potencial de invasión de una especie a nivel local.

Literatura citada

Álvarez JA, Calvar M. 2015. CITES Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, Regional reports, Central and South America and the Caribbean. [Internet]. Available: https://cites.org/sites/default/files/eng/com/ac/28/E-AC28-23-03.pdf

Amador-del Ángel LE, Endañú EH, López EC, Wakida-Kusunoki AT, Carrió EG, Brito R. 2015. Fauna exótica establecida e invasora en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, Campeche: Estado actual, impactos, necesidades y perspectivas. In: Amador-del Ángel L.E. FCM, editor. Primera. Carmen: Universidad Autónoma del Carmen. p. 232–276.

Amador-del Ángel LE, Wakida-Kusunoki AT. 2014. Peces invasores en el sureste de México, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.): Especies acuáticas invasoras en México. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. p. 425-433.

Aramburú, R. 1996a. Nidadas supernormales en cotorra común *Myiopsitta monachus* (Aves: Psittacidae). Ornitología Neotropical 7:155-156.

Aramburú R. 1996b. Supervivencia de pichones de la cotorra común *Myiopsitta monachus* en una población silvestre. Resúmenes IX RAO: 1. Buenos Aires.

Aramburú R, Corbalán V. 2000. Dieta de pichones de cotorra *Myiopsitta monachus* (Aves: Psittacidae) en una población silvestre. Ornitología Neotropical 11: 241-245.

Avery ML, Lindsay JR. 2016. Monk Parakeets. Wildl. Damage Manag. Tech. Ser. 8. [Accessed 2018 Apr 30]. https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1009&context=nwrcwdmts.

Baldo D, Borteiro C, Brusquetti F, García JE, Prigioni C. 2008. Reptilia, Gekkonidae, *Hemidactylus mabouia*, Tarentola mauritanica: Distribution extension and anthropogenic dispersal. Check List. 4(4):434-438.

Barrios Y, Born-Schmidt G, González AI, Koleff P, Mendoza R. 2014. Avances en el desarrollo de criterios para definir y priorizar las especies invasoras, en R. Mendoza y P. Koleff (coord.), Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. pp. 113-121

Beltrán I, Caballero A, Marín D. 2015. Evolución del inventario arbóreo del Zoo de Barcelona y su función en la atracción de avifauna. Naturalización de *Ardea cinerea*, *Myiopsitta monachus*, Pica y Sylvia atricapilla. [Memoria del Trabajo de Fin de Grado]. Universidad Politécnica de Valencia. Gandia. pp. 158.

BirdLife International. 2018. BirdLife Data Zone. [Accessed 2018 Oct 19]. http://datazone.birdlife.org/home.

Bomford M. 2008. *Risk assessment models for establishment of exotic vertebrates in Australia and New Zealand*. Henderson, W. (Ed.). Invasive Animals Cooperative Research Centre, Australian Government. Canberra. ISBN: 978-0-9804999-7-1.t.

Bonter DN, Zuckerberg B, Dickinson JL. 2009. Invasive birds in a novel landscape: habitat associations and effects on established species. *Ecography* (DOI: 10.1111/j.1600-0587.2009.06017.x)

Briceño C, Surot D, González-Acuña D, Martínez FJ, Fredes F. 2017. Parasitic survey on introduced monk parakeets (*Myiopsitta monachus*) in Santiago, Chile. Rev. Bras. Parasitol. Veterinaria. 26:129–135.

Butler CJ. 2003. Population biology of the introduced Rose-ringed Parakeet *Psittacula krameri* in the UK. [Tesis de doctorado]. Oxford, Reino Unido: University of Oxford. pp. 312.

Camerino M, Nos R. 1981. Estudio comparado de la estructura social de un grupo heteroespecífico de psitácidos (Aves, Psittacidae) en cautividad. *Miscelánea Zoológica*. 7: 145-64.

Cantú-Guzmán JC, Sánchez-Saldaña ME. 2018. La importación masiva de periquitos monje por México: Desenmascarando el Mito. Defenders of Wildlife y Teyeliz A.C. diciembre. 2018. pp. 34.

Capdevila-Argüelles L, Iglesias A, Orueta JF, Zilleti B. 2006. Especies Exóticas Invasoras. Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo. Madrid. Organismo autónomo parques nacionales. Ministerio de medio ambiente.

Carrasco NE. 2014. Selección de lugares de nidificación por la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en los parques y jardines de la ciudad de Madrid [Tesis de Máster en Ecología]. Universidades Autónoma y Complutense de Madrid [accessed 2018 Mar 30].

Carril J, Tambussi CP. 2015. Development of the superaltricial monk parakeet (Aves, Psittaciformes): embryo staging, growth, and heterochronies. Anat Rec. 298:1836–1847.

Castro-Díez P, Valladares F, Alonso A. 2004. La creciente amenaza de las invasiones biológicas. Ecosistemas Rev. científica y técnica Ecol. y medio Ambient. Ecosistemas 13 (3): 61-68. ISSN 1697-2473.

CDB (Convenio sobre la Diversidad Biológica). 2009. Conferencia de las Partes COP6, decisión VI/23: Especies exóticas que amenazan a los ecosistemas, los hábitats o las especies. Convenio sobre Diversidad Biológica. https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-06-dec-23-es.pdf

Colleen TD, Bredin IP, Wragg PD. 2019. More than eating dirt: a review of avian geophagy. African Zoology. 54:1, 1-19, DOI: 10.1080/15627020.2019.1570335

CONABIO. 2015. Avesmx. [Accessed 2018 Oct 19]. http://avesmx.conabio.gob.mx/EspeciesRegion.html#AICA_170.

CONABIO. 2020. Especies exóticas invasoras. http://enciclovida.mx/exoticas-invasoras?grupo=Aves&ambiente=&origen=&presencia=&estatus=&instrumento=&ficha=S%C3%AD

Cossovich S, Aun L, Martori R. 2011. Análisis trófico de la herpetofauna de la localidad de Alto Alegre (Depto. Unión, Córdoba, Argentina). Cuad. herpetológico 5800:11–19. [accessed 2018 May 7]. http://www.scielo.org.ar/pdf/cherp/v25n1/v25n1a02.pdf.

Davis AY, Malas N, Minor ES. 2014. Substitutable habitats? The biophysical and anthropogenic drivers of an exotic bird's distribution. Biol. Invasions 16:415–427.doi:10.1007/s10530-013-0530-z.

De La Peña MR, Pensiero JF. 2003. Contribución de la flora en los hábitos alimentarios de las aves en un bosque del centro de la provincia de Santa Fe, Argentina. Ornitología Neotropical. 14: 499-513.

De la Peña MR, Salvador SA. 2010. Manual de la alimentación de las aves argentinas. Digital. Universidad Nacional del Litoral.

De la Peña MR. 2003. Nidificación simultánea de siete especies de aves (Passeriformes) en un bosque del centro de la provincia de Santa Fe. Revista FAVE. Cias. Veterinarias 2 (1): 41-47.

De la Peña MR. 2013. Nidos y reproducción de las aves argentinas. Serie Naturaleza, Conservación y Sociedad. Ediciones Biológica. 8: 590. Santa Fe, Argentina.

De La Peña MR. 2016. Aves argentinas: descripción, comportamiento, reproducción y distribución. Trogonidae a Furnariidae. Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (Nueva Serie). 20(2): 1-620. ISSN 0325-3856

De Lucca ER. 1984. Nidificación del halconcito colorado (*Falco sparverius*) en nidos de Cotorra (*Myiopsitta monachus*). Hornero 13:238-240.

Del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J, Christie DA, Kirwan G. (eds.) 1997. Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Editions, Barcelona.

Di Giacomo, A. G. 2005. Aves de la reserva El Bagual. Pp. En Di Giacomo, A. G. y S. F. Krapovickas (Eds.). Historia natural y paisaje de la Reserva El Bagual, provincia de Formosa, Argentina. Inventario de la fauna de vertebrados y de la flora vascular de un área del Chaco Húmedo. Temas de Naturaleza y Conservación 4: 201-465. Aves Argentinas/AOP. Buenos Aires.

Di Santo M, Battisti C, Bologna MA. 2016. Interspecific interactions in nesting and feeding urban sites among introduced Monk Parakeet (*Myiopsitta monachus*) and syntopic bird species. Ethology Ecology & Evolution. 1-11. DOI:10.1080/03949370.2015.1119761

[DOF] Diario Oficial de la Federación. 7 diciembre 2016. Acuerdo por el que se determina la lista de las especies exóticas invasoras para México.

Domínguez, V.E. (2005). Los mecanismos de dispersión de los organismos vivos como una explicación a su actual distribución en nuestro planeta. *Boletín de la Real Academia de Córdoba de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes*, 148, 67-78.

Duré MI. 1999. Interrelaciones en los nichos tróficos de dos especies sintópicas de la familia Hylidae (Anura) en un área subtropical de Argentina. Cuad. Herpetol. 13:11–18. [Accessed 2018 May 7]. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/6308/Documento_completo.pdf?sequence=1.

EBird. 2018. eBird Basic Dataset. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York.

Enkerlin-Hoeflich EC. 1995. *Comparative ecology and reproductive biology of three species of Amazona parrots in northeastern Mexico* [Tesis Doctoral]. Texas A&M University, USA.

Forshaw JM. 2006. Parrots of the World: An Identification Guide. Princeton University Press.Princeton, New Jersey, USA. Pp. 336.

Galetti M. 1997. Seasonal abundance and feeding ecology of parrots and parakeets in a lowland Atlantic forest of Brazil. Ararajuba 5.

García JD, Botero-Delgadillo E. 2013. Descripción del nido, huevos y polluelos del colibrí de Buffon Chalybura buffonii y notas sobre su biología reproductiva en Colombia. Cotinga. 35:94–98.

[GBIF] Global biodiversity information facilities. 2018. GBIF.Org. Occurrence search. [Accessed 2018 May 7]. https://www.gbif.org/occurrence/charts?country=MX&dataset_key=50c9509d-22c7-4a22-a47d-8c48425ef4a7&dataset_key=6ac3f774-d9fb-4796-b3e9-92bf6c81c084&dataset_key=4fa7b334-ce0d-4e88-aaae-2e0c138d049e&has_coordinate=true&has_geospatial_issue=false&taxon_key=2.

Gilardi JD. 2003. And in New York. Psitta Scene. 15(3): 13.

[GISD] Global Invasive Species Database. 2019. *Terminalia catappa*. Available from: http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Terminalia+catappa [Accessed 1st november 2019]

Golubov J., M.C. Mandujano, S. Guerrero-Eloisa, R. Mendoza, P. Koleff, A.I. González, Y. Barrios y G. Born-Schmidt. 2014. Análisis multicriterio para ponderar el riesgo de las especies invasoras, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.). Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 123-133

Gómez de Silva H, Oliveras de Ita A, Medellín RA. 2005. *Myiopsitta monachus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIBCONABIO. Proyecto U020. México, DF. <conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfU020.pdf>

González R, Rosas E, Muñoz G, Santiago P. 2019. Uso de hábitat de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México. Libro de resúmenes. XVII Congreso para el Estudio y Conservación de las Aves en México

Hamilton W, Orians G. 1965. Evolution of brood parasitism in altricial birds. Condor 67: 361-382.

Hobson EA, Smith-Vidaurre G, Salinas- Melgoza A. 2017. History of nonnative Monk Parakeets in Mexico. PLoS ONE. 12(9): e0184771. doi: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184771

[INE-SEMARNAP] Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1997. Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. México. Pp. 167.

[INEGI] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2010. Conteo de población y vivienda.

Lever C. 2006. Naturalised birds of the world. A&C Black. London Lever C. Naturalised Birds of the World. In: London: A & C Black. 2010. p. 119-142

Lockwood JL, Cassey P, Blackburn T. 2005. The role of propagule pressure in explaining species invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, 20: 223– 228.

Lodge DM. 1993. Biological invasions: Lessons for ecology. Trends Ecol Evol. 8(4):133-137. doi:10.1016/0169-5347(93)90025-K

MacGregor-Fors I, Calderón-Parra R, Meléndez-Herrada A, López-López S, Schondube J. 2011. Pretty, but dangerous! Records of non-native Monk Parakeets (*Myiopsitta monachus*) in Mexico. Rev. Mex. Biodivers. 82:1053–1056. [Accessed 2018 Mar 21]. http://scielo.unam.mx/pdf/rmbiodiv/v82n3/v82n3a34.pdf.

MacKinnon B. 2018. Listado de aves de la Península de Yucatán. Amigos de Sian Ka'an, AC. Cancún, Quintana Roo, México.

Maldonado ESM. 2019. Presencia de aves invasoras y su relación con el hábitat a lo largo de un gradiente de urbanización de la región de Valles Centrales, Oaxaca. [Tesis de licenciatura]. Universidad Autónoma “Benito Juarez” de Oaxaca.

Manning A, Dawkins MS. 2012. An introduction to animal behaviour, 6th edn. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Menchetti M, Mori E. 2014. Worldwide impact of alien parrots (Aves Psittaciformes) on native biodiversity and environment: a review. Ethology Ecology & Evolution. 26: 172-194.

Mohr C. 1947. Table of equivalent populations of North American small mammals. The American Midland Naturalist. 37(1): 223-249. doi:10.2307/2421652

Molina B, Postigo JL, Muñoz AR, Del Moral JC. (Eds.). 2016. La cotorra argentina en España, población reproductora en 2015 y método de censo. SEO/BirdLife. Madrid.

Mooney HA, Cleland EE. 2001. The evolutionary impact of invasive species
Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 98. pp. 5446-5451

Mooney HA, Hobbs RJ. 2000. Invasive Species in a Changing World. Island Press, Washington DC.

Muñoz AR, Real R. 2006. Assessing the potential range expansion of the exotic monk parakeet in Spain. Divers. Distrib. 12:656–665. doi:10.1111/j.1472-4642.2006.00272.x.

Muñoz-Jiménez JL, Alcántara-Carbajal JL. 2017. La cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en el Colegio de Postgraduados: ¿una especie invasiva? Huitzil: revista de ornitología mexicana. CIPAMEX. [accessed 2018 Apr 16]. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-74592017000100038.

Nores M. 2009. Use of Active Monk Parakeet Nests by Common Pigeons and Response by the Host. Wilson J. Ornithol. 121:812–815. doi:10.1676/08-167.1.

Peck HL, Pringle HE, Marshall HH, Owens IPF, Lord AM. 2014. Experimental evidence of impacts of an invasive parakeet on foraging behavior of native birds, Behavioral Ecology. 25(3): 582–590, https://doi.org/10.1093/beheco/aru025

Pianka ER. 1974. Niche overlap and diffuse competition (desert lizards/resource partitioning/community structure/species diversity) Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 71(5):2141-2145.

Pineda-López R, Malagamba AR, Arce IA, Ojeda JAO. 2013.Detección de aves exóticas en parques urbanos del centro de México. HUITZIL. 14:56–67. [accessed 2018 Apr 3]. www.huitzil.net.

Plasencia- Vázquez AH. 2014. Efecto de la interacción entre fragmentación y factores ambientales sobre la distribución potencial de psitácidos en la Península de Yucatán. [Tesis de doctorado]. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

Postigo J. 2013.Censo y análisis de invasibilidad de la cotorra argentina *Myiopsitta monachus*, en la cuenca del río Guadalhorce, Málaga. [Trabajo fin de máster]. Universidad de Granada.

Postigo J, Strubbe D, Mori E, Ancillotto L, Carneiro I, Latsoudis P, Menchetti M, Pârâu L, Parrott D, Reino L, Weiserbs A, Senar JC. 2019. Mediterranean versus Atlantic monk parakeets *Myiopsitta monachus*: Towards differentiated management at the European scale. Pest Management Science. 75: 915–922 10.1002/ps.5320.

Ralph J, Geupel GR, Pyle P, Martin TE, Desante DF, Milá B. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Berkeley, CA. [accessed 2018 Dec 4]. http://www.psw.fs.fed.us/techpub.html.

Ramírez-Bastida, P. 2019. Análisis de riesgo de *Myiopsitta monachus.* Servicios de consultoría para la actualización del estudio de análisis de riesgo detallado para *Myopsitta monachus* realizado en el año 2015 y la elaboración de dos análisis de riesgo de aves con potencial invasor para México *Sturnus vulgaris* y *Streptopelia decaocto*. Proyecto 00089333 “Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”. PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo).

Ramírez J, Aramburú R. 2017. De Suramérica para México, la invasión de la cotorra argentina (*Myopsitta monachus* Boddaert, 1783). Rev. Biodivers. Neotrop. 7:86–97. doi:10.18636/BIONEOTROPICAL.V7I2.345.G611. [Accessed 2018 Mar 21]. http://revistas.utch.edu.co/ojs5/index.php/Bioneotropical/article/view/345/pdf_29.

Raso TF, Ferreira VL, Timm LN, Tostes A MF. 2014. Psittacosis domiciliary outbreak associated with monk parakeets (*Myiopsitta monachus*) in Brazil: need for surveillance and control. JMM Case Rep. 1:1–4.

Reed J, Mccleery R, Silvy N, Smeins F, Brightsmith D. 2014. Monk parakeet nest-site selection of electric utility structures in Texas. Landsc. Urban Plan. 129. doi:10.1016/j.landurbplan.2014.04.016.

Renton C. R, Íñigo EE, Cornejo J, Cruz RL. 2006. Aves Psitácidas. Pp. 14-52. En: DGVS. 2006. Talleres sobre conservación y uso sustentable de aves y mamíferos silvestres, en relación con las Unidades de Conservación y Manejo de Vida Silvestre (UMA) en México. INE-SEMARNAT-UPC.

Richardson DM, Pysek P, Rejmánek M, Barbour MG, Panetta FD, West CJ. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. 6: 93-107. [Accessed 2018 Dec 4]. http://www.blackwell-science.com/ddi.

Ríos F, Vargas O. Ecología de las especies invasoras. Pérez Arbelaezia. 2003. 14:119–148.

Rodríguez-Pastor R, Senar JC, Ortega A, Faus J, Uribe F, Montalvo T. 2012. Distribution patterns of invasive Monk parakeets (*Myiopsitta monachus*) in an urban habitat. Anim. Biodivers. Conserv. 35:107–117. [Accessed 2018 Mar 21]. https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/30602690/ABC_35-1_pp_107-117.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1521691269&Signature=W8gJ%2F1i%2BFxX9EbTJZ77uWUDkB5Y%3D&response-content-disposition=inline%3B filename%3DDistribution_patterns_.

Rodríguez L, Castro LM, Salabarría. 2014.D. EEI: el caso del archipiélago cubano. España. Ambienta. 109: 62-77.

Ruíz CI. 2018. Ecología, caracterización de la población y parásitos de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*). Una especie exótica invasora en BCS. [Tesis de maestría]. Centro de investigaciones biológicas del noroeste, S.C.

Salvador SA. 2013. Hormigas Isaú (*Atta vollenweideri*) en la alimentación de algunas aves de Villa María. Córdoba, Argentina. Nuestras aves. 58: 63-64.

Sarmiento FO. 2001. Diccionario de Ecología de Paisajes, Conservación y Desarrollo Sustentable para Latinoamérica. Abya-Yala, editor. Ecuador.

Senar JC, Domènech J, Arroyo L, Torre I, Gordo O. 2016. An evaluation of monk parakeet damage to crops in the metropolitan area of Barcelona. Anim. Biodivers. Conserv. 39:141–145.

Severo-Neto, F. 2012. Geophagy in two parrot species in southern Pantanal, Brazil. Biota Neotropica. 12(2): 207-209. https://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032012000200020

[SIAP] Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA. 2018. http://www.siap.gob.mx/ (Consulta: 20 de junio 2020).

Smith P, Fretes A. 2013.Two unrelated species of birds (*Myiopsitta monachus*; Psittacidae and Coryphistera alaudina; Furnariidae) simultaneously building the same nest in the Paraguayan Chaco. Ecología en Bolivia. 48(1): 52-56. ISSN 1605-2528.

South JM, Pruett-Jones S. 2000. Patterns of flock size, diet, and vigilance of naturalized monk parakeets in Hyde Park, Chicago. The Condor. 102(4): 848–854, https://doi.org/10.1093/condor/102.4.848

Tala C, Guzmán P, Gonzáles S. 2005. Cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) convidado de piedra en nuestras ciudades y un invasor potencial, aunque real, de

sectores agrícolas. Servicio Agrícola y Ganadero-División de Protección de los Recursos Naturales Renovables. *Boletin DIPROREN*. P. 7.

Tavizon G. 1998. Estudio del nicho alimenticio de los mamíferos depredadores de la orden carnívora en la sierra del Carmen, noroeste de Coahuila, México. Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad De Ciencias Biológicas. [accessed 2018 May 5]. http://eprints.uanl.mx/7219/1/1080087050.PDF.

Tracey KF, Miller KE. 2018. Monk Parakeets Provide Nesting Opportunities for the Threatened Southeastern American Kestrel. Journal of Raptor Research. 52(3): 389-392, URL: https://doi.org/10.3356/JRR-17-69.1

Vall-llosera M, Sol D. 2009. A global risk assessment for the success of bird introductions. Journal of Applied Ecology. 46: 787-795. doi:10.1111/j.1365-2664.2009.01674.x

Vaughan C, Nemeth N, Marineros L. 2006. Scarlet Macaw, *Ara macao*, (Psittaciformes: Psittacidae) diet in Central Pacific Costa Rica. Revista de Biología Tropical. 54(3): 919-926.

Williamson M. 1996. Biological invasions. Chapman y Hall. London.Williams J, Meffe G. 2005. Status and trends of the nation's biological resources: Nonindigenous species. U.S. Geological Service, Washington, DC, pp. 117-119.

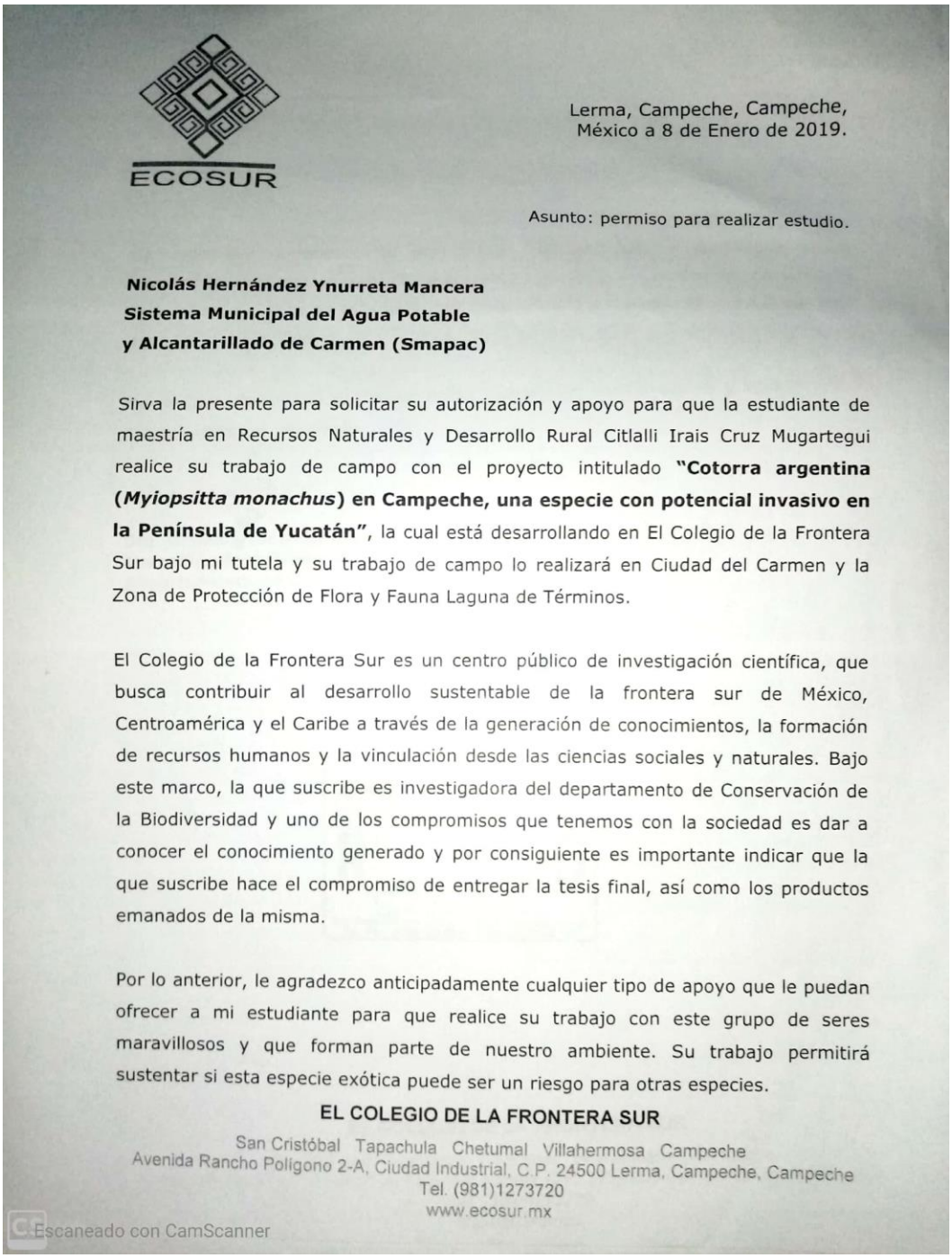
Wittenberg R, Cock MJW. (eds.). 2001. Especies exóticas invasoras: Una guía sobre las mejores prácticas de prevención y gestión. CAB Internacional, Wallingford, Oxon, Reino Unido, xvii - 228.

Zabala-Ordáz VL. 2013. Caracterización del hábitat de anidación de *Myiopsitta monachus* y su interacción con la comunidad de aves en localidades del Valle México. Tesis de licenciatura. Facultad de estudios superiores Iztacala UNAM.48.

ANEXOS

ANEXO 1. Permisos otorgados por autoridades locales para la realización del trabajo de campo.

ANEXO 1.1. Permiso por parte de SMAPAC para acceso a instalaciones del tanque elevado.



ECOSUR

Lerma, Campeche, Campeche,
México a 8 de Enero de 2019.

Asunto: permiso para realizar estudio.

Nicolás Hernández Ynurreta Mancera
Sistema Municipal del Agua Potable
y Alcantarillado de Carmen (Smapac)

Sirva la presente para solicitar su autorización y apoyo para que la estudiante de maestría en Recursos Naturales y Desarrollo Rural Citlalli Irais Cruz Mugartegui realice su trabajo de campo con el proyecto intitulado **"Cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en Campeche, una especie con potencial invasivo en la Península de Yucatán"**, la cual está desarrollando en El Colegio de la Frontera Sur bajo mi tutela y su trabajo de campo lo realizará en Ciudad del Carmen y la Zona de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos.

El Colegio de la Frontera Sur es un centro público de investigación científica, que busca contribuir al desarrollo sustentable de la frontera sur de México, Centroamérica y el Caribe a través de la generación de conocimientos, la formación de recursos humanos y la vinculación desde las ciencias sociales y naturales. Bajo este marco, la que suscribe es investigadora del departamento de Conservación de la Biodiversidad y uno de los compromisos que tenemos con la sociedad es dar a conocer el conocimiento generado y por consiguiente es importante indicar que la que suscribe hace el compromiso de entregar la tesis final, así como los productos emanados de la misma.

Por lo anterior, le agradezco anticipadamente cualquier tipo de apoyo que le puedan ofrecer a mi estudiante para que realice su trabajo con este grupo de seres maravillosos y que forman parte de nuestro ambiente. Su trabajo permitirá sustentar si esta especie exótica puede ser un riesgo para otras especies.

EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR

San Cristóbal Tapachula Chetumal Villahermosa Campeche
Avenida Rancho Polígono 2-A, Ciudad Industrial, C.P. 24500 Lerma, Campeche, Campeche
Tel. (981)1273720
www.ecosur.mx

Escaneado con CamScanner

ECOSUR

Lerma, Campeche, Campeche,
México a 8 de Enero de 2019.

De antemano, agradezco su atención y cualquier duda o comentario puede enviarme un mensaje electrónico a gescalon@ecosur.mx o bien puede contactarme en la dirección dada en esta hoja membretada, o lo podemos recibir en la dirección dada en el membrete.

Me despido de Usted(es), no sin antes enviarle un cordial saludo y agradecerle su fina atención a la presente.

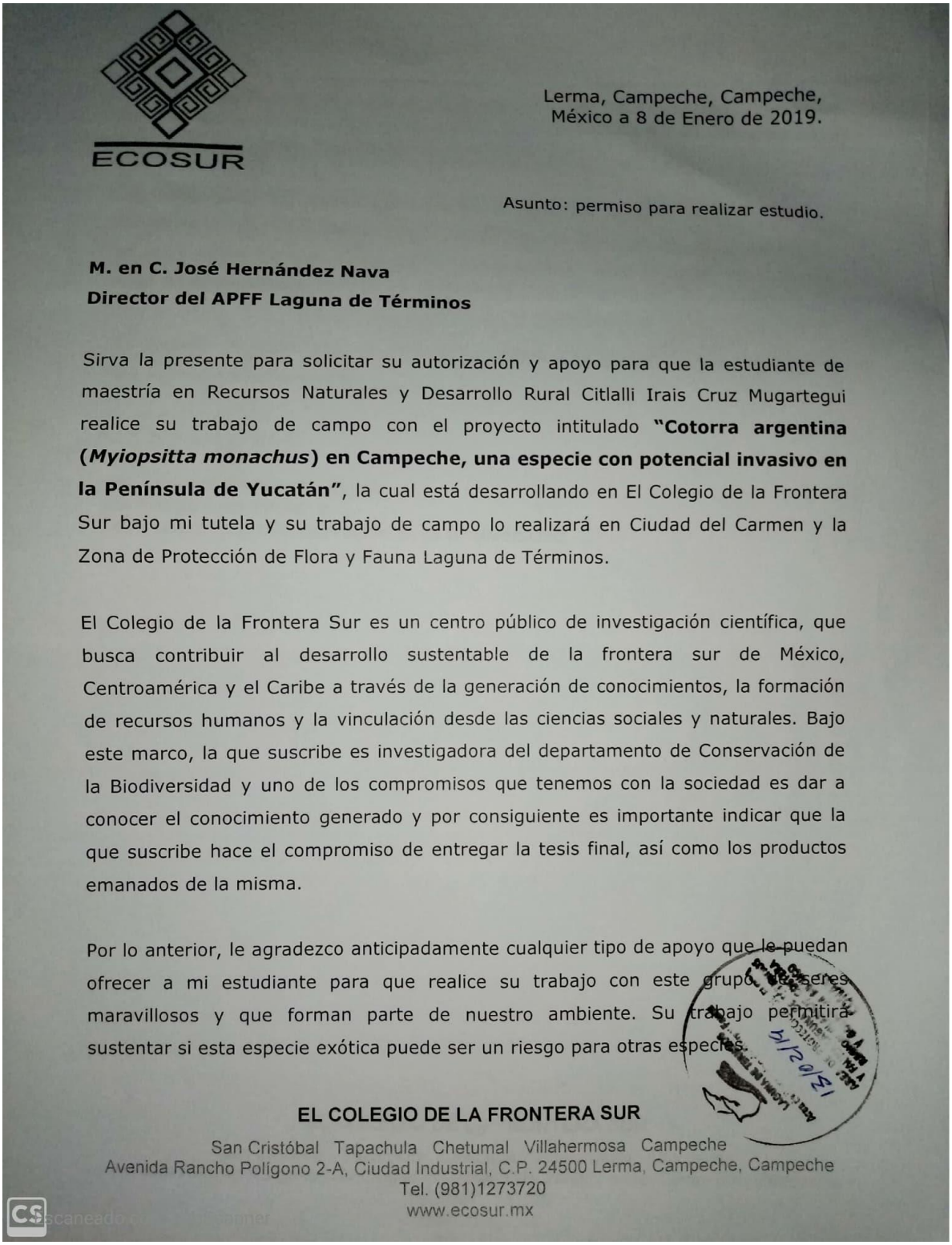
ATENTAMENTE

Dra. Griselda Escalona Segura
Investigadora Titular B
Departamento de Conservación de la Biodiversidad

SISTEMA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE
Y ALCANTARILLADO DE CARMEN
SMAPAC
R.F.C.: SMA-860206-225
RECIBIDO
13 FEB 2019
12:22
DIRECCIÓN
Calle 33 No. 140 Int. 1 (50 Y 56)
Col. Petrolera C.p. 24180 Cd. Del Carmen, Camp.
Tel. Fax. (938) 382 30 01 / 382 30 63 Ext. 101

Escaneado con CamScanner

ANEXO 1.2. Permiso por parte del APFFLT para la realización del trabajo de campo.



ECOSUR

Lerma, Campeche, Campeche,
México a 8 de Enero de 2019.

Asunto: permiso para realizar estudio.

M. en C. José Hernández Nava
Director del APFF Laguna de Términos

Sirva la presente para solicitar su autorización y apoyo para que la estudiante de maestría en Recursos Naturales y Desarrollo Rural Citlalli Irais Cruz Mugartegui realice su trabajo de campo con el proyecto intitulado **"Cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en Campeche, una especie con potencial invasivo en la Península de Yucatán"**, la cual está desarrollando en El Colegio de la Frontera Sur bajo mi tutela y su trabajo de campo lo realizará en Ciudad del Carmen y la Zona de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos.

El Colegio de la Frontera Sur es un centro público de investigación científica, que busca contribuir al desarrollo sustentable de la frontera sur de México, Centroamérica y el Caribe a través de la generación de conocimientos, la formación de recursos humanos y la vinculación desde las ciencias sociales y naturales. Bajo este marco, la que suscribe es investigadora del departamento de Conservación de la Biodiversidad y uno de los compromisos que tenemos con la sociedad es dar a conocer el conocimiento generado y por consiguiente es importante indicar que la que suscribe hace el compromiso de entregar la tesis final, así como los productos emanados de la misma.

Por lo anterior, le agradezco anticipadamente cualquier tipo de apoyo que le puedan ofrecer a mi estudiante para que realice su trabajo con este grupo de seres maravillosos y que forman parte de nuestro ambiente. Su trabajo permitirá sustentar si esta especie exótica puede ser un riesgo para otras especies.

EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR

San Cristóbal Tapachula Chetumal Villahermosa Campeche
Avenida Rancho Polígono 2-A, Ciudad Industrial, C.P. 24500 Lerma, Campeche, Campeche
Tel. (981)1273720
www.ecosur.mx

Escaneado con CamScanner

ANEXO 1.3. Permiso por parte del municipio para la realización del trabajo de campo.

ECOSUR

Lerma, Campeche, Campeche,
México a 8 de Enero de 2019.

Asunto: permiso para realizar estudio.

PRESIDENCIA
DEL H. AYUNTAMIENTO DEL
MUNICIPIO DE CARMEN
13665
18 FEB 2019
RECIBIDO
Gobierno de Oportunidades
2018-2021

Ing. Óscar Román Rosas González
Presidente Municipal del
Honorable Ayuntamiento del Carmen

Sirva la presente para solicitar su autorización y apoyo para que la estudiante de maestría en Recursos Naturales y Desarrollo Rural Citlalli Irais Cruz Mugartegui realice su trabajo de campo con el proyecto intitulado **"Cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en Campeche, una especie con potencial invasivo en la Península de Yucatán"**, la cual está desarrollando en El Colegio de la Frontera Sur bajo mi tutela y su trabajo de campo lo realizará en Ciudad del Carmen y la Zona de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos.

El Colegio de la Frontera Sur es un centro público de investigación científica, que busca contribuir al desarrollo sustentable de la frontera sur de México, Centroamérica y el Caribe a través de la generación de conocimientos, la formación de recursos humanos y la vinculación desde las ciencias sociales y naturales. Bajo este marco, la que suscribe es investigadora del departamento de Conservación de la Biodiversidad y uno de los compromisos que tenemos con la sociedad es dar a conocer el conocimiento generado y por consiguiente es importante indicar que la que suscribe hace el compromiso de entregar la tesis final, así como los productos emanados de la misma.

Por lo anterior, le agradezco anticipadamente cualquier tipo de apoyo que le puedan ofrecer a mi estudiante para que realice su trabajo con este grupo de seres maravillosos y que forman parte de nuestro ambiente. Su trabajo permitirá sustentar si esta especie exótica puede ser un riesgo para otras especies.

EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR
San Cristóbal Tapachula Chetumal Villahermosa Campeche
Avenida Rancho Polígono 2-A, Ciudad Industrial, C.P. 24500 Lerma, Campeche, Campeche
Tel. (981)1273720
www.ecosur.mx

Escaneado con CamScanner

ANEXO 2. Volante de difusión, para la obtención de registros de la especie.

ANEXO 3. Tabla de contingencias sitio/tipo de alimento de *M. monachus* en Ciudad del Carmen, Campeche. Al: almendra (*Terminalia catappa*), Ar: arena, Bp: brotes de pasto, Cd: cedro (Cedrela odorata), Co: corteza, Gr: gramíneas, GU: guaya (*Melicoccus bijugatus*), In: insectos, Ma: mango (*Mangifera indica*), Ni: no identificado, Nr: naranja dulce (*Citrus sinensis*), Pc: palo de Campeche (*Haematoxylum campechianum*), Ro: residuos orgánicos, Ta: Tamarindo (*Tamarindus indica*).

Sitio*Tipo de alimento tabulación cruzada

			Tipo de alimento														
			Al	Ar	Bp	Cd	Co	Gr	Gu	In	Ma	Ni	Nr	Pc	Ro	Ta	Total
Sitio	A	Recuento	0	21	25	0	0	9	0	5	0	3	0	0	1	0	64
		% dentro de Tipo de alimento	0.0%	95.5%	56.8%	0.0%	0.0%	47.4%	0.0%	55.6%	0.0%	25.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	19.8%
	B	Recuento	29	0	0	0	0	10	1	1	4	3	0	7	0	0	55
		% dentro de Tipo de alimento	54.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	52.6%	2.8%	11.1%	11.1%	25.0%	0.0%	63.6%	0.0%	0.0%	17.0%
	C	Recuento	8	1	19	0	0	0	1	1	0	5	0	3	0	0	38
		% dentro de Tipo de alimento	15.1%	4.5%	43.2%	0.0%	0.0%	0.0%	2.8%	11.1%	0.0%	41.7%	0.0%	27.3%	0.0%	0.0%	11.7%
	D	Recuento	16	0	0	40	5	0	34	2	32	1	18	1	0	18	167
		% dentro de Tipo de alimento	30.2%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	0.0%	94.4%	22.2%	88.9%	8.3%	100.0%	9.1%	0.0%	100.0%	51.5%
Total		Recuento	53	22	44	40	5	19	36	9	36	12	18	11	1	18	324
		% dentro de Tipo de alimento	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

ANEXO 4. Aspectos de geofagia

ANEXO 4.1. *Myiopsitta monachus* alimentándose de arena de playa en Ciudad del Carmen, Campeche.

ANEXO 4.2. Toma de muestras para análisis de suelo. Izq. Sitio de alimentación. Der. Sitio control.

ANEXO 5. Aspectos de co-anidamiento entre *M. monachus* y *C. livia.* Sup. *M. monachus* dando mantenimiento a nido. Inf. *C. livia* dando mantenimiento al mismo nido.

ANEXO 6. Tabla de contingencia entre especie y tipo de interacción de *M. monachus* y fauna local en Ciudad del Carmen, Campeche. AA (*Amazona albifrons*), AO (*Amazona oratrix*), CC (*Caracara cheriway*), CL (*Columba livia*), FP (*Falco peregrinus*), II (*Iguana iguana*), MA (*Molothrus aeneus*), MG (*Mimus gilvus*), MS (*Myiozetetes similis*), PR (*Pyrocephalus rubinus*), QM (*Quiscalus mexicanus*), RM (*Rupornis magnirostris*), ZA (*Zenaida asiatica*), FG (Familia Gryllidae)

			Interacción							Total
			Alimentación en el mismo sitio	Anidación en el mismo sitio	Competencia por alimento	Competencia por sitio de alimento	competencia por sitio de anidación	Competencia por sitio de percha	Depredación	
Especie	AA	Recuento	0	0	0	2	0	0	0	2
		% dentro de Interacción	0.0%	0.0%	0.0%	18.2%	0.0%	0.0%	0.0%	2.7%
	AO	Recuento	0	0	0	0	0	1	0	1
		% dentro de Interacción	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%	0.0%	1.3%
	CC	Recuento	0	0	0	0	0	0	2	2
		% dentro de Interacción	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	9.5%	2.7%
	CL	Recuento	5	10	0	0	0	0	0	15
		% dentro de Interacción	20.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	20.0%
	FG	Recuento	0	0	0	0	0	0	9	9
		% dentro de Interacción	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	42.9%	12.0%
	FP	Recuento	0	0	0	0	0	0	3	3
		% dentro de Interacción	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	14.3%	4.0%
	II	Recuento	0	0	0	0	0	0	3	3
		% dentro de Interacción	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	14.3%	4.0%
	MA	Recuento	0	0	0	4	0	0	0	4
		% dentro de Interacción	0.0%	0.0%	0.0%	36.4%	0.0%	0.0%	0.0%	5.3%
	MG	Recuento	3	0	0	0	1	0	0	4
		% dentro de Interacción	12.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	5.3%
	MS	Recuento	5	0	0	0	0	0	0	5
		% dentro de Interacción	20.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	6.7%
	PR	Recuento	4	0	0	0	0	0	0	4
		% dentro de Interacción	16.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.3%
	QM	Recuento	1	0	1	5	0	5	0	12
		% dentro de Interacción	4.0%	0.0%	100.0%	45.5%	0.0%	83.3%	0.0%	16.0%
	RM	Recuento	0	0	0	0	0	0	4	4
		% dentro de Interacción	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	19.0%	5.3%
	ZA	Recuento	7	0	0	0	0	0	0	7
		% dentro de Interacción	28.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	9.3%
Total		Recuento	25	10	1	11	1	6	21	75
		% dentro de Interacción	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

ARTÍCULO SOMETIDO

Una especie con potencial invasivo para la Península de Yucatán, México: *Myiopsitta monachus* (Psittaciformes: Psittacidae) en Ciudad del Carmen, Campeche.

Citlalli Irais Cruz-Mugartegui[1], Griselda Escalona-Segura[1*], Alexis Herminio Plasencia-Vázquez[2], Jorge Correa-Sandoval[3], Enrique Benítez-Orduña[4]

1. El Colegio de la Frontera Sur. Av. Rancho Polígono 2-A, Ciudad Industrial, 24500 Lerma Campeche, Campeche, México; cicm_1102@hotmail.com; gescalon@ecosur.mx
2. Centro de Investigaciones Históricas y Sociales (CIHS), Universidad Autónoma de Campeche (UAC), Av. Agustín Melgar S/N, 24039, Campeche, México; alexpla79@gmail.com
3. El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal. Av. del Centenario km 5.5, 77014, Chetumal, Quintana Roo, México; jorgecorr@gmail.com
4. Biólogo independiente: Calle 48, No.19, Aviación, CP.24170, Ciudad del Carmen, Campeche; lebobenitez@gmail.com

* Correspondencia

Abstract: A species with invasive potential for the Yucatan Peninsula, Mexico: *Myiopsitta monachus* **(Psittaciformes: Psittacidae) in Ciudad del Carmen, Campeche. Introduction:** The Monk parakeet is an alarming case of biological invasion in the world. **Objective:** To evaluate the invasive potential of the monk parakeet (*Myiopsitta monachus*) in Ciudad del Carmen, Campeche, Mexico by characterizing reproductive phenology, feeding habits, interspecific interactions, and anthropic variables. **Methods:** We carried out the reproductive characterization, feeding habits, interspecific interactions, and anthropic variables that allow its establishment. We obtain data through 1) direct and focal observation, 2) using photographic, video, and trapping cameras, and 3) extracting records from databases (iNaturalist research-grade observations, naturgucker and EOD – eBird). We analyzed the data using the invasion risk method proposed by Bomford, modified by Ramírez-Bastida, and by us in this study. **Results:** We recorded 14 elements in its diet, mainly fruits, highlighting the habit of geophagy (beach sand). We documented a reproduction associated with late north windy season and early dry season (February-May), and we estimate 3.5 years to double its population if there are no control measures for the species. We observed 14 species of fauna interacting with *M. monachus* (12 birds, a reptile, and an insect). We classified these interactions as positive (mutualists) in ten events with a single species (*Columba livia*), negative (agonist behaviors) 40 events with ten species, including competition with *Amazona albifrons* and *A. oratrix*, and without apparent involvement 25 events with six species. The anthropogenic variables positively associated with the presence of this parrot were paved and lighting streets. The invasion risk analysis yielded a 34 score of a maximum of 57, and this represents an extreme case of risk. **Conclusions:** According to the risk analysis, the Yucatan Peninsula is under another case of an extreme risk of invasion by the Monk parakeet. Additionally, we suggest that Bomford and Ramírez-Bastida analyses of risk should include the type of food, interactions with local species, and population growth that are determining factors in the potential for invasion of a species at a local level.

Key words: biotic interactions; conservation; feeding habits; reproductive phenology; risk analysis.

Total words: 8261

La cotorra monje o cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*), es un ave perteneciente a la familia Psittacidae, cuya área de distribución nativa en Suramérica abarca Argentina, Paraguay, Uruguay, sur de Bolivia y sur de Brasil (Davis, Malas, & Minor, 2014). Por tratarse de una especie carismática, es usada frecuentemente como ave de ornato, promoviendo su comercialización; lo cual ha permitido su introducción en múltiples países a nivel mundial donde se ha establecido de manera exitosa (MacGregor-Fors, Calderón-Parra, Meléndez-Herrada, López-López, & Schondube, 2011).

Debido a la rapidez con la que se ha expandido y su impacto tanto económico, a la salud y a la biodiversidad; esta especie es considerada un caso de invasión biológica alarmante (Ramírez & Aramburú, 2017). *Myiopsitta monachus* es el psitácido naturalizado que ha presentado mayor impacto desde su primer registro en 1974 en España (Muñoz & Real, 2006; Beltrán, 2015) y en Estados Unidos desde 2001 (Avery & Lindsay, 2016), por lo que son los países donde más se ha estudiado fuera de su área de distribución natural.

En México existen discrepancias sobre las causas que favorecieron la introducción de *M. monachus* al país, por una parte, hay quienes aseguran que se ha visto favorecida por los cambios en la regulación de su comercio a nivel nacional e internacional (Hobson, Smith-Vidarrue, & Salinas-Melgoza, 2017). Otro grupo de investigadores apoyan que la causa principal fue el aumento de la oferta y demanda de fauna silvestre para ser utilizada como mascota, la cual resultó beneficiada con el tratado de libre comercio de América del Norte con los Estados Unidos y Canadá a mediados de los 90s (Cantú-Guzmán, & Sánchez-Saldaña, 2018).

Desde 1999 a la fecha se han documentado registros de presencia de *M. monachus* en vida libre en 26 estados de México (GBIF, 2018). La Ciudad de México presenta la mayor concentración de individuos (Hobson et al., 2017). Según las bases de datos de eBird y Naturalista (GBIF, 2018) la Península de Yucatán es la región con menor cantidad de registros de la especie hasta el momento. Los individuos reportados se encuentran todos dentro de la Isla del Carmen, localizados principalmente en la zona urbana, con avistamientos a partir del 2014 (eBird, 2018).

Dado que en la Península de Yucatán se tienen registradas nueve de las 22 especies de psitácidos presentes en México y de éstas, ocho especies residentes y una introducida (*M. monachus*) se encuentran en Laguna de Términos (CONABIO, 2015; MacKinnon, 2018), es necesario contar con información que sustente el efecto de las interacciones de *M. monachus* con las especies locales. Por estas razones el objetivo de este estudio fue evaluar el potencial invasivo de la cotorra monje (*Myiopsitta monachus*) teniendo en cuenta la caracterización de la fenología reproductiva, hábitos alimentarios, interacciones interespecíficas y las variables antrópicas en Ciudad del Carmen, Campeche, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: Ciudad del Carmen se localiza en la parte occidental de la isla del Carmen, en el estado de Campeche (18°38′18″N - 91°50′07″W) y representa la isla más poblada de México con 248 303 habitantes (INEGI, 2010. Carmen es el municipio de mayor crecimiento en el estado de Campeche, principalmente por la industria petrolera, lo que provoca que gran parte de su población humana sea flotante. Este un punto clave en la introducción de especies a la isla, debido al flujo migratorio humano proveniente principalmente de entidades mexicanas como Tabasco, Veracruz, Yucatán, Chiapas, Oaxaca y Tamaulipas, situación que favorece el movimiento de mascotas y plantas exóticas a la isla. Aunado a ello, está la migración de extranjeros, provocada también por la industria petrolera (INEGI, 2010). Ciudad del Carmen se encuentra inmersa en el corazón de la Laguna de Términos, la cual fue decretada en 1994 como Área de Protección de Flora y Fauna. Debido a que forma parte del trópico húmedo, Laguna de Términos presenta gran diversidad de ecosistemas y tiene un amplio mosaico de asociaciones vegetales terrestres y acuáticas (INE-SEMARNAP, 1997).

Obtención de datos en plataformas de ciencia ciudadana y redes sociales: Se llevó a cabo la búsqueda de registros históricos de *M. monachus* en isla del Carmen en la base de datos de GBIF (www.gbif.org), en la cual se incluyó la información de iNaturalist (https://www.inaturalist.org, sólo observaciones provenientes de investigación), naturgucker (https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/aktionen-und-projekte/naturgucker/index.html) y EOD - eBird (https://www.gbif.org/es/dataset/4fa7b334-ce0d-4e88-aaae-2e0c138d049e). Del periodo enero 1990-2018 (aplicando los filtros de eliminación de puntos duplicados), se obtuvieron un total de 30 registros georeferenciados.

Elaboración de mapa y selección de sitios de estudio: Para la elaboración del mapa de ubicaciones de *M. monachus* se empleó el método de polígono mínimo convexo, utilizando los puntos perimetrales georreferenciados (registros históricos, observaciones personales y reportes ciudadanos recibidos), los cuales se unieron formando ángulos menores de 180°, con la finalidad de identificar la zona donde se encuentran las cotorras (Mohr, 1947). Para la elaboración del mapa se tomaron en cuenta 28 puntos, ya que un punto se consideró como un valor atípico y otro se encontraba en zona federal (aeropuerto internacional de Cd. del Carmen), lo cual imposibilita el acceso a dicha área (Fig. 1).

Muestreos: Se realizaron recorridos diarios de comprobación de sitios durante dos semanas, en horario matutino (7:00 a 11:00) y vespertino (16:00 a 18:00). georreferenciando los puntos donde se avistaba la especie y tomando los datos de número de individuos, horario y si el sitio era de alimentación o de anidación.

Con base en lo anterior se seleccionaron cuatro puntos de observación: el punto A (sitio de anidación) y B, C y D (sitios de alimentación). Tomando en cuenta que fueran lugares con mayor frecuencia de avistamientos y facilidad de acceso, de igual manera se establecieron los itinerarios de observación, seleccionando los horarios con mayor actividad de la especie.

Sitios de alimentación: Se visitó cada punto seleccionado realizando observación directa una vez por semana por sitio en el horario de la mañana (7:00 am a 9:00 am). En cada sitio se estableció un tiempo de espera de 10 min y a una distancia mínima de 5 m con la finalidad de disminuir el sesgo provocado por la presencia del observador (Ralph, Geupel, Pyle, Martin, Desante, & Milá, 1996).

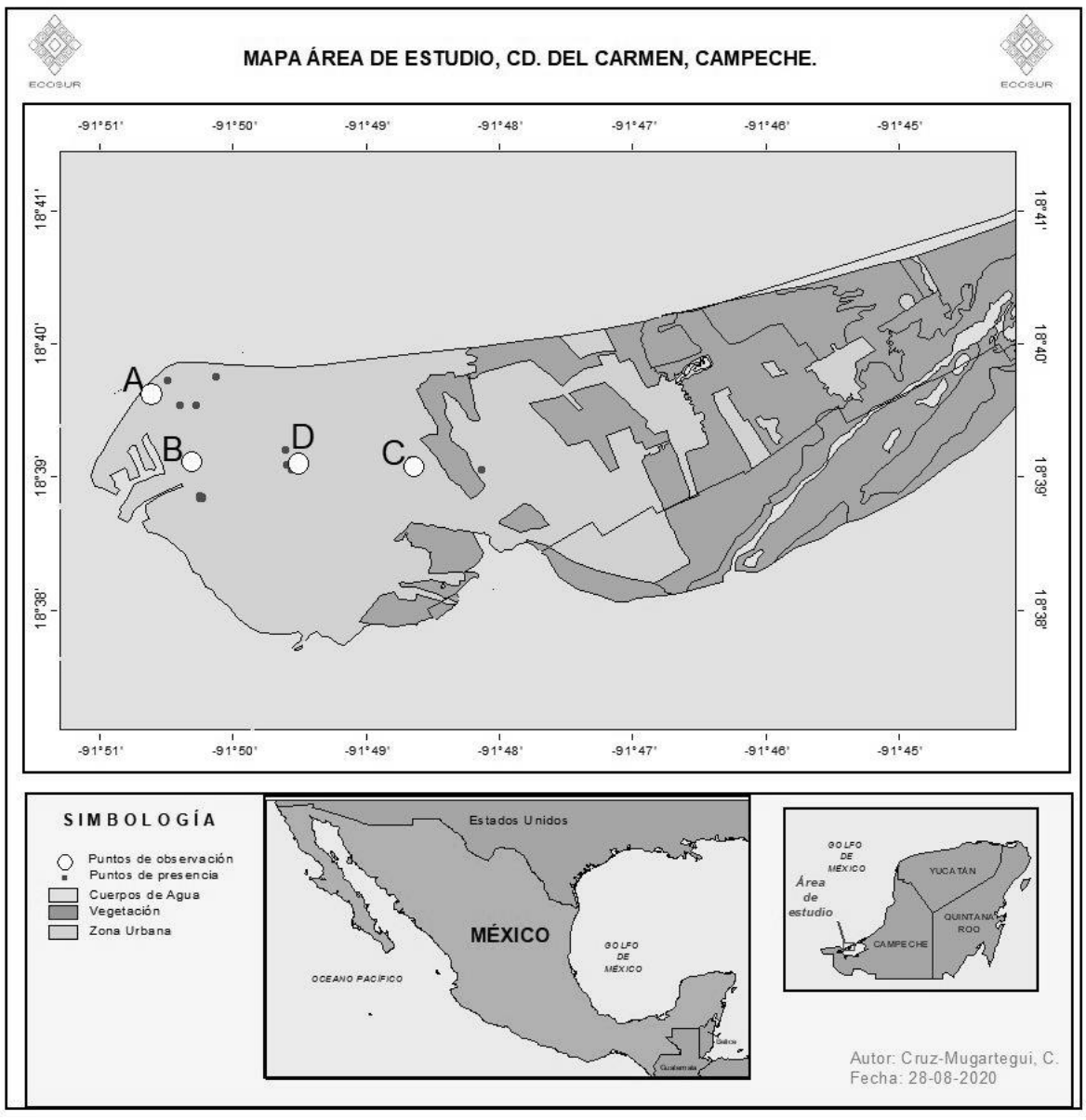


Fig. 1. Trazado del polígono mínimo convexo, empleando los puntos de registro perimetrales de la especie *M. monachus* en Ciudad del Carmen, Campeche, México. En él se aprecian los puntos con registro de la especie (color Negro), sitios de alimentación seleccionados para la observación (A, B y C puntos en blanco), el sitio de anidación (D).

Fig. 1. Path of the minimum convex polygon, using the perimeter logging points. It shows the registered points of the species (black color), feeding sites selected for observation (A, B and C), the nesting site (D).

Se observó de manera focalizada a un individuo en lapsos de 10 minutos, registrando cada vez que una cotorra se alimentaba [episodio de alimentación (EA)] y en caso de que se moviera a otra fuente de alimento se tomaba como un nuevo EA (Galetti, 1997). Se determinó cada uno de los elementos de la dieta observados y sus frecuencias, clasificándolos en cuatro categorías principales: brotes, frutas/semillas, insectos y otros. Posteriormente, para conocer si existía una relación entre el sitio de alimentación con el tipo de alimento consumido se aplicó una χ^2 (α=0.05), empleando el software SPSS 22.

Debido a que, durante las observaciones de EA se registró geofagia y puesto que es un comportamiento poco reportado para esta especie, se tomó una muestra compuesta del sustrato presente en el área donde se registró dicho comportamiento y se comparó con un sitio control cercano a la misma (Anexo 1). Ambas muestras se enviaron al laboratorio central de suelos perteneciente a la Universidad Autónoma de Chapingo y se determinó el pH, materia orgánica, textura y presencia de componentes como fósforo, potasio, calcio, magnesio, nitrógeno, cobre, zinc, manganeso y boro.

Búsqueda y monitoreo de nidos: La búsqueda de nidos consistió en ubicar el máximo número de estos en un sitio de estudio mediante recorridos de comprobación. El método incluyó encontrar los nidos, monitorear las nidadas y tomar medidas de la vegetación circundante. Los sitios fueron visitados al menos una vez a la semana, con el fin de encontrar nuevos nidos y monitorear los ya localizados. Este método tiene la ventaja de que arroja datos directos sobre el éxito reproductivo y la influencia del hábitat sobre este (Ralph et al., 1996).

Solo se encontró un sitio de anidación, el cual se encuentra en un tanque elevado de agua perteneciente al sistema municipal de agua potable y alcantarillado de Carmen (SMAPAC), conformado por una estructura metálica de aproximadamente 20 m de altura. Se realizaron visitas una vez por semana de enero a junio, en turno matutino (7:00 am a 9:00 am) y vespertino (4:00 pm a 6:00 pm), en las cuales se utilizaron binoculares (Bushnell Powerview 10 x 42 mm) para realizar observaciones, así como el apoyo de cámaras (Nikon D3200 y Eken H9r Ultra) para tomar evidencias fotográficas y de video, las cuales posteriormente se analizaban.

Los datos tomados para cada nido fueron: ubicación (en la estructura), altura, estatus del nido (en uso o abandonado), número de cámaras y número de individuos por etapa de vida (huevos, pollos/juveniles y adultos). Con dichos datos se calculó el tamaño de nidada y el tamaño poblacional. Además, se caracterizó el hábitat de anidación.

Tamaño de nidada: Para calcular el tamaño de nidada se seleccionaron ocho nidos con el mayor número de cámaras, lo cual es indicativo de que el nido se encuentra en uso para incubación; además se eligieron los más accesibles por cuestiones de seguridad (Di Santo, Battisti, & Bologna, 2016). Para poder observar hacia el interior de los nidos se utilizó un endoscopio-boroscopio para muestreo de vida silvestre marca ProVision, el cual permitió contar el número de huevos y de esta forma obtener el promedio de huevos por nido y el rango.

Estimación del tamaño poblacional: Primero se obtuvo el grado de ocupación, siguiendo la metodología propuesta por Molina, Postigo, Muñoz & Del Moral (2016). Esta metodología consiste en llevar a cabo el conteo del número de cámaras por nido, registrar el número de entradas y salidas (individuos por cámara), lo cual permite medir el grado de ocupación de cada cámara por nido.

Dicha estimación se calculó en tres momentos: al inicio del trabajo de campo, a inicio de la temporada de anidación (que es el momento con mayor número de cámaras registradas) y al final del trabajo de campo, con la finalidad de obtener los valores máximo y mínimo del grado de ocupación (individuo/cámara). Una vez que se obtuvo el grado de ocupación, se calculó el tamaño poblacional, multiplicando los valores máximos (semana 4) y mínimos (semana 1) por el número de cámaras. El crecimiento poblacional se calculó empleando la ecuación de crecimiento exponencial: $N_t = N_0 * e^{r * t}$ en donde N_0 y N_t representan la población inicial y final respectivamente, e el logaritmo natural, t el intervalo de tiempo y r la tasa de crecimiento.

Caracterización del sitio de anidación: Considerando el nido encontrado como centro, se delimitó una circunferencia de 25 m donde se registraron las especies arbóreas, altura y el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la distancia al nido.

Interacciones interespecíficas: Se obtuvieron los registros de interacciones de manera directa y de manera indirecta con apoyo de una cámara fotográfica, de video y cinco trampas-cámara con las cuales se tomaron videos de 30 s y fotografías. Cada interacción se clasificó con base en el etograma desarrollado por Muñoz-Jiménez, & Alcántara-Carbajal (2017), en el cual se toma nota de cualquier interacción individual o conjunta que se realiza alrededor de los sitios de anidación. Posteriormente, se sistematizaron las interacciones faunísticas, tomando como interacción aquellas en las cuales existía contacto directo entre individuos de *M. monachus* y cualquier otra especie faunística, o llamados de alarma de parte de la cotorra en respuesta a la presencia de individuos de otras especies (Di Santo et al., 2016). Además, se determinaron las especies interactuantes, así como la diferenciación entre interacciones positivas (mutualistas/cooperativistas), negativas (comportamientos agonistas, competencia, depredación) y neutrales (sin afectación aparente) (Manning, & Dawkins, 2012). Igualmente, dentro del apartado de interacciones, se incluyeron las especies de fauna de las cuales se alimenta *M. monachus*, con la finalidad de abarcar todas las interacciones de depredación. Para el análisis de datos se aplicó una prueba de χ^2 (α=0.05) comparando las frecuencias entre especie y tipo de interacción empleando el software SPSS 22 (Di Santo et al., 2016).

Variables ambientales y antrópicas: Se seleccionaron las variables antrópicas que se consideran pueden estar asociadas con el éxito invasivo de la especie y se obtuvieron de la herramienta digital del inventario nacional de vivienda 2016 y 2010, pertenecientes al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (https://www.inegi.org.mx). Estas variables fueron: densidad poblacional humana (número de habitantes por colonia o vecindario), densidad de personas mayores a 60 años (tienden a alimentar a las aves como forma de entretenimiento) (Rodríguez-Pastor, Senar, Ortega, Faus, Uribe, & Montalvo, 2012), disponibilidad de pavimento (Maldonado, 2019) y disponibilidad de alumbrado público. Esta última variable se utiliza debido a la preferencia de la especie por anidar en sitios con presencia de infraestructura eléctrica (Reed, Mccleery, Silvy, Smeins, & Brightsmith, 2014; Avery & Lindsay, 2016; Tracey, & Miller, 2018). En cuanto a las variables ambientales, se tomaron la disponibilidad de árboles, palmeras y plantas de ornato, ya que la especie presenta una tendencia a anidar en árboles entre 6.9 y 22.7 m (Carrasco, 2014).

Se elaboró una base en la cual se incluyó la información de las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB's) con registros de la especie (presencia) e igual número de AGEB's sin registros de la especie (ausencia), estos últimos elegidos de manera azarosa. Cabe señalar que, para comprobar la presencia/ausencia de la especie, se tomaron los registros de las bases de datos de ciencia ciudadana, notas personales con datos desde el 2015 y apuntes realizados por observadores de aves locales, quienes proporcionaron observaciones georreferenciadas y respaldadas con evidencia fotográfica de Enrique Benítez-Orduña, que datan desde el 2012. Así mismo, se realizaron visitas a los puntos de ausencia en los horarios identificados como de mayor actividad de la especie, para verificar no se tratasen de falsos negativos.

Se realizó un análisis de regresión logística binomial con el fin de identificar cómo influyen las variables seleccionadas en la probabilidad de presencia/ausencia de la especie, en Cd. del Carmen, las cuales fueron analizadas en el software SPSS 22.

Fuentes de introducción de la especie: Para determinar si la especie está siendo comercializada en la isla, se tomaron en cuenta dos rubros principales: comercio legal (tiendas de mascotas y permisos de aprovechamiento) e ilegal (decomisos). En total se visitaron cuatro establecimientos, dos pertenecientes a la franquicia Maskota que se dedica a la comercialización de mascotas y dos en el mercado público municipal de la isla. En el caso del comercio ilegal, se solicitó información referente a decomisos mediante la Plataforma Nacional de Transparencia (https://www.plataformadetransparencia.org.mx). Finalmente, con apoyo de observadores de aves locales, se corroboró la presencia/ausencia de la especie en zonas cercanas a la ciudad para identificar posibles áreas de alimentación o anidación fuera de Ciudad del Carmen, lo cual serviría como un indicador de que la especie se encuentre en expansión (Senar, Domènech, Arroyo, Torre, & Gordo, 2016).

Análisis de riesgo: Para calcular el potencial invasivo de la cotorra monje de Ciudad del Carmen se empleó la metodología propuesta por Bomford (2008) con modificaciones. Dicha metodología fue modificada a una escala local (Anexo 2). Se emplearon los datos recabados en el presente trabajo a nivel local, para asignar los valores a cada factor.

RESULTADOS

Hábitos alimentarios: Se registraron un total de 324 eventos de alimentación (EA), categorizados en cuatro rubros: brotes, frutas/semillas, insectos y otros. Se identificaron un total de 14 elementos de la dieta, de los cuales 12 fueron observados en la alimentación de individuos adultos y dos en la manutención de polluelos.

La alimentación de los adultos se compone de frutas de temporada como almendra (*Terminalia catappa*), mango (*Mangifera indica*), guaya (*Melicoccus bijugatus*) y naranja dulce (*Citrus sinensis*), frutos de tamarindo (*Tamarindus indica*) y cedro (*Cedrela odorata*). También incluye brotes de pasto y de palo de tinto (*Haematoxylum campechianum*) e insectos (algunos de la familia Gryllidae). Además, se registró el consumo de arena de playa (geofagia), residuos orgánicos de botes de basura y elementos no identificados. Para la alimentación de los pollos se observó el acarreo de corteza de árbol (no se identificó ninguna especie) y semillas de gramíneas. No fue posible la identificación de algunos componentes hasta el nivel de especie, debido a la distancia de observación y a que en ocasiones el alimento era acarreado en partes muy pequeñas.

De acuerdo a la categorización realizada, las frutas y semillas constituyen más de la mitad de la dieta con 68%, seguida de brotes con 17%, geofagia 7%, otros 5% e insectos 3%. En la categoría otros, se incluyeron los componentes: corteza, no identificados y residuos orgánicos, esto debido a que fueron los elementos con menor número de registros. Cabe señalar que, pese a que los insectos representaron uno de los elementos con menor número de EA, se incluyeron en una categoría pues fue el único elemento de origen animal registrado en la dieta de esta especie. Los alimentos que se presentaron con mayor frecuencia fueron los frutos de *T. catappa* con 53 EA, brotes de pasto con 44 EA y frutos de *C. odorata* con 40 EA. En cuanto a los sitios de alimentación, la mayor frecuencia de EA se presentó en el tanque elevado (Punto D) con un 51.2% de las observaciones ($\chi^2 = 444.240$, $p \leq 0.0001$) lo cual indica que existe una relación entre el sitio y la frecuencia de alimentación.

La geofagia únicamente se observó en uno de los puntos de muestreo, el cual se encuentra en la zona de Playa Norte (Punto A). En el análisis de suelo realizado, se encontró que el sitio control y el Punto A tienen una textura arenosa, presentando porcentajes similares en el análisis granulométrico. Sin embargo, el pH presente en el sitio de alimentación es menor (7.18) que en el sitio control (8.45) y existe un mayor porcentaje de materia orgánica en el sitio de alimentación (13.06%) en comparación con el sitio control (2.69%). Por otra parte, existen macronutrientes como fósforo, potasio y magnesio que se encontraron con mayor abundancia en el sitio de alimentación; contrario al calcio y nitrógeno, que tenían valores más altos en el sitio control. Se encontró una mayor presencia de micronutrientes como cobre, zinc, manganeso y boro en el sitio de alimentación, siendo el hierro el único micronutriente con valores superiores en el sitio control.

Fenología reproductiva: En el mes de enero se registraron 12 nidos. Sin embargo, a inicio del mes de febrero se observó el acarreo de material para la construcción de nidos y cámaras nuevas, siendo evidente el aumento del tamaño y el número de los mismos, lo cual indicó el inicio de la temporada de reproducción. Se registró una oscilación en el número de nidos presentes en el tanque elevado, siendo 12 el número mínimo de nidos encontrados y 27 el máximo. Dicha oscilación fue principalmente por la caída de algunos nidos, debido a los fuertes vientos provocados por los eventos de nortes en el mes de marzo y abril, así como por el tamaño o la ubicación de los mismos; por lo que se presentan resultados globales.

A finales del mes de marzo se presentó la primera puesta y la última a finales mayo, con un promedio de cuatro huevos (s= 2.71 y n=8) y un rango de 2-10 huevos por nido. La eclosión fue asincrónica, con un lapso de entre 24 a 28 días. Se obtuvo un tamaño poblacional mínimo de 106 y máximo de 167 individuos al inicio de la temporada de reproducción. La tasa de crecimiento poblacional fue de 0.19, lo cual indica que por cada 100 individuos se añaden 19 nuevos a la población. Si estas condiciones permanecen constantes, la población se duplicará en aproximadamente 3.6 años. La tasa de crecimiento se ajusta al modelo exponencial en un 100%.

El hábitat de anidación se compone de 13 árboles de cinco especies: almendra (*T. catappa*), cedro (*C. odorata*), flamboyán (*Delonix regia*), palma de coco (*Cocos nucifera L.*) y tamarindo (*T. indica*). De las cinco especies registradas, tres son utilizadas en la alimentación (*T. catappa*, *C. odorata* y *T. indica*) y todas son empleadas en la construcción de los nidos. Además, se identificaron ramas de *H. campechianum* en la estructura de los nidos.

A inicios de la temporada de reproducción y con el acarreo de material, se documentó la nidificación cooperativa con paloma común (*Columba livia*) en los niveles dos (10 m) y tres (15 m) de la estructura metálica. Lo anterior se sustenta en el hecho de que *C. livia* fue la única especie que se observó muy cerca y dentro del nido, a la ausencia de comportamientos agonistas entre ambas especies y a que se encontraron restos de cascarones eclosionados de esta paloma en el sitio.

Interacciones interespecíficas: Se observó un total de 75 interacciones con 14 especies, de las cuales 12 son aves, un reptil e insectos de la familia Gryllidae. Entre las aves se registraron dos especies invasoras y diez nativas; de las cuales destacan tres rapaces y dos psitácidos (Anexo 3).

La interacción con mayor número de registros fue positiva y se dio con *C. livia* (20%), ya que ambas especies comparten sitio de anidación. La segunda interacción con más registros fue con *Quiscalus mexicanus* (16%) y se clasificó como negativa, ya que se observaron comportamientos agonistas por sitios de percha y de alimentación. La $\chi^2 = 228.655$, $P \leq 0.0001$ indica que existe una relación entre la especie y el tipo de interacción que presentan.

Es necesario resaltar la interacción con las especies de psitácidos nativos, ya que en ambos casos fueron negativas. Se observaron comportamientos agonistas (llamados, aleteos y sobrevuelos) por la defensa de territorio, ya sea sitio de alimentación o percha, resultando en el abandono del área por parte de alguna de las dos especies, siendo el número de individuos un factor para ello.

Variables antrópicas: El análisis de la abundancia de *M. monachus* en los 40 AGEB's seleccionados arrojó que para el modelo de regresión logística la puntuación de eficiencia estadística ROA indica una mejora significativa en la predicción de la probabilidad de ocurrencia de presencia/ausencia de la especie ($\chi^2 = 28.758$ y $P = 0.001$). Así mismo, el valor de R^2 de Naglekerke muestra que el modelo propuesto explica el 68.4% de la varianza. La prueba de Hosmer y Lemeshow presentó una $\chi^2 = 5.338$ y $P = 0.721$, lo cual revela un buen ajuste del modelo. De igual manera, la tabla de clasificación del bloque uno indica que el modelo ha clasificado correctamente el 87.5% de los casos, por lo tanto, es un modelo aceptable.

En cuanto a las proporciones de probabilidad, se obtuvo una relación positiva entre la cantidad de pavimento y la presencia de la cotorra, aumentando las probabilidades de presencia de la especie en 2.528 veces más que si no estuviera pavimentado. Así mismo, un incremento en el alumbrado público aumenta en 6.752 las probabilidades de presencia de la especie

Por otro lado, para la variable de población se obtuvo una relación negativa con la presencia de la especie, ya que, a mayor densidad poblacional las proporciones de probabilidad de ausencia de la especie aumentaría 1.00. De igual manera, para la población mayor de 60 años las proporciones de probabilidad de ausencia aumentan 1.02. Finalmente, para el caso de las plantas de ornato, a mayor cantidad de plantas de ornato las proporciones de probabilidad de ausencia aumentan 1.184. Sin embargo, los valores de Wald no son significativos, lo cual indica que este modelo no es generalizable.

Fuentes de introducción: No se encontró evidencia de comercio legal en ninguna de las tiendas visitadas. Así mismo, de la solicitud de información con número de folio 0001600142618 registrada en la Plataforma Nacional de Transparencia referente a permisos de aprovechamiento; tuvo como respuesta de parte de la Dirección General de Vida Silvestre la emisión de 18 permisos en el periodo de 2010 a 2018 con un total de 634 individuos (ninguno fue emitido para los estados de la Península de Yucatán). Cabe recalcar que para los años 2011 y 2018 no se tuvieron avisos de aprovechamiento.

En cuanto al comercio ilegal, se realizó la solicitud de información con el folio 1613100206718, obteniendo respuesta por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en la cual se indica que se tuvieron 166 aseguramientos con un total de 817 individuos en el periodo de 2001 al 2018. De los cuales tres fueron en la Península de Yucatán, todos en el estado de Yucatán, siendo el más reciente en noviembre de 2016, en el cual se realizó el aseguramiento de dos individuos en la ciudad de Mérida.

Análisis de riesgo: La valoración del análisis de riesgo para la población de *M. monachus* en Ciudad del Carmen Campeche fue de 34 puntos, de un total posible de 57 de acuerdo al análisis de riesgo modificado de Bomford (2008) y Ramírez-Bastida (2019) (Tabla 1). Tomando en cuenta los puntajes obtenidos en las tres etapas del análisis de riesgos, los resultados indican que *M. monachus* representa un riesgo extremo para Ciudad del Carmen.

TABLA 1

Evaluación del riesgo por invasión por la cotorra argentina en Ciudad del Carmen, Campeche, México por cada elemento considerado, por etapa y globalmente. Los valores máximos y mínimos fueron dados por Bomford (2008), modificado por Ramírez-Bastida (2019) y por los autores en este escrito.

TABLE 1

Risk assessment by Monk parakeet invasion in Ciudad del Carmen, Campeche, Mexico for each element considered, by stage and globally. The maximum and minimum values were given by Bomford (2008), as modified by Ramírez-Bastida (2019) and by the authors in this paper.

Factor	Puntaje a Nivel nacional (Ramírez-Bastida, 2019)	Puntaje para Cd. del Carmen
A1 Riesgo por escape de individuos para las personas (0-2)	0	0
A2 Riesgo para la seguridad pública por individuos cautivos (0-2)	1	1
Etapa A. Riesgo para la seguridad pública por liberación de individuos: A = A1 + A2 (0-4)	1	1
B1 Grado de coincidencia climática entre la península y distribución de origen (1-6)	5	4
B2 Población exótica establecida en el resto del país (0-4)	4	4
B3 Tamaño del rango de distribución en México (0-1)	1	1
B4 Clase taxonómica (0-1)	0	0
B5 Dieta (0-1)	1	1
B6 Hábitat (0-1)	1	1
B7 Comportamiento migratorio (0-1)	0	0
B. Puntuación de riesgo de establecimiento: B1+B2+B3+B4+B5+B6 (1-16)	11	11
C1 Grupo taxonómico (0-4)	2	3
C2 Tamaño del rango de distribución en México (0-2)	1	2
C3 Dieta y alimentación (0-3)	0	0
C4 Competencia con fauna nativa por huecos en los árboles (0-2)	2	0
C5 Estatus como plaga ambiental en el país (0-3)	3	3
C6 Coincidencia con especies nativas o poblaciones de psitácidos susceptibles (0-5)	3	2
C7 Situación de plaga para la producción primaria en México (0-3)	3	1
C8 Coincidencia climática con producción primaria susceptible (0-5)	4	5
C9 Propagación de enfermedades (1-2)	2	2
C10 Daño a propiedades (0-3)	2	1
C11 Daño a personas (0-5)	3	3
C Pest risk score for birds, mammals, reptiles and amphibians: C = C1+C2+C3+C4+C5+C6+C7+C8+C9+C10+C11 (1-37)	25	22
TOTAL= A+B+C (1-57)	37	34

DISCUSIÓN

Existen diversas metodologías para evaluar el potencial invasivo de una especie, siendo necesario evaluar su riesgo de invasión y las consecuencias del mismo. Los análisis de riesgos juegan un papel trascendental en la prevención, manejo y erradicación de especies no nativas e invasoras (Capdevila-Argüelles et al., 2006). Para México, la CONABIO realizó una estrategia general de especies invasoras, de la que surge el método de evaluación rápida de invasividad (MERI) para especies exóticas, el cual es aplicable para todos los grupos taxonómicos y fue desarrollado por expertos en el tema (Barrios et al., 2014). Para *M. monachus* el resultado a nivel nacional es de 0.6515625 (0 a + de 0.500), el cual indica Riesgo Muy alto (CONABIO, 2015). A raíz de esto, se publicó recientemente el análisis de riesgo elaborado por Ramírez-Bastida (2019) el cual se basa en Bomford (2008) diseñado en Australia con un enfoque para aves y mamíferos, y que fue modificado para analizar la invasividad de la especie a nivel nacional. Sin embargo, al tomar datos a nivel nacional, se omiten matices relevantes a escala regional y local y también por especie. Tal es el caso de Ciudad del Carmen, cuya naturaleza de ínsula implica que los impactos generados por la presencia de especies invasoras sean muy particulares (Rodríguez, Castro, & Salabarría, 2014).

Al comparar los resultados obtenidos por Ramírez-Bastida (2019) en el análisis de riesgo de *M. monachus* para el país, ambos trabajos tuvieron como resultado que la especie se encuentra en la categoría de riesgo extremo de invasión. Pese a ello, hubo algunas

discrepancias entre los valores asignados en cada factor, tal es el caso de la etapa B (Riesgo de establecimiento) cuyo resultado para la Península de Yucatán es alto a diferencia de la categorización como riesgo extremo para el país, centrándose las diferencias principalmente en el grado de coincidencia climática (en la Península hay menor variabilidad climática comparada con el resto del país) y en el comportamiento migratorio de la especie (de manera natural, no se ha observado que la especie esté ocupando nuevos sitios y requeriría moverse varios kilómetros de distancia para lograr salir de la isla y llegar a sitios con disponibilidad de alimento). El comportamiento migratorio tiene un papel importante en la expansión de la especie al resto de la Península de Yucatán, ya que, se tiene registrado que la distancia media de dispersión del sitio de nacimiento al primer sitio de anidación de la especie es de 1230 m (Martin, & Bucher, 1993) debido a ello, al estar la población focalizada en Ciudad del Carmen, su expansión dependería principalmente de factores como el traslado de individuos mediante el comercio ilegal.

Cabe recalcar que, pese a que la metodología propuesta por Bomford (2008) es una de las más aceptadas y completas que hay, existen puntos en los cuales se podría realizar una categorización más puntual, de manera tal que se obtenga una puntuación más precisa sobre el potencial invasivo de la especie. Tal es el caso de la dieta, la cual se categoriza en especialista y generalista según Bomford (2008). No obstante, al contar con datos más precisos sobre la alimentación de la especie, como es en el caso de las observaciones obtenidas en este trabajo, se podría realizar una categorización más detallada, en la cual se incluyan los diferentes grados de especialización alimentaria de *M. monachus,* permitiendo determinar su relación con los recursos a su disposición y la forma en que se desenvuelve en los distintos niveles tróficos (Sarmiento, 2001).

Por ejemplo, el componente vegetal (frutas y semillas, brotes y corteza) resultó ser el de mayor importancia, representando en su conjunto más del 85% de la alimentación registrada en términos de elementos y frecuencia de registro, concordando con Aramburú & Corbalán (2000). Estos autores mediante el contenido estomacal de pichones de *M. monachus* en vida silvestre, comprobaron que el componente vegetal resultó ser el de mayor importancia en elementos (16), frecuencia y volumen, siendo *T. catappa* el elemento registrado con mayor frecuencia. Esta es una planta introducida, naturalizada en la mayor parte de México y que ha sido catalogada como invasora en algunas islas del trópico, debido a que puede llegar a desplazar a especies nativas (GISD, 2019). Lo anterior representa un claro ejemplo de la asociación entre especies introducidas. El consumo del género *Citrus* por *M. monachus* en Ciudad del Carmen, concuerda con lo encontrado por De la Peña & Salvador (2010), quienes reportaron que *M. monachus* consume dos especies pertenecientes a este género en su área de distribución nativa. Lo anterior toma importancia, ya que en la isla existe la costumbre de tener cítricos en los patios de las casas, por lo que podría considerarse un elemento clave en la disponibilidad de alimento para la cotorra.

Por otro lado, la función de la geofagia en las aves, en particular en los psitácidos se cree tiene dos funciones principales: como ayuda en la digestión y como apoyo en la nutrición (absorción de minerales) (Colleen, 2019). Para este caso, la geofagia puede ser la manera que tiene *M. monachus* de suplir aquellos nutrientes que no puede adquirir de las fuentes de alimentos presentes en Isla del Carmen, o simplemente es una estrategia para poder digerir aquellos alimentos que haya integrado a su dieta que no sean de fácil digestión. Cualquiera de las dos opciones constituye una ventaja que le posibilita a esta especie poder establecerse de manera exitosa en la isla y continuar incrementando su población.

Otro punto para recalcar del método propuesto por Bomford (2008) es la casi completa omisión de la interacción de la especie invasora con las especies locales, la cual únicamente se toca en dos factores: competencia por huecos en los árboles y coincidencia climática con especies nativas. Pudiendo comprobar con los datos obtenidos que, pese a que se encontró un solo soporte de nido que se trató de una estructura humana, teniendo ausencia de nidos en árboles o algún otro tipo de sustrato, todas las especies arbóreas encontradas en el sitio de anidación fueron aprovechadas, ya sea para alimentación o en la construcción de nidos, lo cual da una idea de lo adaptable que es *M. monachus* al momento de utilizar los recursos que tiene a su alcance.

Así mismo, existen interacciones que son de gran importancia para el establecimiento de la especie, tal es el caso de la anidación cooperativa entre *M. monachus* y *C. livia*, encontrándose que es posible el co-anidamiento logrando nidadas exitosas para ambas especies (Nores, 2009), ya que se logró captar el acarreo de material y mantenimiento de un mismo nido por parte de individuos de ambas especies. Caso contrario de la depredación, ya que, de las nueve interacciones clasificadas como negativas debido a los comportamientos agonistas entre las especies, cuatro se refieren a relaciones depredador/presa (*R. magnirostris, F. peregrinus, I. iguana, C. cheriway*), resultando beneficiosas para el control biológico de la cotorra.

Además, no se considera ninguno de los atributos de la fenología reproductiva, factor determinante en el establecimiento y expansión de la especie. Tal es el caso de la tasa de crecimiento, la cual se duplicará en un lapso de 3.5 años comparativamente con lo reportado para Madrid, Molina et al. (2016) donde se estimó que se duplicará cada 4.5 años. Pese a que ambas poblaciones tienen tamaños diferentes, siendo mayor en Madrid, Ciudad del Carmen presenta un tiempo de duplicación menor. Lo anterior podría deberse

a que la isla no cuenta con ningún tipo de manejo o control a la población de cotorras, contrario a las múltiples medidas que se han tomado en España (Molina et al., 2016). Postigo et al. (2019) realizaron un comparativo entre los estados de la Unión Europea que cuentan con un control y regulación de *M. monachus* y los que carecen de él, y encontraron que existe un aumento exponencial de la población, exceptuando los países donde se tiene un manejo de la especie. Este resultado concuerda con lo que sucede en la Isla y nos brinda más elementos para demostrar lo crítica que puede ser la situación si no se toman medidas para el control y erradicación de esta especie.

Debido a ello, tomando en cuenta los atributos biológicos más citados que caracterizan a las especies invasoras y que facilitan su éxito (Lodge, 1993), los autores proponemos una serie de parámetros aplicables a *M. monachus* (Tabla 2). Estos incluyen los atributos poco profundizados u omitidos por Bomford (2008), tal es el caso de la fenología reproductiva, alimentación, interacciones, a la par de que incluye puntos de gran relevancia como los mecanismos de dispersión y la habilidad de colonizar nichos vacíos.

TABLA 2

Comparativo del nivel de invasividad de *M. monachus* entre Ciudad del Carmen y el resto del país, con base en los atributos biológicos que caracterizan una especie invasora propuesto por Lodge (1993) y Ramírez y Aramburú (2017).

TABLE 2

Level of invasiveness comparation of the of *M. monachus* between Ciudad del Carmen and the rest of the country, based on the biological attributes that characterize an invasive species proposed by Lodge (1993) and Ramirez and Aramburú (2017).

Característica	Parámetro	Valor máximo	Valor mínimo	*Criterio	Ciudad del Carmen	** México
Altas tasas de crecimiento y reproducción	Tasa de crecimiento anual	3	1	1.- De 0.1 a 0.5 2.-De 0.6 a 1 3.-Valores superiores a 1	1	3
	Tamaño de puesta	3	1	1.-Dentro de los valores normales 2.-Puestas por encima de los valores considerados como normales	2 - 10 huevos	6-8 huevos
Habilidad de colonizar rápidamente nichos vacíos	Capacidad de establecimiento	3	1	1.-no es especie pionera y no tiene capacidad de abarcar nuevos espacios 2.-no es especie pionera con capacidad de abarcar nuevos espacios 3.-Colonizador o especie pionera	1	2
Elevada plasticidad y flexibilidad fenotípica	No aplica para la especie					
Alta capacidad de hibridación	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Alta variabilidad genética	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mecanismos eficaces de dispersión	Migración	2	1	1.- Especie no migratoria 2.-La especie migra de su sitio de distribución natural a otros sitios para alimentarse o reproducirse por temporalidad	1	1
	Dispersión (Capacidad de movimiento local)	3	1	1.-Difusión o movimiento gradual de una población a través de terrenos favorables por un período de varias generaciones 2.- A saltos, o movimiento de organismos individuales a grandes distancias, seguido del establecimiento con éxito de una población en la nueva área; por lo general las áreas intermedias no son adecuadas para la vida de estos organismos 3.- Dispersión secular o extensos rangos de distribución. Es la dispersión a lo largo de lo que podríamos llamar el tiempo evolutivo. Miles o cientos de miles de años. El resultado puede ser la aparición de nuevas ecoespecies a lo largo de su área de distribución como una consecuencia de la selección natural	1	2
Escasez de enemigos naturales como depredadores, competidores, enfermedades y parásitos	Depredadores	3	1	1.-Gran diversidad de depredadores con la capacidad de menguar o de extinguir las poblaciones a nivel local 2.-Presencia de depredadores sin capacidad de menguar la población 3.-Sin depredadores en el área	2	2
	Enfermedades	2	1	1.-No es transmisora de enfermedades 2.-La especie es transmisora de enfermedades, posible fuente de zoonosis	ND	2

Dieta amplia, generalmente son especies omnívoras o polífagas	Tipo de alimentación	3	1	1.-Especialista: Su dieta consta principalmente de 1 o 2 tipos de alimentos 2.-Polífago: Se alimenta de múltiples tipos de alimentos pero no de cualquier alimento 3.- Omnívoro: Se alimenta de cualquier tipo de alimento	2	3
Generalista de hábitat	Número de hábitats que ocupa	3	1	1.-Especialista de hábitat 2.-Ocupa diferentes hábitats 3.-Puede ocupar casi cualquier tipo de hábitat	2	2
Asociación con ambientes antropizados o perturbados (comensal de los humanos)	Asociación con los humanos	3	1	1.-Ocupa espacios naturales o prístinos (sin presencia humana) 2.-Puede ocupar espacios perturbados por el humano (sin presencia humana: áreas agrícolas, áreas verdes, etc. 3.-Ocupa espacios con presencia humana	2	3

*Los criterios fueron establecidos con base en la literatura existente sobre la especie (Aramburú, 1996, Domínguez, 2005, Barrios et al., 2014, De La Peña, 2016, Molina et al., 2016, Di santo et al., 2016, Muñoz-Jiménez & Alcántara-Carbajal 2017).

** Los datos fueron tomados con base en estudios realizados en diferentes partes del país por diversos autores (Barrios et al., 2014, Muñoz-Jiménez & Alcántara-Carbajal, 2017, Ramírez-Bastida, 2019).

Finalmente, aunque la propuesta abarca una gama más amplia de aspectos dentro de la biología de *M. monachus*, aún existen vacíos de información que representan ventanas de oportunidad para futuras investigaciones, tal es el caso de la capacidad de hibridación de la especie y la variabilidad genética.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACyT por el apoyo brindado a través de la beca CVU 613646 y beca del SNI (21467). A las dependencias gubernamentales que otorgaron permisos para la realización del trabajo de campo, a Dennis Pérez-Reyes por su apoyo en el trabajo de campo, a los observadores de aves en Ciudad del Carmen en especial a Aves de la Laguna y a los revisores del manuscrito por sus sugerencias y comentarios.

RESUMEN

Introducción: La rapidez con la que se ha expandido la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) es considerada un caso de invasión biológica alarmante en el mundo. **Objetivo:** evaluar el potencial invasivo de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en Ciudad del Carmen, Campeche, México mediante la caracterización de la fenología reproductiva, hábitos alimentarios, interacciones interespecíficas y las variables antrópicas. **Métodos:** Para hacer la caracterización reproductiva, hábitos alimentarios, interacciones interespecíficas y variables antrópicas que favorecen su establecimiento se obtuvieron datos mediante 1) la observación directa y focalizada; 2) usando cámaras fotográficas, de video y trampa, y extrayendo registros de bases de datos (iNaturalist solo las observaciones con grado de investigación, naturgucker y EOD – eBird). Los datos fueron analizados usando el método de riesgo de invasión por Bomford (2008), modificado por Ramírez-Bastida (2019) y por nosotros para este estudio. **Resultados:** Se registraron 14 elementos en su dieta, principalmente frutas, resaltando el fenómeno de geofagia (arena de playa). Se documentó una reproducción asociada al final de la época de nortes y principios de secas (febrero-mayo) y una estimación de 3.5 años para duplicar su población si no hay medidas de control de la especie. Se observaron 14 especies de fauna interactuando con *M. monachus*; 12 aves, un reptil y un insecto. Clasificadas como positivas (Mutualistas/cooperativistas) 10 eventos con una sola especie de ave (*C. livia*), negativas (comportamientos agonistas) 40 eventos con 10 especies, entre ellos competencia con *Amazona albifrons* y *A. oratrix*, y sin afectación aparente 25 eventos con seis especies. Las variables antropogénicas asociadas positivamente a la presencia de esta cotorra fueron el pavimento y alumbrado público. El análisis por riesgo de invasión arrojó un puntaje de 34 de un máximo de 57, valor que representa un caso extremo de riesgo. **Conclusiones:** En concordancia con el análisis de riesgo, la Península de Yucatán está bajo otro caso de riesgo extremo por el perico monje. Además, nosotros sugerimos adicionar a la propuesta de análisis de riesgo de Bomford y Ramírez-Bastida el tipo de alimentación, interacciones con especies locales y crecimiento poblacional que son determinantes para precisar el potencial de invasión de una especie a nivel local.

Palabras clave: análisis de riesgo por invasión; conservación; fenología reproductiva; hábitos alimentarios; interacciones bióticas.

REFERENCIAS

Aramburú, R. (1996). Nidadas supernormales en cotorra común *Myiopsitta monachus monachus* (Aves: Psittacidae). *Ornitología Neotropical*, (7),155-156.

Aramburú, R., y Corbalán, V. (2000). Dieta de pichones de Cotorra Myiopsitta monachus (Aves: Psittacidae) en una población silvestre. *Ornitología Neotropical*, (11), 241-245.

Avery, M.L., y Lindsay, J.R. (2016). *Monk Parakeets*. Wildlife Damage Management Technical Series. USDA, APHIS, WS National Wildlife Research Center. Ft. Collins, Colorado.

Barrios, Y., Born-Schmidt, G., González, A.I., Koleff, P., y Mendoza, R. (2014). *Avances en el desarrollo de criterios para definir y priorizar las especies invasoras*, en R. Mendoza y P. Koleff (coord.), Especies acuáticas invasoras en México. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Beltrán, I., Caballero, A., y Marín, D. (2015). *Evolución del inventario arbóreo del Zoo de Barcelona y su función en la atracción de avifauna. Naturalización de Ardea cinerea, Myiopsitta monachus, Pica pica y Sylvia atricapilla.* (Memoria del Trabajo de Fin de Grado). Universidad Politécnica de Valencia, Gandia, España.

Bomford, M. (2008). *Risk assessment models for establishment of exotic vertebrates in Australia and New Zealand*. Henderson, W. (Ed.). Invasive Animals Cooperative Research Centre, Australian Government. Canberra. ISBN: 978-0-9804999-7-1.t.

Cantú-Guzmán, J.C., y Sánchez-Saldaña, M.E. (2018). La importación masiva de periquitos monje por México: Desenmascarando el Mito. Defenders of Wildlife y Teyeliz A.C. 34.

Capdevila-Argüelles, L., Iglesias, A., Orueta, JF., y Zilleti, B. (2006). Especies Exóticas Invasoras. Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo. Madrid. Organismo autónomo parques nacionales. Ministerio de medio ambiente

Carrasco, N.E. (2014). Selección de lugares de nidificación por la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en los parques y jardines de la ciudad de Madrid. (Tesis de Máster en Ecología). Universidades Autónoma y Complutense de Madrid. Madrid, España.

Colleen, T.D., Bredin, I.P., y Wragg, P.D. (2019). More than eating dirt: a review of avian geophagy. *African Zoology*, 54(1), 1-19. DOI: 10.1080/15627020.2019.1570335

CONABIO. (2015). Avesmx. http://avesmx.conabio.gob.mx/EspeciesRegion.html#AICA_170.

Davis, A.Y., Malas, N., y Minor, E.S. (2014). Substitutable habitats? The biophysical and anthropogenic drivers of an exotic bird's distribution. *Biological Invasions*, (16), 415–427. doi:10.1007/s10530-013-0530-z.

De la Peña, M.R., y Salvador, S.A. (2010). Manual de la alimentación de las aves argentinas. Digital. Universidad Nacional del Litoral.

De La Peña, M.R. (2016). Aves argentinas: descripción, comportamiento, reproducción y distribución. Trogonidae a Furnariidae. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (Nueva Serie)*. 20(2): 1-620. ISSN 0325-3856

Di Santo, M., Battisti, C., y Bologna, M.A. (2016). Interspecific interactions in nesting and feeding urban sites among introduced Monk Parakeet (*Myiopsitta monachus*) and syntopic bird species. *Ethology Ecology & Evolution*, 1-11. doi:10.1080/03949370.2015.1119761

Domínguez, V.E. (2005). Los mecanismos de dispersión de los organismos vivos como una explicación a su actual distribución en nuestro planeta. *Boletín de la Real Academia de Córdoba de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes*, 148, 67-78.

EBird. (2018). eBird Basic Dataset. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York.

Galetti, M. (1997). Seasonal abundance and feeding ecology of parrots and parakeets in a lowland Atlantic forest of Brazil. *Ararajuba*, 5.

GBIF.org. (5th October 2018). GBIF Occurrence Download: https://doi.org/10.15468/dl.6kxjb0

GISD. Global Invasive Species Database. (1st November 2019). *Terminalia catappa*. Available from: http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Terminalia+catappa

Hobson, E.A., Smith-Vidaurre, G., y Salinas-Melgoza, A. (2017). History of nonnative Monk Parakeets in Mexico. *PLoS ONE*. *12*(9), e0184771. doi: https://doi.org/10.1371/journal.pone.01847718

Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (INE-SEMARNAP). (1997). *Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos*. México. Recuperado de: https://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/APFFTerminos.pdf

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2010). Conteo de población y vivienda.

Lodge, D.M. (1993). Biological invasions: Lessons for ecology. *Trends Ecol Evol. 8*(4),133-137. doi:10.1016/0169-5347(93)90025-K

MacGregor-Fors, I., Calderón-Parra, R., Meléndez-Herrada, A., López-López, S., y Schondube, J. (2011). Pretty, but dangerous! Records of non-native Monk Parakeets (*Myiopsitta monachus*) in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. (82), 1053–1056. doi: 10.22201/ib.20078706e.2011.3.721)

MacKinnon B. (2018). Listado de aves de la Península de Yucatán. Amigos de Sian Ka'an, AC. Cancún, Quintana Roo, México.

Maldonado, E.S.M. (2019). Presencia de aves invasoras y su relación con el hábitat a lo largo de un gradiente de urbanización de la región de Valles Centrales, Oaxaca. (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca. Oaxaca, México.

Manning, A., y Dawkins, M.S. (2012). An introduction to animal behaviour, 6th edn. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Martin, L.F., y Bucher, E. (1993). Natal Dispersal and First Breeding Age in Monk Parakeets. The Auk. 110, 930-933. doi:10.2307/4088651.

Mohr, C. (1947). Table of Equivalent Populations of North American Small Mammals. *The American Midland Naturalist*. *37*(1), 223-249. doi:10.2307/2421652

Molina, B., Postigo, J.L., Muñoz, A.R., y Del Moral, J.C. (Eds.). (2016). La cotorra argentina en España, población reproductora en 2015 y método de censo. Madrid. SEO/BirdLife.

Muñoz, A.R, y Real, R. (2006). Assessing the potential range expansion of the exotic monk parakeet in Spain. *Divers. Distrib*. (12), 656–665. doi:10.1111/j.1472-4642.2006.00272.x.

Muñoz-Jiménez, J.L., y Alcántara-Carbajal, J.L. (2017). La cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en el Colegio de Postgraduados: ¿una especie invasiva? *Huitzil: revista de ornitología mexicana, 18*(1), 38-52.

Nores, M. (2009). Use of Active Monk Parakeet Nests by Common Pigeons and Response by the Host. *Wilson J. Ornithol*, 121,812–815. doi:10.1676/08-167.1.

Postigo, J., Strubbe, D., Mori, E., Ancillotto, L., Carneiro, I., Latsoudis, P., Menchetti, M., Pârâu, L., Parrott, D., Reino, L., Weiserbs, A., y Senar, J.C. (2019). Mediterranean versus Atlantic monk parakeets *Myiopsitta monachus*: Towards differentiated management at the European scale. *Pest Management Science*. **75**: 915–922.doi:10.1002/ps.5320.

Ralph, J., Geupel, G.R., Pyle, P., Martin, T.E., Desante, D.F., y Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Berkeley, CA. Recuperado de: http://www.psw.fs.fed.us/techpub.html.

Ramírez, J., y Aramburú, R. (2017). De Suramérica para México, la invasión de la cotorra argentina (*Myopsitta monachus* Boddaert, 1783). *Rev. Biodivers. Neotrop*. (7), 86–97. doi:10.18636/BIONEOTROPICAL.V7I2.345.G611.

Ramírez-Bastida, P. (2019). Análisis de riesgo de *Myiopsitta monachus.* Servicios de consultoría para la actualización del estudio de análisis de riesgo detallado para *Myopsitta monachus* realizado en el año 2015 y la elaboración de dos análisis de riesgo de aves con potencial invasor para México *Sturnus vulgaris* y *Streptopelia decaocto*. Proyecto 00089333 "Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI". PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo).

Reed, J., Mccleery, R., Silvy, N., Smeins, F., y Brightsmith. D. (2014). Monk parakeet nest-site selection of electric utility structures in Texas. *Landsc. Urban Plan*, 129. doi:10.1016/j.landurbplan.2014.04.016.

Rodríguez, L., Castro, L.M., y Salabarría, D. (2014). EEI: el caso del archipiélago cubano. *España. Ambienta*. (109): 62-77.

Rodríguez-Pastor, R., Senar, J.C., Ortega, A., Faus, J., Uribe, F., y Montalvo, T. (2012). Distribution patterns of invasive Monk parakeets (*Myiopsitta monachus*) in an urban habitat. *Anim. Biodivers. Conserv*. (35), 107–117.

Sarmiento, F.O. (2001). Diccionario de Ecología de Paisajes, Conservación y Desarrollo Sustentable para Latinoamérica. Abya-Yala, editor. Ecuador.

Senar, J.C., Domènech, J., Arroyo, L., Torre, I., y Gordo, O. (2016). An evaluation of monk parakeet damage to crops in the metropolitan area of Barcelona. *Anim. Biodivers. Conserv*. 39, 141–145. doi:https://doi.org/10.32800/abc.2016.39.0141

Tracey, K.F., y Miller, K.E. (2018). Monk Parakeets Provide Nesting Opportunities for the Threatened Southeastern American Kestrel. *Journal of Raptor Research*, *52*(3), 389-392. doi: https://doi.org/10.3356/JRR-17-69.1

Apéndices

APÉNDICE DIGITAL 1

Comparación de resultados del análisis de suelo del sitio de alimentación donde se observó geofagia y el sitio control.

DIGITAL APPENDIX 1

Comparison of soil analysis results from the feeding site where geophagy and site control were observed.

Parámetro	Sitio de alimentación	Sitio control
Textura	Arenosa	Arenosa
Arena %	90.9	88.9
Limo %	5.3	7.3
Arcilla %	3.8	3.8
pH	7.18	8.45
Conductividad eléctrica dS m-1	0.49	0.12
Materia Orgánica %	13.06	2.69
Nitrógeno inorgánico mg kg-1	5.3	7.0
Fosforo asimilable mg kg-1	1.48	0.74
Potasio mg kg-1	120	29
Calcio mg kg-1	6055	6381
Magnesio mg kg-1	453	324
Hierro mg kg-1	3.16	4.16
Cobre mg kg-1	0.54	0.45
Zinc mg kg-1	5.95	1.15
Manganeso mg kg-1	1.09	0.57
Boro mg kg-1	3.09	0.97
Densidad aparente g cm-3	1.13	1.59

APÉNDICE DIGITAL 2

Etapas de invasión, factores y criterios para asignar valores en el análisis de riesgo de *M. monachus* en Ciudad del Carmen (Modificado de Bomford 2008 y Ramírez-Bastida 2019).

DIGITAL APPENDIX 2

Invasion stages, factors, and criteria for assigning values in the risk analysis of *M. monachus* in Ciudad del Carmen (Modified from Bomford 2008 and Ramírez-Bastida 2019).

<table>
<tr><th>Etapa</th><th>Factores</th><th>Criterios para asignar valores</th></tr>
<tr><td rowspan="2">A. Riesgo por liberación de individuos</td><td>A1. Riesgo para las personas por escape de individuos (0-2)</td><td>• La especie a veces ataca sin ser provocado y/o es capaz de causar lesiones graves (que requieren hospitalización) o fatales = 2
• La especie puede realizar ataques no provocados que causan lesiones moderadas (que requieren atención médica) o molestias graves, pero es muy poco probable (pocos o ningún registro) que pueda causar lesiones graves (que requieren hospitalización) si no se provocan o animales que es poco probable que realice un ataque no provocado, pero que puede causar lesiones graves (requiere hospitalización) o fatalidad si está acorralado o manejado = 1
• Representa un menor riesgo de daño a las personas (es decir, animales que no producirán ataques no provocados que causen lesiones que requieren atención médica y que, incluso si es acorralado o manipulado, es poco probable que cause lesiones que requieran hospitalización) = 0</td></tr>
<tr><td>A2. Riesgo para la seguridad pública por individuos cautivos (0-2)</td><td>• Riesgo nulo o bajo (muy poco probable o imposible) = 0
• Riesgo moderado (pocos registros y consecuencias que probablemente no sean fatales) = 1
• Alto riesgo (factible y las consecuencias pueden ser fatales) = 2</td></tr>
<tr><td colspan="3">Valores para asignar categoría de amenaza:
Bajo A = 0
Moderadamente peligroso A = 1
Altamente peligroso A 2</td></tr>
<tr><td rowspan="6">B. Riesgo de establecimiento</td><td>B1. Grado de coincidencia climática entre la Península de Yucatán y su distribución de origen (1-6)*</td><td><table><tr><th>Climate</th><th>Valor</th><th>Categoría</th></tr><tr><td>< 2</td><td>1</td><td>Muy bajo</td></tr><tr><td>3-4</td><td>2</td><td>Bajo</td></tr><tr><td>5-6</td><td>3</td><td>Moderado</td></tr><tr><td>7-8</td><td>4</td><td>Alto</td></tr><tr><td>9-10</td><td>5</td><td>Muy alto</td></tr><tr><td>11 ></td><td>6</td><td>Extremo</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>B2. Población exótica establecida en el resto del país (0-4)</td><td>• Ninguna población exótica jamás establecida = 0
• Poblaciones exóticas establecidas solo en zonas urbanas = 2
• Población exótica establecida en zonas rurales o en cualquier lugar del país = 4</td></tr>
<tr><td>B3. Tamaño del rango de distribución en el extranjero (0-1)</td><td><table><tr><th>Tamaño del rango (Millones de Km^2</th><th>Puntuación</th></tr><tr><td>< 1</td><td>0</td></tr><tr><td>1 – 70</td><td>1</td></tr><tr><td>70 ></td><td>2</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>B4. Clase taxonómica (0-1)</td><td>• Ave = 0
• Mamífero = 1</td></tr>
<tr><td>B5. Dieta</td><td>• Especialista dependiente de una gama restringida de alimentos = 0
• Generalista con una dieta amplia de muchos tipos de alimentos o dieta desconocida = 1</td></tr>
<tr><td>B6. Hábitat</td><td>• Requiere acceso a hábitats intactos (naturales) para sobrevivir y reproducirse = 0</td></tr>
</table>

		• Puede sobrevivir y reproducirse en hábitats perturbados por humanos (incluyendo pastoreo y tierras agrícolas, bosques que se manejan intensamente o se plantan para obtener madera cosecha y/o entornos urbanos-suburbanos) sin acceso a zonas no perturbadas hábitats (naturales) o uso de hábitat desconocido = **1**
	B7. Comportamiento migratorio	• Migratoria en su rango nativo = **0** • No migratorio o migratorio facultativo en su área de distribución nativa, o desconocido = **1**
Valores para asignar categoría de amenaza: Bajo B 6 Moderado B entre 7 -11 Alto B entre 12 - 13 Extremo B 14		
C. Riesgo de convertirse en plaga	C1. Grupo taxonómico (0-4)	• Si es afirmativo para ambos puntos = **3** • Aves en uno de los taxones que son particularmente propensos a causar daños agrícolas (Psittaciformes, Fringillidae, Ploceidae, Sturnidae, Anatidae y Corvidae) = **2** • Ave en una de las familias con probabilidad de hibridación con especies nativas (incluyendo, pero no restringido a Anatidae, Phasianidae, Cacatuidae y Psittacidae), y si hay parientes del mismo género en la zona = **1**
	C2. Tamaño del rango de distribución en México (0-2)**	• 653396 = 0 • 653397 – 1306793 = 1 • 1306794 = 2 • Desconocido = 2
	C3. Dieta y alimentación (0-3)	• Herbívoro o no mamífero = **0** • Dieta desconocida = **3**
	C4. Competencia con fauna nativa por huecos en los árboles (0-2)	• Puede anidar o refugiarse en huecos de árboles = **2** • No utiliza huecos de árboles = **0** • Desconocido = **2**
	C5. Estatus como plaga ambiental en el país (0-3)	• Nunca se informó como plaga ambiental en el país o región = **0** • Plaga ambiental menor en el país o región = **1** • Plaga ambiental moderada en el país o región = **2** • Plaga ambiental importante en el país o región = **3** • Estado de plaga ambiental desconocido = **3**
	C6. Coincidencia con especies nativas o poblaciones de psitácidos susceptibles (0-5)	• No existe coincidencia con especies nativas o poblaciones de psitácidos en el área = **0** • Existe coincidencia con 1 - 4 especies nativas o poblaciones de psitácidos en el área = **1** • Existe coincidencia con 5 - 9 especies nativas o poblaciones de psitácidos en el área = **2** • Existe coincidencia con 10 - 14 especies nativas o poblaciones de psitácidos en el área = **3** • Existe coincidencia con 15 -19 especies nativas o poblaciones de psitácidos en el área = **4** • Existe coincidencia con 20 - 22 especies nativas o poblaciones de psitácidos en el área = **5** • No se cuenta con datos de especies nativas o poblaciones de psitácidos en el área = **5**
	C7. Situación de plaga para la producción primaria en México (0-3)	• No hay informes de daños a los cultivos u otra producción primaria en el país = **0** • Plaga menor de producción primaria en el país = **1** • Plaga moderada de producción primaria en el país = **2** • Principal plaga de producción primaria en el país = **3** • Estado desconocido de plagas de producción primaria = **3**
	C8. Coincidencia climática con	Total de daño de productos básicos (TCDS) TCDS = 0: C8 = 0 TCDS = 1–19: C8 = 1 TCDS = 20–49: C8 = 2

	producción primaria susceptible (0-5)***	TCDS = 50–99: C8 = 3 TCDS = 100–149: C8 = 4 TCDS 150 C8 = 5
	C9. Propagación de enfermedades (1-2)	• Todas las aves y mamíferos (efecto probable o desconocido sobre las especies nativas y el ganado y otros animales domésticos) = **2** • Todos los anfibios y reptiles (efecto probable o desconocido sobre las especies nativas, generalmente improbable que afecte al ganado y otros animales domésticos) = **1**
	C10. Daño a propiedades (0-3)	Valor total (en dólares) de daños a la propiedad $0 = **0** $1.00–$10 millones = **1** $11–$50 millones = **2** Más de $50 millones = **3**
	C11. Daño a personas (0-5)	• Riesgo nulo = **0** • Muy bajo riesgo = **1** • Lesiones, daños o molestias que pueden ser leves y pocas personas expuestas: Bajo riesgo = **2** • Lesiones o daños moderados, pero poco probables de ser fatales y pocas personas en riesgo, o molestia moderada o severa pero pocas personas expuestas o lesiones, daños o molestia menor pero muchas personas en riesgo: riesgo moderado = **3** • Lesiones o daños graves o mortales, pero pocas personas en riesgo: riesgo grave = **4** • Lesiones o daños moderados, graves o mortales y muchas personas en riesgo: Riesgo extremo = **5**
Valores para asignar categoría de amenaza: No peligroso C < 9 Moderado C entre 9 -14 Alto C entre 15 - 19 Extrema C > 19		
D. Asignación de una categoría de riesgo (Baja, moderada, grave o extrema)		Sumatoria del resultado de las etapas anteriores del comité de plagas de vertebrados (VPC)

APÉNDICE DIGITAL 3

Especies que interactúan con *M. monachus* en Ciudad del Carmen, Campeche, Mexico. Sitio: SA- Sitio de alimentación, SN- Sitio de anidación. Tipo de interacción: + positivas (Mutualistas/cooperativistas), - negativas (comportamientos agonistas), N* mayormente neutrales y N neutrales (sin afectación aparente).

DIGITAL APPENDIX 3

Species that interact with *M. monachus* in Ciudad del Carmen, Campeche, Mexico. Site: SA- Feeding site, SN- Nesting site. Type of interaction: + positive (Mutualists/cooperativists), - negative (agonist behaviors), N* mainly neutral, and N neutral (without apparent involvement).

Interacción	Tipo de interacción	Especie	Sitio	Descripción
Depredación	-	Aguililla caminera (*Rupornis magnirostris*)	SN	*M. monachus* es la presa
Depredación	-	Halcón peregrino (*Falco peregrinus*)	SN	*M. monachus* es la presa
Depredación	-	Iguana (*Iguana iguana*)	SN	*M. monachus* es la presa
Depredación	-	Quebrantahuesos (*Caracara cheriway*)	SN	*M. monachus* es la presa
Depredación	-	Gryllidae	SN y SA	*M. monachus* es la especie depredadora
Competencia	N	Cenzontle (*Mimus gilvus*)	SN y SA	Presencia en sitio de alimentación y competencia por sitio de anidación
Competencia	-	Loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*)	SN	Competencia por sitio de percha
Competencia	-	Perico frente blanca (*Amazona albifrons*)	SA	Competencia por sitio de alimentación
Competencia	-	Zanate (*Quiscalus mexicanus*)	SA	Competencia por alimento y sitio de percha
Competencia	-	Tordo ojos rojos (*Molothrus aeneus*)	SA	Conductas agonistas
Comensalismo	N	Luisito común (*Myiozetetes similis*)	SA	Presencia en sitios de alimentación
Comensalismo	N	Paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*)	SA	Alimentación en el mismo sitio
Comensalismo	N	Papamoscas cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*)	SA	Presencia en sitios de alimentación
Mutualismo /cooperativismo	+	Paloma común (*Columba livia*)	SN	Cooperativa