



Universidad Autónoma de Baja California
Facultad de Ciencias



Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas

“PROPUESTA DE MANEJO PARA EL CONTROL POBLACIONAL DE LA COTORRA ARGENTINA (*Myiopsitta monachus*) CON BASE EN SU ECOLOGÍA ESPACIAL EN LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO”



TESIS

Que para obtener el grado de
MAESTRA EN CIENCIAS

Presenta:

DIANA JAZMÍN SAUCEDO VELÁZQUEZ

Ensenada, Baja California. Junio de 2022.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS



MAESTRÍA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS

PROPUESTA DE MANEJO PARA EL CONTROL POBLACIONAL DE LA COTORRA ARGENTINA (*Myiopsitta monachus*) CON BASE EN SU ECOLOGÍA ESPACIAL EN LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.

TESIS

Para obtener el grado de

MAESTRA EN CIENCIAS EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS

Presenta

DIANA JAZMÍN SAUCEDO VELÁZQUEZ

aprobada por

Dr. Guillermo Romero Figueroa
(Director)

Dr. Gorgonio Ruíz Campos
(Secretario)

Dr. Mario Alberto García Aranda
(Sinodal)

Ensenada, Baja California, México

Junio de 2022

DEDICATORIA

A mi hermosa hija Azul Marian,
mi más grande tesoro, mi inspiración
e impulso de cada día.

A Alejandro por siempre acompañarme
y su apoyo incondicional.

A mi mamá y papá por siempre estar para nosotros.

*“Creo que todos tenemos un poco de esa bella locura que nos mantiene andando cuando
todo alrededor es tan insanamente cuerdo”*

Julio Cortázar

AGRADECIMIENTOS

A la Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma de Baja California, por aceptar mi solicitud para avanzar en mis estudios profesionales.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por apoyarme con la beca de manutención en los dos años de posgrado.

Al programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo (PNUD); Proyecto No. 00089333: “Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la implementación de la Estrategia Nacional EEI” Servicio de consultoría para implementar un proyecto piloto de control de la cotorra argentina en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno. Por los fondos otorgados para la realización de este trabajo.

Al proyecto Clave 400/689/E Aumentar las capacidades nacionales para el manejo de las especies exóticas invasoras (EEI) a través de la implementación de la estrategia nacional EEI. UABC. Por el apoyo brindado.

Al proyecto Clave 400/2762 Diagnóstico actual de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*); especie exótica invasora en la península de Baja California, México UABC. Por el apoyo brindado.

A todo el equipo del Laboratorio de Manejo y Conservación de Vida Silvestre de la UABC, pero sobre todo al Team Cotorra: Isabel Raymundo González, Jesús Miguel Corrales

Sauceda y María Guadalupe Domínguez Pérez, por formar parte de mi aprendizaje, las bellas experiencias, risas y su acompañamiento en este proceso.

A mi Director de Tesis Dr. Guillermo Romero Figueroa, por su excelente guía y experiencia en el desarrollo de mi tesis. Muchas gracias.

A mis sinodales Dr. Gorgonio Ruíz Campos y Dr. Mario Alberto García Aranda, por resolver mis inquietudes de manera oportuna.

A mi familia y Alejandro, por estar al pendiente de mis estudios y su apoyo incondicional. Los amo.

A mi hija Azul Maríán, por siempre empujarme para que terminará mi tesis y su paciencia al verme trabajar por horas. Te amo mi tesoro.

A todos mis profesores por sus enseñanzas; a mis compañeros de generación 2019-2021 por formar parte de esta experiencia.

A mis amigas y amigos por formar parte de mi vida.



CONTENIDO

RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	13
1.- INTRODUCCIÓN.....	15
2.- ANTECEDENTES.....	17
2.1. ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS (EEI).....	17
2.1.1. Principales impactos ecológicos.....	19
2.1.2. Principales impactos socio-económicos.....	20
2.2. LEGISLACIÓN.....	21
2.3. LA COTORRA ARGENTINA (<i>Myiopsitta monachus</i>).....	23
2.3.1. Descripción de la especie.....	23
2.3.2. Distribución como especie nativa.....	25
2.3.3. Distribución y estatus como EEI a nivel mundial.....	25
2.3.3.1. Impactos ecológicos y socioeconómicos de la especie.....	28
2.3.4. Estatus en México.....	29
2.3.4.1. Introducción al país.....	29
2.3.4.2. Distribución actual.....	30
2.3.5. Distribución de la cotorra argentina en la Península de Baja California.....	32
2.4. ECOLOGÍA ESPACIAL.....	34
2.4.1. Aplicación práctica.....	34
2.4.2. Patrones de distribución de la cotorra argentina.....	35
2.5. MANEJO DE LA ESPECIE.....	37
3.- JUSTIFICACIÓN.....	38
4.- HIPÓTESIS.....	40
5.- OBJETIVOS.....	41
5.1. GENERAL.....	41
5.2. PARTICULARES.....	41
6.- METODOLOGÍA.....	42
6.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	42
6.2. MÉTODOS.....	44
6.2.1. Investigación documental y planeación de actividades de campo.....	44
6.2.2. Trabajo de campo.....	45
6.2.2.1. Ubicación de nidos.....	45
6.2.2.2. Caracterización de recursos alimenticios y de nidificación.....	47
6.2.3. Trabajo de gabinete.....	47
6.2.3.1. Delimitación de zonas de trabajo, distribución actual de la cotorra argentina.....	48
6.2.3.2. Zonas de influencia de la cotorra argentina.....	49
6.2.3.3. Caracterización de sitios.....	50
6.2.3.4. Relación espacial de variables en zona de influencia de la cotorra argentina.....	52
6.2.3.5. Distribución espacial y su aplicación en líneas de acción para el manejo de la especie.....	56
7.- RESULTADOS.....	58
7.1. Resultados comparativos entre localidades.....	58
7.1.1. Zonas de influencia de la cotorra argentina en la península de Baja California.....	58

7.1.2. Caracterización de localidades de estudio.....	63
7.2. Resultados por localidad.....	66
7.2.1. Ensenada.....	66
6.2.1.1. Zonas de influencia.....	66
7.2.1.2. Caracterización de localidad.....	68
7.2.1.3. Relación espacial de variables.....	70
7.2.2. Mexicali.....	73
7.2.2.1. Zonas de influencia.....	73
7.2.2.2. Caracterización de localidad.....	75
7.2.2.3. Relación espacial de variables.....	76
7.2.3. Tijuana.....	79
7.2.3.1. Zonas de influencia.....	79
7.2.3.2. Caracterización de localidad.....	81
7.2.3.3. Relación espacial de variables.....	82
7.2.4. Guerrero Negro.....	85
7.2.4.1. Zonas de influencia.....	85
7.2.4.2. Caracterización de localidad.....	87
7.2.4.3. Relación espacial de variables.....	88
7.2.5. La Paz.....	91
7.2.5.1. Zonas de influencia.....	91
7.2.5.2. Caracterización de localidad.....	93
7.2.5.3. Relación espacial de variables.....	95
7.2.6. Loreto.....	97
7.2.6.1. Zonas de influencia.....	97
7.2.6.2. Caracterización de localidad.....	99
7.2.6.3. Relación espacial de variables.....	100
7.3. Líneas de acción para el manejo de la cotorra argentina.....	103
7.3.1. Sitios de importancia.....	103
7.3.1.1. Ensenada.....	103
7.3.1.2. Mexicali.....	105
7.3.1.3. Tijuana.....	106
7.3.1.4. Guerrero Negro.....	107
7.3.1.5. La Paz.....	109
7.3.1.6. Loreto.....	111
7.3.2. Líneas de acción.....	112
8.-DISCUSIÓN.....	114
9.-CONCLUSIONES.....	120
10.-BIBLIOGRAFÍA.....	123

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Indicadores de impactos por especies exóticas invasoras en cada uno de los niveles biológicos.	20
Figura 2. Cotorra argentina (<i>Myiopsitta monachus</i>).	24
Figura 3. Macrolocalización del área de estudio con localidades de trabajo.	42
Figura 4. Ejemplo de recorrido de prospección realizado alrededor de nido de Ensenada, B.C.	47
Figura 5. Flujo de actividades para el establecimiento de líneas de acción para el control poblacional de la cotorra argentina (<i>M. monachus</i>) en la península de Baja California.	57
Figura 6. Distancia promedio de recorrido por localidad de estudio en la península de Baja California.	59
Figura 7. Proporción de área de influencia de la cotorra argentina por localidad de estudio en la península de Baja California.	61
Figura 8. Porcentaje de zona de influencia con respecto al área total de cada localidad de estudio.	62
Figura 9. Localización de zonas de influencia de cotorra argentina en las localidades de estudio en la península de Baja California.	63
Figura 10. Porcentaje de los resultados obtenidos por variable en cada localidad de estudio en la península de Baja California. Elaboración propia, datos: eBird, Naturalista y campo, INEGI 2020.	65
Figura 11. Registros de avistamiento de cotorra argentina por año en Ensenada, B.C.	67
Figura 12. Localización de zona con mayor influencia de cotorra argentina en Ensenada, B.C.	68
Figura 13. Mapa de caracterización de Ensenada, Baja California.	69
Figura 14. Gráfico de componentes para los sitios con registros de Cotorra argentina en Ensenada, B.C.	72
Figura 15. Registros de avistamiento de cotorra argentina por centroide para cada año en Mexicali, B.C.	74
Figura 16. Localización de zonas con mayor influencia de cotorra argentina en Mexicali, B.C.	75
Figura 17. Mapa de caracterización de Mexicali, Baja California.	76
Figura 18. Gráfico de componentes para los sitios con registros de Cotorra argentina en Mexicali, B.C.	78
Figura 19. Registros de avistamiento de cotorra argentina por año en Tijuana, B.C.	80
Figura 20. Localización de zona con mayor influencia de cotorra argentina en Tijuana, B.C.	81
Figura 21. Mapa de caracterización de Tijuana, Baja California.	82
Figura 22. Gráfico de componentes para los sitios con registros de Cotorra argentina en Tijuana, B.C.	84
Figura 23. Registros de avistamiento de cotorra argentina por año en Guerrero Negro, B.C.S.	86

Figura 24. Localización de zona con mayor influencia de cotorra argentina en Guerrero Negro, B.C.S.	87
Figura 25. Mapa de caracterización de Guerrero Negro, Baja California Sur.	88
Figura 26. Gráfico de componentes para los sitios con registros de Cotorra argentina en Guerrero Negro, B.C.S.	90
Figura 27. Registros de avistamiento de cotorra argentina por centroide para cada año en La Paz y Chametla, B.C.S.	91
Figura 28. Localización de zonas con mayor influencia de cotorra argentina en La Paz, B.C.S.	93
Figura 29. Mapa de caracterización de La Paz, Baja California Sur.	94
Figura 30. Gráfico de componentes para los sitios con registros de Cotorra argentina en La Paz, B.C.S.	96
Figura 31. Registros de avistamiento de cotorra argentina por año en Loreto, B.C.S.	98
Figura 32. Localización de zona con mayor influencia de cotorra argentina en Loreto, B.C.S. .	99
Figura 33. Mapa de caracterización de Loreto, Baja California Sur.	100
Figura 34. Gráfico de componentes para los sitios con registros de Cotorra argentina en Loreto, B.C.S.	102
Figura 35. Modelo de sitios de importancia para el manejo de cotorra argentina en Ensenada, Baja California.	104
Figura 36. Modelo de sitios de importancia para el manejo de cotorra argentina en Mexicali, Baja California.	105
Figura 37. Modelo de sitios de importancia para el manejo de cotorra argentina en Tijuana, Baja California.	107
Figura 38. Modelo de sitios de importancia para el manejo de cotorra argentina en Guerrero Negro, Baja California Sur.	108
Figura 39. Modelo de sitios de importancia para el manejo de cotorra argentina en La Paz, Baja California Sur.	110
Figura 40. Modelo de sitios de importancia para el manejo de cotorra argentina en Loreto, Baja California Sur.	111

INDICE DE TABLAS

Tabla I. Estados de México con registros de la cotorra argentina (<i>Myiopsitta monachus</i>).	31
Tabla II. Criterios de reclasificación de SAVI para determinación de presencia de recursos alimenticios y de nidificación de la cotorra argentina en la península de Baja California.	51
Tabla III. Criterios de clasificación de variables por cuadrante para cada zona de estudio.	53
Tabla IV. Resumen comparativo de zonas de influencia de las 6 localidades de estudio.	59
Tabla V. Registros por localidad de estudio.	60
Tabla VI. Resumen comparativo de variables identificadas en las seis localidades de estudio.	64
Tabla VII. Coeficientes de determinación y pendiente para variables obtenidas en Ensenada, Baja California.	70
Tabla VIII. Matriz de componentes para variables de Ensenada, Baja California.	71
Tabla IX. Coeficientes de determinación y pendiente para variables obtenidas en Mexicali, Baja California.	77
Tabla X. Matriz de componentes para variables de Mexicali, Baja California.	78
Tabla XI. Coeficientes de determinación y pendiente para variables obtenidas en Tijuana, Baja California.	83
Tabla XII. Matriz de componentes para variables de Tijuana, Baja California.	84
Tabla XIII. Coeficientes de determinación y pendiente para variables obtenidas en Guerrero Negro, Baja California Sur.	89
Tabla XIV. Matriz de componentes para variables de Guerrero Negro, Baja California Sur.	90
Tabla XV. Coeficientes de determinación y pendiente para variables obtenidas en La Paz, Baja California Sur.	95
Tabla XVI. Matriz de componentes para variables de La Paz, Baja California Sur.	96
Tabla XVII. Coeficientes de determinación y pendiente para variables obtenidas en Loreto, Baja California Sur.	101
Tabla XVIII. Matriz de componentes para variables de Loreto, Baja California Sur.	102
Tabla XIX. Acciones de manejo para el control poblacional de la cotorra argentina (<i>Myiopsitta monachus</i>) en la Península de Baja California.	112

RESUMEN

La cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) es un ave perteneciente a la familia Psittacidae con distribución natural en países de Sudamérica tales como Paraguay, Argentina, Uruguay, Bolivia y Brasil, y ahora como invasora exótica en Europa occidental y Norteamérica. La dispersión de esta especie en otros países, se originó a partir de su comercialización como mascota y posterior liberación al medio (accidental o intencional), aunado a su amplia flexibilidad en requerimientos ambientales y hábitos gregarios, que han propiciado su rápido establecimiento en sitios con diferentes condiciones ambientales. En México, esta especie fue declarada como exótica invasora en el año 2016 en el Acuerdo por el que se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras en México, dado que su establecimiento en zonas urbanas y suburbanas implica una amenaza para la salud pública, a especies nativas, daños a infraestructura y contaminación auditiva. El presente trabajo propone líneas de acción para el control poblacional de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) con base en su ecología espacial en la península de Baja California, específicamente en las localidades de Ensenada, Tijuana, Mexicali, Guerrero Negro, Loreto y La Paz. Se hace una propuesta metodológica con el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica y percepción remota, con el propósito de coadyuvar en el reconocimiento de sitios de importancia para el control poblacional de la especie; esto, mediante la caracterización de variables de disponibilidad de recursos alimenticios y de nidificación, así como la cobertura de infraestructura urbana y su relación con la distribución actual de la especie en cada una de las localidades de estudio. Dentro de los principales resultados se confirma la presencia de la cotorra argentina en seis localidades de la Península de Baja California y se determina espacialmente los sitios con mayor influencia de la especie y sitios de importancia para el control poblacional, clasificados

por la subdivisión de las localidades en cuadrantes de cuatro hectáreas. Para las líneas de acción se hace énfasis en la importancia de realizar estudios de ecología espacial con el fin de conocer la distribución de las especies como base para realizar propuestas de manejo en control de especies exóticas invasoras.

Palabras clave: Cotorra argentina, *Myiopsitta monachus*, control poblacional, Península de Baja California, ecología espacial, exótica invasora.

ABSTRACT

The monk parakeet (*Myiopsitta monachus*) is a bird belonging to the Psittacidae family with natural distribution in South American countries such as Paraguay, Argentina, Uruguay, Bolivia and Brazil, and now as an exotic invader in Western Europe and North America. The dispersion of this species in other countries is caused by its commercialization as a pet and subsequent release into the environment (accidental or intentional), coupled with its wide flexibility to environmental requirements and gregarious habits, which have led to its rapid establishment in sites with different environmental conditions. In Mexico, this species was declared an invasive alien in 2016 in the Agreement that determines the List of Invasive Alien Species in Mexico, given that its establishment in urban and suburban areas implies a threat to public health, species natives, damage to infrastructure and noise pollution. The present work proposes lines of action for the population control of Monk parakeet (*Myiopsitta monachus*) based on its spatial ecology in the Baja California peninsula, specifically in the towns of Ensenada, Tijuana, Mexicali, Guerrero Negro, Loreto and La Paz. A methodological proposal is made with the use of Geographic Information Systems and remote sensing tools, with the purpose of contributing to the recognition of important sites for the population control of the species; this, through the characterization of variables of food availability and nesting resources, as well as the coverage of urban infrastructure and its relationship with the current distribution of the species in each of the study locations. Among the main results, the presence of the Argentine parrot is confirmed in six localities of the Baja California Peninsula and the sites with the greatest influence of the species are spatially determined and sites of importance for population control, classified by the subdivision of the localities in quadrants of four hectares. For the lines of action, emphasis is placed on the importance of

carrying out spatial ecology studies in order to know the distribution of species as a basis for making management proposals to control invasive alien species.

Keywords: Monk parakeet, *Myiopitta monachus*, population control, Baja California peninsula, spatial ecology, invasive alien species.

1.- INTRODUCCIÓN

La Cotorra Argentina (*Myiopsitta monachus*) fue declarada en México como una especie exótica invasora a partir del año 2016, sin embargo, su introducción se realizó hace más de una década por su adquisición como mascota en diversos lugares del país (D.O.F., 07/12/2016). Actualmente se distribuye en vida libre en varios estados, principalmente en el centro y sur de México (Tabla I). Esta especie se distribuye actualmente en países de América, Europa y Asia representando un grave problema de salud pública, daño en infraestructura, contaminación auditiva, efectos negativos en las especies de aves nativas, así como pérdidas económicas por daños a cultivos (Álvarez-Romero et al., 2008; Ramírez-Albores, 2012; Rodríguez y Tiscornia, 2002; Tillman et al., 2000; Pruett-Jones y Tarvin, 1998; Appelt et al., 2016; Pruett-Jones et al., 2005; Briceño et al., 2019; Ramírez-Albores y Aramburú, 2017).

En Baja California Sur (B.C.S.), se dio un primer registro formal de cotorra argentina en vida libre en la localidad de Guerrero Negro, B.C.S. por Guerrero-Cárdenas (2012) dentro de la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno, sin embargo, el seguimiento y trabajos realizados sobre la distribución de esta especie han sido escasos, tanto en la península como en el país. Pese que aún no se tienen datos publicados sobre el estatus poblacional de esta especie para toda la Península, se han realizado algunos esfuerzos por parte del Proyecto GEF-EEI “Servicio de consultoría para implementar un proyecto piloto de control de la cotorra argentina en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno” como parte de las acciones necesarias en la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México (Biodiversidad mexicana, 2020); teniendo como finalidad la localización de nidos y poblaciones de la especie para dar

respuesta rápida, controlar y erradicar la especie antes de que se vuelva un problema grave en la región.

Actualmente en México solo se cuenta con el trabajo de MacGregor-Fors *et al.*, (2011) en donde se realiza una aproximación sobre el patrón de distribución en el país de manera muy general; y para el caso de la península González-García, L. (2015) y Torres-Aguilar (2016) registran patrones de movimiento y distribución de la cotorra en Guerrero Negro, B.C.S.

La ecología espacial se puede definir como el estudio de las relaciones entre los individuos y su entorno con referencia a su distribución y dispersión. El estudio espacial de la especie objetivo nos permite identificar si existen patrones de distribución, dispersión y elementos del hábitat donde la especie suele nidificar, que complementen la información base sobre la cotorra argentina en la península de Baja California, y de esta manera tener un mayor acercamiento sobre las acciones que pueden implementarse en trabajos de manejo poblacional con resultados más eficientes.

2.-ANTECEDENTES

2.1. ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS (EEI)

Desde el inicio del estudio de los seres vivos, su hábitat y funciones en el medio, se ha comprobado que la supervivencia de estos depende en gran medida de la forma en que se relacionan con su medio biótico y abiótico; el flujo de materia y energía, orografía, clima, así como su capacidad de adaptación a los constantes cambios en la naturaleza, pueden llegar a determinar su distribución.

Actualmente las especies exóticas invasoras están catalogadas como una de las principales amenazas para la biodiversidad (CONABIO) y de acuerdo a la IUCN ocupan el segundo lugar después de la pérdida de hábitat. Por definición es importante reconocer que una especie exótica no necesariamente será invasora y que además existen especies nativas que pueden estar categorizadas como invasoras. De manera general, una especie exótica es aquella que se encuentra distribuida fuera de su área de distribución natural, donde las actividades humanas son el factor principal para su dispersión e introducción. Por otro lado, una especie llega a ser invasora por su elevada capacidad de colonización y de dispersión, sea o no su hábitat natural; en concreto, una especie exótica se vuelve invasora cuando es capaz de establecerse, colonizar y dispersarse sin ayuda del hombre una vez que fue introducida en algún sitio, y esto puede estar relacionado a múltiples factores tales como la similitud con su hábitat natural, población inicial, presencia de depredadores, disponibilidad de recursos, competencia con otras especies, entre otros (Álvarez-Romero et al., 2008).

Algunas especies, al ser introducidas en un nuevo ambiente, pueden llegar a cambiar su comportamiento al que tenían en su medio natural, debido a que no cuentan con medidas de control, incluidos los depredadores, especies que impliquen una competencia de recursos o condiciones ambientales específicas. Estos cambios en el comportamiento pueden incluir cambios en conducta, reproducción, alimentación e incluso crecimiento (Biodiversidad Mexicana, 2020)

Considerando que el humano es el principal dispersor de especies exóticas o introducidas en el mundo, estas pueden clasificarse de acuerdo a la relación histórica y actual que guardan con el hombre; el transporte de estos organismos a sitios en donde su capacidad de distribución natural no es posible, pudo realizarse de manera intencional o accidentalmente. Históricamente se ha conocido que las poblaciones humanas no están confinadas a sitios con características específicas, su distribución en el mundo es muy amplia y por tanto su colonización a sitios nuevos contribuyó en la dispersión de especies. Por un lado, el hombre transportaba intencionalmente animales y plantas que le servirían como alimento, transporte o incluso compañía. Sin embargo, muchas otras especies introducidas tales como roedores o insectos fueron transportados accidentalmente por el mismo flujo de migración del hombre (Álvarez-Romero et al., 2008)

Las especies exóticas también pueden ser definidas como ferales, comensales y controladas. Las especies ferales son aquellas poblaciones que se han logrado establecer de manera independiente en la naturaleza. Cuando las poblaciones dependen de su asociación con los núcleos humanos se denominan comensales, ya que su fuente de alimento y refugio generalmente es obtenida a partir del hombre. Las especies controladas son las que se

encuentran bajo el manejo y cuidado del ser humano, como el caso de las mascotas (Medellín-Legorreta, 2000)

El éxito de una especie invasora está determinado por una serie de atributos dentro de los que destacan: 1) altas tasas de crecimiento y reproducción, 2) habilidad de colonizar rápidamente nichos vacíos, 3) alta plasticidad y flexibilidad fenotípica, 4) alta capacidad de hibridación, 5) genoma pequeño, 6) mecanismos eficaces de dispersión, 7) escasez de enemigos naturales, 8) alta capacidad de establecimiento y de sobrevivencia, 9) extensos rangos de distribución, y 10) asociación con ambientes antropizados o perturbados (Ramírez-Albores y Aramburú, 2017).

2.1.1. Principales impactos ecológicos

El ser humano ha jugado un papel imperante en la pérdida de biodiversidad de prácticamente cada lugar que ha llegado a colonizar. Pese a que la pérdida de diversidad puede ser multifactorial, las mayores amenazas tienen un origen antrópico. La introducción de especies exóticas invasoras se ubica en el segundo lugar en importancia después de la destrucción del hábitat, ya que actúa de manera sinérgica con otras amenazas. La acelerada extinción de especies puede deberse a factores directos o indirectos, producto del crecimiento poblacional del humano y sus actividades. La sobreexplotación de especies constituye una amenaza directa mientras que la destrucción y modificación del hábitat puede considerarse como un factor indirecto. Las especies exóticas invasoras pueden actuar como un factor tanto directo como indirecto en la pérdida de biodiversidad, su impacto en los niveles biológicos puede ser

desde un nivel individual hasta tener repercusiones en el ecosistema o paisaje (Fig. 1) (Álvarez-Romero et al., 2008).

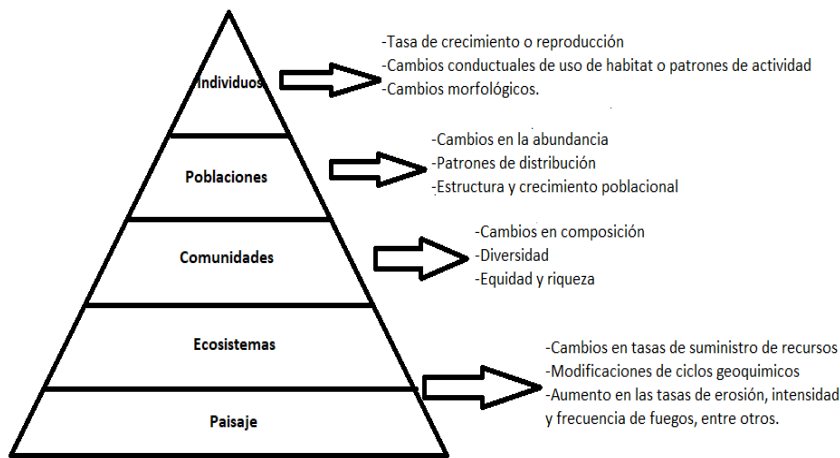


Figura 1. Indicadores de impactos por especies exóticas invasoras en cada uno de los niveles biológicos. (Modificado de Álvarez-Romero et al., 2008).

2.1.2. Principales impactos socio-económicos

Los impactos ecológicos que tienen las especies exóticas invasoras pueden ser devastadores para una población o ecosistema, el ser humano como parte del ecosistema puede verse afectado por la dinámica que desarrolla una especie introducida en su medio; dentro de las principales afectaciones se encuentran los daños en infraestructura, procesos de producción de alimentos, plagas y enfermedades que implica la inversión de grandes cantidades de dinero, tiempo y esfuerzo en los procesos de control y erradicación de especies invasoras, así como en la búsqueda de medidas de mitigación de los impactos indirectos de estas especies (Álvarez-Romero et al., 2008).

2.2. LEGISLACIÓN

La Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), determina los criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestres, en donde se incluye la conservación de la biodiversidad y del hábitat natural, así como el combate al tráfico o apropiación ilegal de especies; estos criterios al igual que otros incluidos en la LGEEPA son considerados en la protección y conservación de la flora y fauna del territorio nacional, y contra la acción perjudicial de especies exóticas invasoras, plagas y enfermedades.

Así mismo, la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) establece ejemplares o poblaciones que se tornen como perjudiciales, las cuales pueden incluir especies silvestres o domésticas, que al encontrarse fuera de su zona de distribución natural tenga efectos perjudiciales para otras especies, el hombre o el ambiente natural, por lo que sea necesaria la aplicación de medidas especiales de manejo o control. Esta Ley señala en su artículo 27 Bis que: *no se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras y que la Secretaria determinará dentro de Normas Oficiales Mexicanas y/o acuerdos secretariales las listas de especies exóticas invasoras*; de igual manera en su artículo 27 Bis 1: *que no se autorizará la importación de especies exóticas invasoras o especies silvestres que sean portadoras de dichas especies invasoras que representen una amenaza para la biodiversidad, la economía o salud pública.*

Bajo este contexto, la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) fue incluida en el Acuerdo por el que se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras en México, publicado en el

Diario Oficial de la Federación el 7 de diciembre de 2016. De igual manera se incluyó al perico de collar (*Psittacula krameri*), especie perteneciente a la familia Psittacidae al igual que la cotorra argentina; y a otras 14 especies de las familias Columbidae, Estrildidae, Icteridae, Passeridae, Pycnonotidae, Sturnidae y Ardeidae.

En el año 2010, se publicó la Estrategia Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras en México, el cual tiene como objetivo central contribuir a la conservación del capital natural y humano mediante acciones de prevención, control y erradicación de especies invasoras en México; cumpliendo así con los compromisos de México respecto a este tema en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y con los objetivos establecidos en la Estrategia Nacional de Biodiversidad y su Plan de Acción 2030 (Biodiversidad Mexicana, 2020).

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) incluye a la cotorra argentina en el apéndice II, en el cual figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. El comercio internacional de especímenes de especies incluidas en este apéndice, puede autorizarse concediendo un permiso de exportación o un certificado de reexportación; en el marco de la CITES no es necesario contar con un permiso de importación para esas especies, solo deben concederse los permisos o certificados si las autoridades han determinado que cumplen con ciertas condiciones.

Por otro lado, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), categoriza a la cotorra argentina como “Preocupación menor” y su tendencia poblacional va en aumento (IUCN, 2018).

El estatus internacional tanto de la CITES como de la IUCN, han facilitado la comercialización de esta especie alrededor del mundo, sin embargo, las regulaciones que establece cada país determinan si se permite la importación y comercialización de especímenes.

2.3. LA COTORRA ARGENTINA (*Myiopsitta monachus*)

2.3.1. Descripción de la especie

La especie *Myiopsitta monachus* Boddaert 1783, es un ave perteneciente a la Familia de los psitácidos; se trata de una especie frugívora y granívora, este tipo de perico es de tamaño mediano (28-29 cm), su pico es amarillento con patas negras y ojos café oscuro. Su plumaje superior es verde con plumas primarias y secundarias de alas azules, presentando un vientre color oliva amarillento en la parte anterior y verde en la posterior, el pecho suele ser más oscuro con marcas en forma de escama de color gris pálido (Spreyer y Bucher, 1998) (Fig. 2). Otro rasgo importante de la especie es su flexibilidad en los requerimientos de anidación y alimentación, su tolerancia a un amplio rango de condiciones ambientales ha promovido que la especie se establezca de manera exitosa en nuevos ambientes, sin embargo, se ha demostrado que prefiere ambientes urbanos (Hobson et al., 2017; Medellín-Legorreta, 2000) .



Figura 2. Cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*). (Fuente: Fotografía tomada por Diana Jazmín Saucedo Velázquez, 2019/ Guerrero Negro, B.C.S)

En comparación con otros psitácidos, esta ave construye y da mantenimiento a sus nidos con el uso de palos en lugar de utilizar agujeros; tiene una fuerte tendencia a reproducirse en colonias, por lo que su sistema de apareamiento incluye características de sistemas de cría cooperativos (Eberhard, 1998). Los nidos son contruidos entrelazando ramas de plantas, los cuales son utilizados como dormitorios y sitios de incubación de huevos en la época reproductiva (abril-julio), cada hembra puede llegar a poner de cinco a ocho huevos por nidada, teniendo un periodo de 24 a 26 días; estos animales suelen reproducirse hasta al menos tener dos años de edad en su hábitat natural. Al tratarse de nidos comunitarios, los huevos tienen mayores posibilidades de adaptarse a los climas templados por la protección térmica que brindan los demás individuos (Álvarez-Romero et al., 2008; Bucher et al., 1990).

2.3.2. Distribución como especie nativa

Su distribución natural abarca varios países de Sudamérica tales como Argentina, Paraguay, Uruguay, Bolivia y Brasil, es por ello que en nuestro país se conoce comúnmente como cotorra argentina (Aramburú y Corbalán, 2000). De manera general esta especie suele habitar en tierras bajas, bosques abiertos y sabanas, cerca de ríos y viviendas humanas (Aramburú, 1997).

En estos países se pueden diferenciar cuatro subespecies: *Myiopsitta monachus luchsii*, *M. m. calita*, *M. m. cotorra* y *M. m. monachus*; el área de distribución de esta última corresponde al este de Argentina, Uruguay y la mitad austral de Río Grande del Sur, en Brasil. Las características de su hábitat incluyen zonas llanas con algunas montañas de poca altitud (hasta 1,200 m) y tiene un clima templado a cálido con lluvias todo el año, que disminuyen de norte a sur y de este a oeste, la temperatura media oscila entre 13 y 17° C. La vegetación que domina en estos sitios es estepa o pseudoestepa de gramíneas con una altura de 60 cm a un metro, entre las cuales crecen variadas especies de herbáceas y algunos arbustos; en otras zonas también se incluye la presencia de estepas halófilas y bosques xerófilos (Darrieu, 1981).

2.3.3. Distribución y estatus como EEI a nivel mundial

La cotorra argentina es un ave altamente carismática y de interés ornamental entre las poblaciones humanas. Su rango de distribución se amplió en los últimos años en países de Europa y Norteamérica debido a su importación como mascota; propiciando así que se

convierta en un problema para la sociedad y el ecosistema en general (Medellín-Legorreta, 2000; Romero-Figueroa et al., 2017).

Como especie exótica suele estar asociada a los ambientes urbanos y suburbanos, con presencia de vegetación de árboles frutales o cultivos de granos como girasol, maíz, sorgo, trigo y arroz, es decir, donde exista una amplia disponibilidad de alimento. Así mismo, se ha documentado que esta especie suele forrajear con mayor intensidad en los bordes de los cultivos y en sitios cercanos a los nidos, evitando alejarse a más de 3-8 km. Su alimentación es amplia ya que se le ha observado alimentándose de un sin fin de semillas, frutos, flores, brotes de hojas y otras partes de los arboles (González-García, 2015; Guerrero-Cárdenas et al., 2012; Muñoz-Jiménez y Alcántara-Carbajal, 2017).

La cotorra argentina se ha convertido en una de las especies más invasoras a nivel mundial, estableciéndose en 20 nuevos países (Briceño et al., 2019). Uno de los principales factores que desencadenó la propagación de esta especie exótica fuera de su rango de distribución nativa, fue precisamente su comercialización como mascota a otras regiones y su liberación intencional o accidental (Hobson et al., 2017). Dentro de su ámbito natural (Sudamérica) es considerada como una plaga agrícola (Linz et al., 2015) al tratarse de una especie granívora y herbívora de amplio espectro y su amplia capacidad en construcción de nidos, le confiere una ventaja de adaptación con respecto a otras especies de loros. Aunado a esto, la cotorra es considerada una especie perjudicial en Argentina, siendo declarada Plaga Nacional en 1935 y conservando este estatus hasta la actualidad (Volpe y Aramburú, 2011), por tal motivo su captura y comercialización, así como las regulaciones en materia de importación y

exportación no fue considerada como una amenaza potencial en varios países a nivel mundial.

En los últimos años se han presentado una serie de cambios en las regulaciones para la comercialización de esta especie, restringiendo su importación dada la problemática que representa en varios países de Europa, Asia y Norteamérica (Hobson et al., 2017; Volpe y Aramburú, 2011). Así mismo su distribución a nivel mundial está representando un problema grave para cultivos, infraestructura y como vector de enfermedades (Ramírez-Albores y Aramburú, 2017).

Los primeros reportes de esta especie fuera de su distribución nativa fueron en la ciudad de Milán en Italia en 1940, sin embargo, su población se extinguió del lugar años después. A partir del año 1981, la cotorra argentina ingreso en el Apéndice II de la Convención Internacional de Comercio de Especies Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés), por ser una de las especies mayormente comercializada como mascota, dado su bajo precio y bajas restricciones para su captura y venta. A finales de la década de 1960 y principios de 1970 fue detectada en Estados Unidos de América (EUA), Chile y España; a partir de ahí sus poblaciones han logrado adaptarse y propagarse a diversas zonas urbanas de países europeos como Bélgica, Grecia, Holanda, Francia, Croacia, República Checa y otras regiones como Japón, Kenia, México, Australia, Israel e Islas del Caribe. (Volpe y Aramburú, 2011).

2.3.3.1. Impactos ecológicos y socioeconómicos de la especie

Desde el punto de vista ecológico la introducción y dispersión de especies exóticas pueden llegar a alterar los ecosistemas afectando a los servicios ambientales o incluso a la salud humana. Al igual que otras especies exóticas invasoras, la cotorra argentina ha sido protagonista en diversos estudios a nivel mundial, los impactos que ocasiona tanto en su área de distribución natural como en zonas de introducción han propiciado que se lleven a cabo acciones para el control de sus poblaciones. Dentro de los principales impactos se encuentran el daño a cultivos de granos y frutales, siendo considerada un agente importante de daño en su área de origen; las pérdidas anuales por daño agrícola representan entre el 2% y 15%, superando el 45% en algunos casos. Por otro lado, el uso de nidos compartidos propicia que estos organismos construyan nidos grandes y voluminosos en transformadores eléctricos y en palmares principalmente, generando un riesgo potencial a la población y pérdida de recursos (Muñoz-Jiménez y Alcántara-Carbajal, 2017).

En EUA, esta especie representa uno de los mayores problemas de pérdidas económicas. Para el caso particular de Florida, las pérdidas por producción de frutas oscila entre cuatro y 64%, lo que se traduce a pérdidas de \$536 a \$18,182 dls por hectárea, pese a que las frutas son explotadas por diferentes aves plaga, los daños fueron 30 veces mayores en los huertos donde la cotorra argentina estaba presente (Tillman et al., 2000). Así mismo, esta especie llega a ser una molestia para los servicios públicos por la construcción de nidos en transformadores eléctricos, generando incendios eléctricos y cortes de energía (Pruett-Jones et al., 2007; Pruet-Jones y Tarvin, 1998).

Por otro lado, se considera que la especie puede llegar a ser nociva para las aves nativas, sin embargo, aun parece no haber datos publicados al respecto, teniendo un sustento meramente anecdótico; por ejemplo Davis (1974) asegura que las cotorras son agresivas y dominantes en los comederos artificiales y que además han matado arrendajos azules (*Cyanocitta cristata*) y mirlos primavera (*Turdus migratorius*) en EUA (Muñoz-Jiménez y Alcántara-Carbajal, 2017); sin embargo, de acuerdo a la revisión de trabajos a nivel mundial sobre los impactos de especies no nativas a aves nativas, se ha documentado que las aves de la familia Psittacidae impactan principalmente a aves nativas por medio de la competencia territorial o alimenticia (Martin-Albarracin et al., 2015). Pese a las múltiples sospechas del impacto de la cotorra argentina hacia las especies nativas, resulta necesario generar datos que sustenten estas afirmaciones.

2.3.4. Estatus en México

2.3.4.1. Introducción al país

Según la CITES se exportaron a México 531,670 cotorras, sin embargo, la Dirección General de Vida Silvestre registro 591,313 entre 1975 y 2015. El 98% de cotorras provenían de Uruguay; y el 90% de las importaciones de esta especie al país fue entre los años 2008 y 2014, este mismo año se detuvieron las importaciones a nuestro país y en 2016 fue declarada especie exótica invasora. El aumento en la demanda de avifauna exótica tuvo lugar a partir de dos eventos importantes: 1.- El incremento en las importaciones a México fue después de que en Europa se restringiera la importación de aves capturadas en 2005 y se prohibieran permanentemente en 2007, por la preocupación de la gripe aviar; y 2.- En

México, se realizó un cambio en las regulaciones, prohibiendo la captura y venta de loros mexicanos (Hobson et al., 2017).

Pese a que la cotorra argentina es una especie invasora en diversos países, incluso en sitios de distribución nativa, la historia de introducción en cada país es diferente, en México se tuvo el primer registro en vida libre entre 1994 y 1995 en la Ciudad de México y en 2003 se dio el primer registro oficial en el Parque Ecológico de Xochimilco, en la misma ciudad (Guerrero-Cárdenas et al., 2012; Hobson et al., 2017).

La expansión de esta especie en el país entre los años 1999 y 2016, ha tenido lugar por liberaciones accidentales e intencionales; esto se sabe debido a la existencia de núcleos de poblaciones aisladas, dándose un incremento de la población solo dentro de estos sitios. Sin embargo, este no es el caso para la zona metropolitana de la Ciudad de México, ya que las poblaciones de cotorra argentina se han ido expandiendo a partir de liberaciones, seguidas de desplazamientos cortos desde áreas vecinas, aunado a otras liberaciones, siguiendo un patrón de difusión de vecino a vecino (Ramírez-Albores y Aramburú, 2017).

2.3.4.2. Distribución actual

De acuerdo con Álvarez-Romero et al. (2008), la introducción de especies exóticas en México se ha identificado como una de las mayores amenazas para la biodiversidad nativa del país. Hasta el año 2017 se han reportado individuos de esta EEI en por lo menos 61 ciudades pertenecientes a 26 estados del país (Ramírez-Albores y Aramburú, 2017). Algunos

de los Estados con registros publicados en Revistas Científicas y avistamientos registrados en eBird se enlistan en la tabla I.

Tabla I. Estados de México con registros de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*).

Estado	Fuente
Aguascalientes	(eBird, 2021)
Baja California	(eBird, 2021)
Baja California Sur	(Guerrero-Cárdenas et al., 2012; Tinajero y Rodríguez Estrella, 2015; eBird, 2021)
Campeche	(eBird, 2021)
Chiapas	(eBird, 2021)
Chihuahua	(Soto-Cruz et al., 2014; eBird, 2021)
Ciudad de México	(Ramírez-Albores, 2012; eBird, 2021)
Coahuila	(Romero-Figueroa et al., 2017; eBird, 2021)
Colima	(eBird, 2021)
Durango	(eBird, 2021)
Estado de México	(Muñoz-Jiménez y Alcántara-Carbajal, 2017; Salgado-Miranda et al., 2016; eBird, 2021)
Guanajuato	(eBird, 2021)
Guerrero	(Almazán-Núñez et al., 2015; eBird, 2021)
Hidalgo	(Zuria et al., 2017; eBird, 2021)
Jalisco	(eBird, 2021)
Michoacán	(MacGregor-Fors et al., 2011; eBird, 2021)
Morelos	(eBird, 2021)
Nuevo León	(eBird, 2021)
Oaxaca	(Pablo-López Rosa Elba, 2009; eBird, 2021)
Puebla	(MacGregor-Fors et al., 2011; eBird, 2021)
Querétaro	(Pineda-López y Malagamba-Rubio, 2011; eBird, 2021)
San Luis Potosí	(eBird, 2021)
Sinaloa	(eBird, 2021)
Sonora	(eBird, 2021)
Tamaulipas	(eBird, 2021)
Veracruz	(Ramírez-Bastida et al., 2015; eBird, 2021)

2.3.5. Distribución de la cotorra argentina en la Península de Baja California.

La distribución natural de los psitácidos en México, se localiza en su mayoría en las vertientes del Golfo de México y del Pacífico en el sur del País, incluyendo la Península de Yucatán así como algunas zonas montañosas e islas (Guerrero-Cárdenas et al., 2012). Sin embargo, históricamente no se tiene registro o evidencia de que alguna especie de esta familia haya habitado la Península de Baja California como especie nativa (Sibley, 2000; Kaufman, 2005). Fue en 2012 cuando se dio el primer registro formal de la Cotorra argentina en la Península, específicamente en el poblado de Guerrero Negro, B.C.S. Dentro de los principales hallazgos en esta zona, es que *M. monachus* tiene una marcada preferencia por arboles de gran tamaño como la araucaria brasileña (*Araucaria angustifolia*) seguido de palmeras (*Washingtonia robusta* y *Phoenix dactylifera*) y eucaliptos (*Eucalyptus* sp.) (Guerrero-Cárdenas et al., 2012). Posteriormente, en 2015, se realizó un estudio sobre abundancias y sitios de anidación de la cotorra argentina en la localidad de Chametla, a cuatro km al norte de la ciudad de La Paz, B.C.S., donde se observó que el 75% de los nidos fueron construidos en la palma de abanico (*Washingtonia robusta*) y el 25% sobre palma de coco (*Cocos nucifera*); además, se les observó alimentándose se frutos de palma datilera (*Phoenix dactylifera*), mezquite (*Prosopis* sp.), tamarindo (*Tamarindus indica*), guamúchil (*Pithecellobium dulce*) y otatave (*Vallesia glabra*) (Tinajero & Rodríguez- Estrella, 2015).

Como parte de los trabajos realizados por parte del equipo del Laboratorio de Manejo y Conservación de Vida Silvestre de la Facultad de Ciencias de la UABC, Corrales-Sauceda (2022) y Domínguez-Pérez (2022), complementan la información necesaria para relacionar el

uso que tiene la cotorra argentina sobre los recursos alimenticios y de nidificación, los cuales dan pauta para realizar conclusiones con respecto a la distribución de la especie en los lugares donde se establece. Corrales-Sauceda por su parte determinó que para la temporada de invierno, la dieta de la cotorra argentina tiende a ser especialista, teniendo un traslape alto de los recursos utilizados en las cinco localidades que estudió para la península de Baja California; así mismo, comenta que este traslape coincide con una baja amplitud de nicho, para esta temporada. Por otro lado, Domínguez-Pérez obtuvo que los recursos de nidificación en las seis localidades de estudio corresponden a plantas introducidas; así mismo, comenta que la cotorra prefiere anidar en palmas datileras (*Phoenix dactylifera*) y palma de abanico (*Washingtonia robusta*), sin embargo, también se localizaron nidos en olmos (*Ulmus americana*) y eucaliptos (*Eucalyptus sp.*). Domínguez-Pérez menciona que cuando los nidos se encuentran en árboles con ramificaciones, la cotorra prefiere aquellos de mayor dosel para protegerse. Ambos autores coinciden en que la alimentación y nidificación de la cotorra argentina en la península de Baja California está relacionada con la disponibilidad de los recursos vegetales.

Actualmente no se han publicado trabajos en donde se determinen los patrones de distribución de la cotorra argentina a una escala peninsular, sin embargo en la Universidad Autónoma de Baja California se han realizado dos trabajos referentes al tema; el primero realizado por González-García (2015) y el segundo por Torres-Aguilar (2016), donde se determinó el patrón de distribución espacial de *M. monachus*, como parte del programa PROCER/RB03/007/2014 “Detección Temprana, Respuesta Rápida y Control de la Cotorra argentina en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno” y se establecieron estrategias de manejo para el control y erradicación de la especie en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno.

2.4. ECOLOGÍA ESPACIAL

2.4.1. Aplicación práctica

En ecología los patrones de distribución espacial se refieren a la relación que existe entre una especie y su ambiente (Krebs, 1985). El hábitat está definido como un área con la combinación de recursos tales como alimento, agua y cobertura; así como la presencia de ciertas condiciones ambientales como temperatura, precipitación, depredadores y competidores, que pueden determinar la ocupación de una especie, que sea capaz de sobrevivir y reproducirse en el lugar (Morrison et al. 1999).

La importancia de conocer las variables del hábitat en cuanto a su disponibilidad y disposición, sobre todo en el manejo de especies exóticas en ambientes urbanos, proporciona información base para la toma de decisiones.

Por un lado, la disponibilidad de alimento es la fuente de nutrientes necesaria para que el individuo pueda sobrevivir y posteriormente reproducirse. Las especies que se ven favorecidas son aquellas que se alimentan eficientemente, así como aquellas que escapan eficientemente de sus depredadores. Para el manejo del recurso alimenticio, en primera instancia se debe determinar o conocer los hábitos alimentarios de la especie y posteriormente conocer la disponibilidad de dicho alimento. Por otro lado, la cobertura proporciona a los organismos protección y refugio ante condiciones climáticas o de posibles depredadores. Los modelos de hábitat generalmente se basan en la correlación que existe entre el número de individuos con respecto a alguna estructura del ambiente biótico y abiótico. Otro elemento tan importante como la vegetación es la estructura física del hábitat,

en la cual se incluye entre otros, elementos hechos por el hombre y por animales. Muchas especies de fauna se han adaptado a utilizar ciertas estructuras físicas al grado de que no pueden sobrevivir o reproducirse sin ellas. A pesar de su importancia no se ha puesto énfasis para desarrollar metodologías para categorizar o cuantificar las estructuras, siendo los atributos espaciales o geográficos algunos de los más importantes (Gallina-Tessaro, 2011).

2.4.2. Patrones de distribución de la cotorra argentina

Para Guerrero Negro, B.C.S. se determinó que la cotorra argentina se distribuye en la zona urbana de la localidad y registra un patrón de movimiento en un polígono de actividad de 207.77 ha (por telemetría) durante el día y en función de la disponibilidad de alimento (González-García, 2015). En esta localidad se encontró que el 75% de los nidos se construyeron sobre palmas datileras (*Phoenix dactilyfera*) y su desplazamiento promedio es de 651 metros hacia las periferias de la zona residencial, donde se les vio alimentarse de *Encelia ventorum* y frutos de vidrillo (*Mesembryanthemum crystallinum*); así mismo, se les observó desplazarse hacia el parque recreativo y a sitios más alejados (1.7 km) como escuelas, zonas comerciales, residenciales y central de autobuses. González-García en 2015 documenta que la mayor superficie de ocupación de la cotorra fue en la zona residencial (50.28%) seguida de las zonas comerciales (9.75%) (González-García, 2015; Torres Aguilar, 2016).

En este sentido cabe señalar que solo BCS cuenta con 171 oasis, de los 180 que se distribuyen por toda la Península de Baja California, siendo una fuente de disponibilidad de

recursos para la dispersión y establecimiento de la especie en zonas donde aún no se tiene registro de poblaciones (Guerrero-Cárdenas et al., 2012).

Pese a que los patrones de distribución de la cotorra argentina no han sido estudiados a detalle en otras localidades de México, existen algunos acercamientos relacionados a este tema en España y Estados Unidos, tratando de definir aquellas variables que influyen en la distribución de la especie.

En España se encontró que la distribución de esta especie está asociada a la influencia humana en un 68%, mientras que variables como topografía y clima solo explicaron la variación en un 15.2% y 5.7%, respectivamente (Muñoz & Real, 2006). Así mismo, en Barcelona se encontró que el factor humano sigue siendo uno de los principales factores que determinan la distribución de la especie, así como la densidad de arbolado en el sitio que pueda cumplir la función de refugio y alimento para los individuos (Rodríguez-Pastor et al., 2012).

Para el caso de Chicago en EUA, se determinó que el factor más importante para realizar una modelación de la distribución de esta EEl fue el uso de suelo, ya que se encontró que los nidos encontrados coincidían con áreas que tenían menos del 84% de zonas residenciales; dicho resultado genera un contraste con lo encontrado en España, ya que en E.U. los nidos con sustrato construido fueron más cercanos a zonas con menor densidad humana, lo que sugiere una diferencia entre disponibilidad de sustrato o la tolerancia humana entre entornos. Pese a que el humano puede tener un efecto positivo en la distribución de esta especie a

grandes escalas, a una escala más local las altas densidades humanas pueden llegar a tener un efecto contrario en la distribución de los sitios de anidación (Minor et al., 2012) .

2.5. MANEJO DE LA ESPECIE

Torres-Aguilar en 2016 realizó un Protocolo de detección temprana, respuesta rápida, control y erradicación de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno, con el fin de proponer líneas estratégicas para cada una de las etapas basadas en la Estrategia Nacional para Especies Exóticas Invasoras. En este trabajo se buscó realizar trabajos de control de la especie desde que se detecta en el sitio, con el fin de tener mayor oportunidad de erradicarla antes de que se establezca y propague, y de esta manera evitar mayores impactos económicos y ambientales. Dentro de la detección temprana propone dos etapas: 1) Vigilancia y 2) Reporte; como parte de la vigilancia incluye el monitoreo de la especie en áreas potenciales a través del reconocimiento, lo cual puede ampliar el conocimiento sobre ecología y patrones de propagación de la especie. Así mismo, propone que estas acciones sean realizadas por las autoridades con previa capacitación, y que los reportes se hagan en una base de datos estandarizada con amplia accesibilidad y compatible con bases de datos nacionales, con el fin de crear mapas temáticos y fichas de consulta (Torres-Aguilar, 2016).

Otra de las líneas estratégicas propuestas por Torres-Aguilar es sobre la evaluación de la distribución y tamaño de la población, así como la identificación de áreas claves de uso actual y potencial por parte de la especie (Torres-Aguilar, 2016).

Algunos de los métodos utilizados en Florida, E.U.A. para el manejo en control de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) son la eliminación de nidos, captura de aves con redes de mango largo y trampas vivas, modificación del hábitat, métodos de exclusión, dispositivos de miedo, repelentes y control de fertilidad, de los cuales el uso de Diazacon como anticonceptivo oral y la implementación de plataformas alternativas para que las cotorras cambien de ubicación, han resultado ser efectivas en el corto plazo, pero la captura y eliminación de nidos, genera alivio a más largo plazo (Avery y Lindsay, 2016).

3.-JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a la IUCN las EEI son la segunda causa de pérdida de biodiversidad, después de la fragmentación del hábitat; la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) fue declarada en México como una especie exótica invasora a partir del año 2016 (Hobson et al., 2017), sin embargo, su introducción se realizó hace más de dos décadas por su adquisición como mascota en diversos lugares del país. Actualmente se distribuye en vida libre en 26 Estados, principalmente en el centro y sur de México (MacGregor-Fors et al., 2011), representando un grave problema de daño de infraestructura, contaminación auditiva y amenaza a especies nativas por competencia de recursos alimenticios, de anidación y sitios de reproducción; además, al tratarse de una especie potencialmente transmisora de enfermedades como newcastle, psitacosis o clamidiosis aviar puede causar la muerte de aves nativas e inclusive afectar la salud humana (Álvarez-Romero et al., 2008; Ramírez-Albores y Aramburú, 2017). Aunado a esto, la falta de información que sustente las políticas públicas de México en materia de importación y comercialización de especies exóticas, ocasiona que especies

como la cotorra argentina actualmente sea actualmente un problema en sitios donde sus poblaciones crecieron desproporcionadamente a falta de un manejo adecuado y oportuno de la especie (Hobson et al., 2017).

La distribución espacial de los organismos en un hábitat puede estar determinado por la relación que existe entre factores bióticos y abióticos (Torres-García, 2013); sin embargo, para el caso de las especies exóticas, inicialmente el humano es el principal dispersor a través de su transportación intencional o incidental asociado al flujo de migración del hombre (Álvarez-Romero et al., 2008). La determinación de patrones nos permite conocer si la distribución de una especie está relacionada a una o diversas variables ambientales. Estos patrones son una herramienta fundamental para la ubicación de zonas de importancia que coadyuven en la implementación de acciones enfocadas en el control y erradicación de una especie exótica en un área determinada.

El patrón de distribución (PD) de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en Baja California aún no ha sido estudiado a detalle. Para determinar la existencia o no de un PD, es necesario determinar si la distribución actual está asociado a variables, tales como disponibilidad de recursos para alimentación y construcción de nidos, así como de rasgos antrópicos que caracterizan los sitios de anidación en la Península de Baja California.

Pese a que esta especie fue registrada por primera vez para la península, en la localidad de Guerrero Negro, B.C.S. en 2012 (Guerrero-Cárdenas et al., 2012), actualmente también se

pueden localizar poblaciones en vida libre en Loreto y La Paz B.C.S.; y en Mexicali, Tijuana y Ensenada, B.C.

El seguimiento que se le ha dado a esta EEI en el país, se ha limitado a nuevos registros y estudios puntuales sobre su distribución a una escala local. El trabajo de MacGregor-Fors et al. (2011) fue el único que realizó una aproximación sobre la distribución de la cotorra argentina en México, sin embargo, no fueron estudiadas las variables que determinan estos patrones. La información generada en el presente trabajo, permite generar protocolos de manejo para el control poblacional con base en la ecología espacial de las poblaciones, el cual a su vez, puede ser replicado y aplicado en otros Estados de la república y países en donde la cotorra argentina actualmente se distribuye. Pese a que el manejo para el control de la especie no es nada nuevo en México y otros países, el desconocimiento de la especie y de sus preferencias de distribución, han limitado estos trabajos a un uso ineficiente de los recursos; por tal motivo en este estudio se analiza la distribución de la cotorra argentina en distintas localidades de la península a fin de contribuir en acciones de control poblacional con base en el estudio de su ecología espacial.

4.-HIPÓTESIS

La distribución espacial de la cotorra argentina en las localidades de la Península de Baja California, se relaciona positivamente a la disponibilidad de recursos alimenticios y de nidificación, así como la presencia de rasgos antrópicos, lo cual permite proponer líneas de acción en torno a la identificación de sitios de importancia para su manejo poblacional.

5.-OBJETIVOS

5.1. GENERAL

Proponer líneas de acción para el control poblacional de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) con base en su ecología espacial en la península de Baja California.

5.2. PARTICULARES

- I. Identificar espacialmente las zonas con mayor influencia de cotorra argentina (*M. monachus*) dentro de las localidades con registros de avistamiento.

- II. Caracterizar espacialmente la disponibilidad de recursos alimenticios y de nidificación, así como rasgos antrópicos en las localidades.

- III. Relacionar la distribución espacial actual de la cotorra argentina (*M. monachus*) con respecto a la disponibilidad de recursos alimenticios y de nidificación, así como los principales rasgos de estructuras antrópicas.

6.-METODOLOGÍA

6.1. ÁREA DE ESTUDIO

La Península de Baja California está conformada por dos estados de la república mexicana: Baja California y Baja California Sur. Se ubica al noroeste del país con una superficie aproximada de 145,416 km² y dos litorales: Océano Pacífico y Golfo de California (Fig. 3). Para el desarrollo del proyecto se consideraron las zonas urbanas y suburbanas de 6 principales localidades: Tijuana, Mexicali y Ensenada (Baja California); Guerrero Negro, Loreto y La Paz (Baja California Sur).

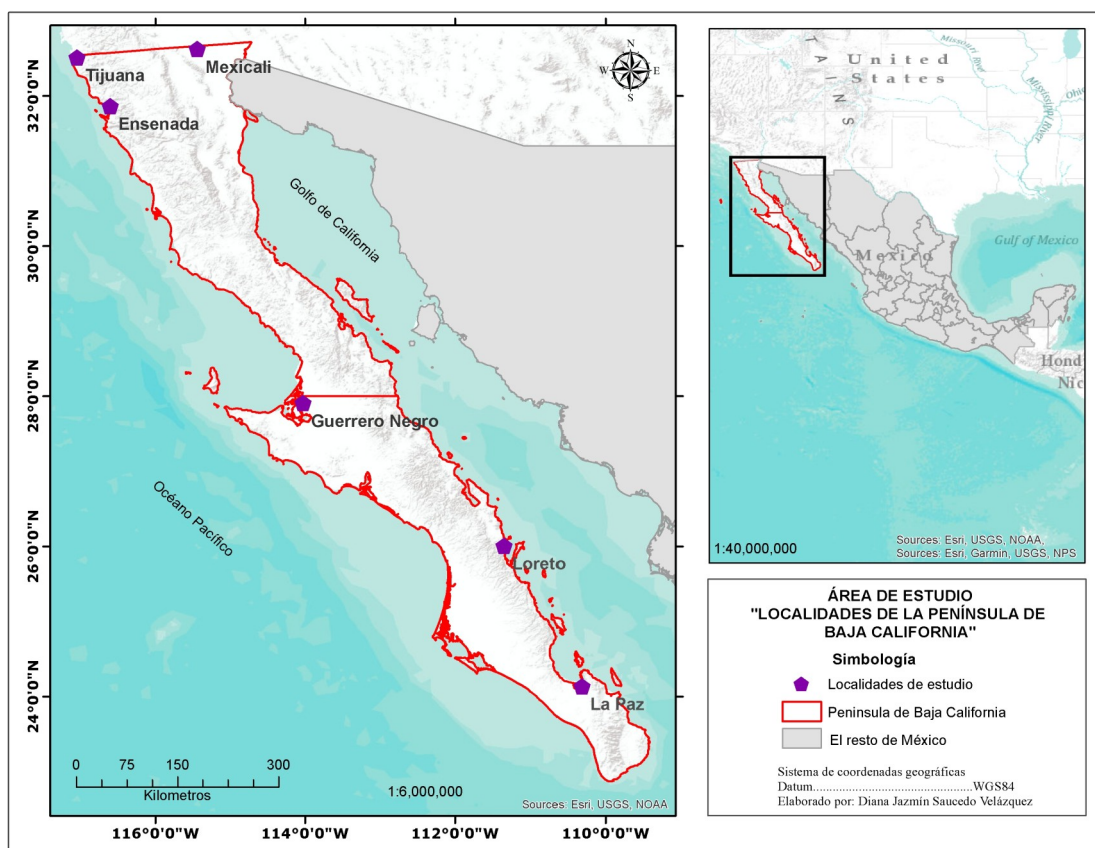


Figura 3. Macrolocalización del área de estudio con localidades de trabajo. (Fuente: Elaboración propia, 2020).

De acuerdo con Delgadillo-Rodríguez (1997) la península de Baja California se encuentra clasificada por grandes comunidades de vegetación, donde su distribución depende principalmente de factores climáticos y geomorfológicos. El clima es muy variable, en términos generales la porción noroeste cuenta con clima templado y frío, mientras que la región este y central es seca y caliente, alcanzado un clima subtropical hacia el sur de la península. La península cuenta con una fisiografía formada por montañas, laderas, valles centrales y costeros, además de grandes desiertos, lo cual permite contar con gran variedad de vegetación nativa en la región, sin dejar de lado la presencia de especies exóticas.

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen (1936), a la península de Baja California le corresponde el clima tipo B (seco), el cual cubre la mayor parte de México principalmente en la mitad septentrional de su territorio, en particular en el altiplano, planicies costeras noroccidentales, nororientales y en Baja California. Los climas de categoría BW (Seco desértico) son predominantes en la península, sin embargo, también podemos encontrar zonas con clima de categoría Cs (con temporada lluviosa en época fría del año) en las zonas montañosas.

Las comunidades vegetales en la península están conformadas por: vegetación costera, matorral costero suculento, chaparral con tres subcomunidades, bosque de coníferas con tres subcomunidades, matorral desértico sonoreense y pastizal inducido; en menor proporción se pueden localizar también comunidades de vegetación acuática, riparia y malezas (Delgadillo-Rodríguez, 1997).

6.2. MÉTODOS

El proceso metodológico del trabajo se desarrolló en 3 etapas principales: 1) Investigación documental y planeación de actividades de campo, 2) Trabajo de campo y 3) Trabajo de gabinete.

6.2.1. Investigación documental y planeación de actividades de campo

Dentro de la primera etapa se realizó una revisión bibliográfica sobre los trabajos publicados para la cotorra argentina (*M. monachus*) a nivel local, regional, nacional e internacional, con la finalidad de ampliar los conocimientos respecto a esta especie en materia de ecología, salud pública, impactos económicos, entre otros. En seguida se procedió con la revisión de bases de datos como Naturalista y eBird. Con esta información se estructuró una base de datos con la geolocalización de nidos y avistamiento de individuos, misma que fue verificada y validada en campo. En esta misma etapa se realizó la planeación del trabajo de campo para las localidades con registros de cotorra en plataformas de internet, para las cuales se contempló la recopilación de información geográfica de la especie, aunado a las actividades de trabajos complementarios sobre ecología trófica y caracterización de nidos de la cotorra argentina, los cuales están a cargo de dos estudiantes del programa de Maestría Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas (MEZA) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) (Jesús Miguel Corrales Saucedo y María Guadalupe Domínguez Pérez) que a su vez complementan la información de este trabajo.

6.2.2. Trabajo de campo

Por medio del Proyecto de PNUD México 2019, se contó con una prospección previa sobre los sitios de anidación de la cotorra argentina en Guerrero Negro, Baja California Sur; con base en esta información y los registros obtenidos de las bases de datos de las plataformas eBird y Naturalista se realizó un recorrido en cada una de las localidades urbanas de la península de Baja California durante las temporadas Noviembre/2019-Enero/2020 (B.C.S.) y Noviembre-Diciembre/2020 (B.C.), considerando como zonas de prospección y muestreo áreas urbanas y suburbanas en donde se encontraron registros previos de la especie; así mismo se realizó difusión sobre la especie y los trabajos realizados por el equipo (Imagen 1). Posteriormente se ubicaron nidos de cotorra argentina registrando coordenadas geográficas, abundancia de organismos, recursos vegetales más cercanos y tipo de vegetación predominante en la zona, con los métodos que se describen a continuación.

6.2.2.1. Ubicación de nidos

En cada localidad, se realizó en primera instancia un recorrido prospectivo siguiendo la configuración de calles y brechas, principalmente en aquellas zonas donde se presentó algún registro de nido o avistamiento de la especie objetivo (Imagen 2 y figura 4); en el caso donde se localizaron nidos se procedió a realizar el registro puntual de las coordenadas geográficas de los nidos, zonas de alimentación, percheo y principales zonas de vegetación, utilizando un geoposicionador satelital (GPS, Garmin eTrex® 10) (Imagen 3, 4, 5, 6).



Imagen 1. Difusión del proyecto por parte de todo el equipo de trabajo en las localidades de estudio.



Imagen 2. Ubicación de nidos y captura la cotorra argentina.



Imagen 3. Cotorras afuera de nido en la localidad de Guerrero Negro, B.C.S.



Imagen 4. Cotorras alimentándose de brotes de *Encelia ventorum* en Guerrero Negro, B.C.S.



Imagen 5. Avistamiento de cotorras sobre árbol de tamarindo en Chametla, La Paz, B.C.S.



Imagen 6. Nido de cotorra argentina en Mexicali, B.C.

6.2.2.2. Caracterización de recursos alimenticios y de nidificación

Para la caracterización de los recursos vegetales se tomó como eje central los nidos localizados en cada sitio, avanzando una cuadra en cada una de las direcciones alrededor del nido, el radio fue variable en cada localidad ya que el tamaño de las cuadras también es variable (Fig. 4); en estos recorridos se realizaron estaciones registrando ubicación geográfica de especies representativas de recursos alimenticios o de nidificación, así como fotografías panorámicas para visualizar características generales de la zona. En el caso de coberturas de infraestructura y de vegetación fueron evaluados mediante percepción remota haciendo una interpretación visual en la siguiente sección.

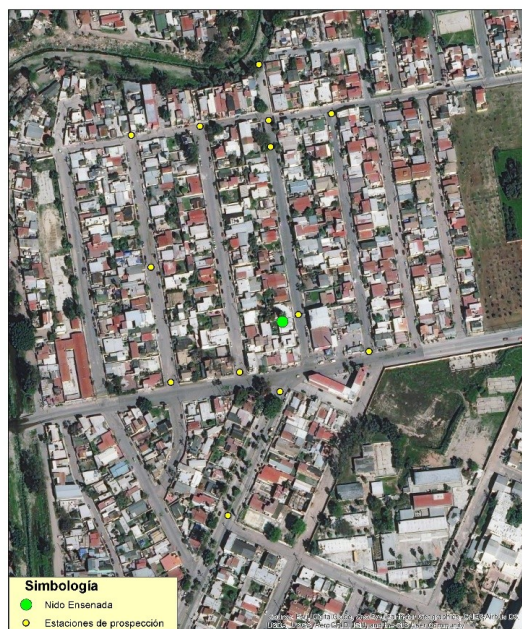


Figura 4. Ejemplo de recorrido de prospección realizado alrededor de nido de Ensenada, B.C. (Fuente: Elaboración propia, 2020).

6.2.3. Trabajo de gabinete

El manejo y generación de la información espacial se realizó mediante el software QGIS 3.16.0 Hannover de libre acceso en internet. Las bases de datos se estructuraron en Excel o

su equivalente en Libre Office. Las imágenes utilizadas para los análisis por percepción remota fueron Sentinel-2A, orto-rectificadas, con una resolución espacial de 10 metros en el espectro visible e infrarrojo cercano y de fechas Diciembre (2019) a Enero (2020) para las localidades de B.C.S. y Noviembre-Diciembre (2020) para las localidades de B.C., correspondientes a la temporada de toma de datos en campo.

6.2.3.1. Delimitación de zonas de trabajo, distribución actual de la cotorra argentina

Para fines de esta tesis se realizó una actualización de límites de las manchas urbanas correspondientes a las localidades: Ensenada, Tijuana, Mexicali, Guerrero Negro, Loreto y La Paz-Chametla, con base en la información de capas vectoriales disponibles en INEGI con una actualización hasta 2005, y con imágenes satelitales de los años 2019 y 2020 de cada localidad. Dado que los límites de una ciudad son poco claros por la fragmentación entre lo urbano, agrícola y natural en algunas zonas, se agregó una zona de amortiguamiento de 500 metros alrededor de cada ciudad, a fin de incluir zonas periurbanas en el análisis de este trabajo. En el caso de las ciudades costeras se realizó el recorte de la zona de amortiguamiento a la línea de costa para excluir la zona marítima y se calculó el área total de cada zona de estudio.

Posteriormente se realizó una revisión y depuración de la base de datos obtenidos a partir de las plataformas de eBird y Naturalista, descartando aquellos registros que se encontraban por duplicado. Una vez estructurada y completada la base de datos, se procedió a generar una capa de información espacial vectorial (*shapefile*) para localización de avistamientos de

la cotorra argentina con datos de campo e internet, así como una capa de información espacial para la localización de nidos.

6.2.3.2. Zonas de influencia de la cotorra argentina

Como propuesta metodológica para este trabajo, se determinaron zonas en donde la cotorra argentina ejerce cierto dominio con respecto al resto del territorio de una ciudad, esto mediante el uso de los registros de avistamiento y zonas de nidificación (campo e internet). Para calcular las zonas de influencia de la cotorra argentina por localidad, se calculó la distancia promedio de los sitios de avistamiento con respecto al centroide generado a partir de la localización de los nidos; para el caso de los sitios con varios nidos, se conformó un polígono mínimo convexo mediante la unión de los nidos como vértices y se calculó su centroide tomándolo de referencia para sacar la distancia promedio de desplazamiento de las cotorras en cada sitio. Para los sitios con más de un centroide (Mexicali y La Paz-Chametla) se consideraron los registros a una distancia máxima de seis km desde cada uno de los centroides; para el resto de los sitios en donde los sitios de anidación se encontraron localizados en una sola zona, se consideraron todos los registros independientemente de la distancia. La distancia promedio calculada se utilizó como radio para generar una zona de amortiguamiento alrededor de cada centroide, mediante el uso de la herramienta *Buffer* en el sistema de información geográfica. Para corroborar el porcentaje de registros dentro de las zonas de influencia se utilizó la herramienta *Intersect* para contabilizar los registros que coincidían dentro de las zonas determinadas previamente.

6.2.3.3. Caracterización de sitios

La caracterización de las ciudades se realizó mediante un proceso de percepción remota con el uso de imágenes sentinel-2A (Landviewer, 2019) e información espacial disponible en INEGI con datos del año 2020.

En una primera etapa se realizó el cálculo del índice de vegetación ajustado de suelo o SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index), dado que las comunidades de vegetación de las zonas de estudio cuentan con una fuerte influencia del suelo desnudo o suelo con concreto. Para determinar el índice por localidad se utilizó la siguiente formula:

$$SAVI = ((B08 - B04) / (B08 + B04 + L)) * (1 + L)$$

Donde:

B08= Banda del infrarrojo

B04= Banda del rojo

L= Factor de amortiguamiento de presencia del suelo

Una vez obtenidos los índices por localidad, se realizó la proyección de las estaciones de campo donde se localizó la presencia de recursos potenciales de alimentación y de nidificación. Para cada estación se extrajo el valor obtenido en el Índice de vegetación (dato fraccionado entre +1 y -1 de acuerdo con la cantidad de suelo desnudo) y se trasladó a una base de datos en excel. Al conjunto de datos obtenidos por localidad se le calculo un

resumen estadístico univariado con el Software Past 3.24 con el fin de obtener los intervalos para la reclasificación del índice, de acuerdo a los siguientes criterios:

Tabla II. Criterios de reclasificación de SAVI para determinación de presencia de recursos alimenticios y de nidificación de la cotorra argentina en la península de Baja California.

No.	Categoría	Criterio de calculo	Criterio de interpretación
1	Zona gris	Valores menores al mínimo calculado en la categoría 2.	Alta cobertura de suelo desnudo, concreto, construcción o agua. Muy baja cobertura de vegetación.
2	Potencialidad de presencia de recursos alimenticios y de nidificación.	Valor mínimo= la media menos la desviación estándar. Valor máximo= la media más la desviación estándar.	Media cobertura de suelo desnudo, concreto, construcción. Baja o media cobertura vegetal. Con potencialidad de encontrar presencia de recursos alimenticios o de nidificación.
3	Alta o muy alta cobertura vegetal	Valores mayores al máximo calculado en la categoría 2.	Baja o muy baja cobertura de suelo desnudo, concreto o construcción. Alta o muy alta cobertura de vegetación.

Una vez determinados los intervalos por localidad se procedió a realizar una reclasificación del SAVI con la herramienta *Reclasificar por tabla*, asignándole los intervalos determinados de acuerdo a los criterios de la tabla anterior. Con el fin de realizar una verificación del producto obtenido, se generó una retícula de puntos cada 500 metros cubriendo las zonas de estudio; posteriormente se extrajeron los valores obtenidos en la reclasificación y se exportaron a un archivo kml para ser verificados en la plataforma Google Earth Pro. De cada una de las estaciones se revisó si existía coincidencia o no con lo obtenido en la reclasificación tomando en cuenta los siguientes criterios para fotointerpretación: Imágenes

con temporalidad y año coincidente a los muestreos realizados en campo, altura de ojo a 200 metros, del punto de estación de considero la revisión con un radio de 10 metros a la redonda, a fin de considerar posibles desplazamientos por la diferencia en la proyección de imágenes. Una vez comprobada una coincidencia mayor al 80% se procedió a realizar el cálculo de áreas por categoría para cada localidad.

Posterior a esto, se realizó una búsqueda de información espacial en INEGI (2020), en donde se extrajeron variables por localidad tales como: Áreas deportivas y recreativas, escuelas, centros comerciales y mercados; con el fin de identificar si estas variables cuentan con algún tipo de relación espacial con las zonas en donde se distribuye la cotorra argentina.

6.2.3.4. Relación espacial de variables en zona de influencia de la cotorra argentina

6.2.3.4.1. Matriz de datos

En cada área de estudio se generaron cuadrantes de 200 m por 200 m, formando una retícula con cuadrantes de cuatro ha. A cada uno de los cuadrantes se le asignó una clave de identificación único. Posteriormente, se hizo uso de la herramienta *intersect* para traslapar cada una de las variables descritas en la caracterización de sitios con cada cuadrante. Con esta información se determinaron valores de porcentaje de área y número para cada una de variables de la especie y ambientales.

6.2.3.4.2. Clasificación espacial de las variables

Las variables utilizadas se dividieron en ambientales y especie, con el fin de identificar si la cotorra sigue un patrón de distribución con base en la disposición de variables antrópicas y la disponibilidad de recursos alimenticios y de nidificación dentro de la zona urbana y suburbana.

La clasificación espacial se realizó a partir de la asignación de un valor a cada cuadrante de la matriz de datos con base en los siguientes criterios:

Tabla III. Criterios de clasificación de variables por cuadrante para cada zona de estudio.

Tipo de variable	Variable/ Valor	Unidad de medida	1	2	3	4
Especie	Registros Cotorras (RC)	Número	1-2	3-4	5-6	>=7
	Nidos (N)	Número	1-2	3-4	5-6	>=7
Ambiental	Zona gris (ZG)	Porcentaje de área	1-25.0	25.1-50.0	50.1-75.0	75.1-100
	Alta o muy alta cobertura de vegetación (MAV)	Porcentaje de área	1-25.0	25.1-50.0	50.1-75.0	75.1-100
	Potencialidad de alimento (PA)	Porcentaje de área	1-25.0	25.1-50.0	50.1-75.0	75.1-100

* Se asignó valor de cero a las variables nulas o porcentajes de área menores a 1.

Obtenidos los valores de las variables para cada cuadrante se trasladó la matriz de datos dbf del archivo shapefile a una tabla de excel con un arreglo de las variables como columnas y los cuadrantes como filas.

Finalmente se obtuvieron dos matrices de datos, una con los valores generales y otra matriz clasificada con valores estandarizados para realizar las pruebas estadísticas y aplicarla a un modelo espacial de sitios de importancia para el manejo de la especie.

6.2.3.4.3. Análisis estadísticos

La relación espacial de las variables con respecto a la distribución actual de la cotorra se analizó mediante el modelo de regresión lineal y el análisis de componentes principales (ACP).

El análisis de regresión lineal puede utilizarse para explorar y cuantificar la relación entre una variable dependiente (Y) y una o más variables llamadas independientes o predictoras (X) (Pardo-Merino, A. & Ruíz-Díaz, M.A., 2015). Con esta técnica, se buscó describir si alguna de las variables ambientales determinadas por percepción remota podía predecir la presencia de la cotorra argentina en sitios con determinadas características de disponibilidad de recursos vegetales e infraestructura urbana; por lo que se definieron las variables de la especie como dependientes y las variables ambientales como independientes.

Para el análisis por regresión lineal se utilizaron los sitios que corresponden a los cuadrantes (4 ha) que se localizan dentro de la zona de mayor influencia de la cotorra en cada localidad: Ensenada (226), Tijuana (657), Mexicali (1666), Guerrero Negro (85), La Paz (1375) y Loreto (254).

En primera instancia se realizó un resumen estadístico con el fin de visualizar promedios de cada tipo de cobertura en los sitios con registros y nidos de cotorra argentina. Posteriormente se aplicó la regresión lineal de las variables: nidos (N) y registros (RC) versus zonas grises (ZG), alta y muy alta cobertura de vegetación (MAV) y zonas con potencialidad de recursos alimenticios y de nidificación (PA).

Para complementar la información estadística se realizó un Análisis de Componentes Principales el cual tiene como objetivo identificar a partir de un conjunto de variables, otro conjunto de variables no directamente observables, esto con el fin de identificar patrones de datos de tal manera que resalten sus semejanzas y diferencias (Smith, L. I. 2022).

Para aplicar el ACP, fue necesario realizar una reestructuración de las matrices de datos por localidad, se consideraron las variable en los sitios en donde hubo registros de cotorra argentina. Las variables analizadas fueron, ZG, PA, MAV, ES y ADR.

6.2.3.5. Distribución espacial y su aplicación en líneas de acción para el manejo de la especie.

Una vez analizadas las variables con respecto a la distribución de la cotorra argentina; se realizaron mapas con sitios de importancia para el manejo de la especie; a cada cuadrante en la matriz de datos se le aplicó la siguiente fórmula asignando un grado de importancia de acuerdo a las variables consideradas en el estudio:

$$SI = ((RC*5) + (N*5) + (ZG*2) + (PA*3) + (MAV*3) + (ZI))/ 6$$

Dónde:

SI= Sitios de importancia para el manejo

RC= Registros de cotorras

N= Nidos de cotorra

ZG= Zona gris/ suelo desnudo/muy baja cobertura de vegetación

PA= Potencialidad de presencia de recursos alimenticios o de nidificación

MAV= Alta/ muy alta cobertura de vegetación

ZI= Zona de influencia de la cotorra argentina

Una vez aplicada la fórmula para cada uno de los cuadrantes por zona de estudio, se obtiene un valor de importancia para el manejo de la especie expresada en un producto cartográfico.

Para el establecimiento de líneas de acción con base en la ecología espacial de la cotorra argentina se siguió la estrategia establecida en el siguiente diagrama (Fig. 5):

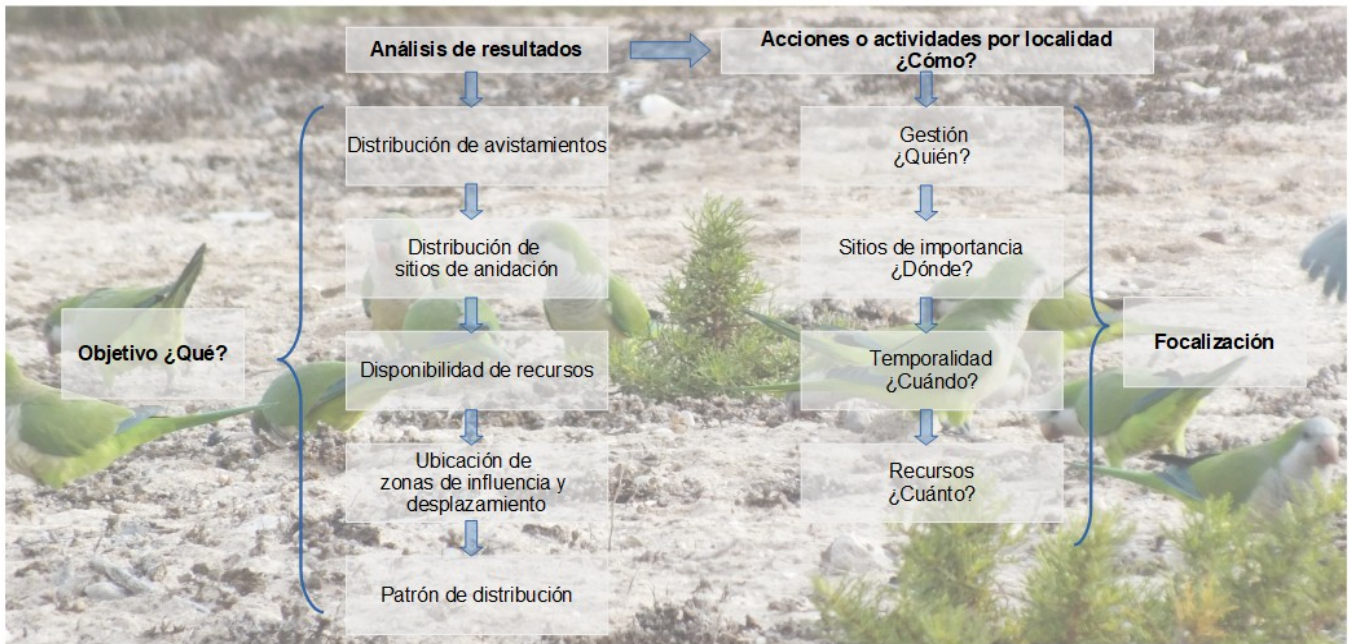


Figura 5. Flujo de actividades para el establecimiento de líneas de acción para el control poblacional de la cotorra argentina (*M. monachus*) en la península de Baja California. Elaboración propia, 2021.

7.-RESULTADOS

Los resultados del presente trabajo se encuentran divididos en tres principales apartados, la primera corresponde a los resultados comparativos entre localidades, la segunda los resultados específicos para cada localidad y la tercera sección corresponde a las líneas de acción propuestas para el manejo en control poblacional de la especie.

Se obtuvo la integración de los avistamientos de cotorra argentina en la península de Baja California, obteniéndose un total de 446 registros de internet y 38 registros de campo, los cuales incluyen solamente avistamientos volando, alimentándose o perchando en sitios fuera de sus nidos. Los datos de verificación en campo indican la presencia de cotorra argentina en seis localidades de la península tales como: Ensenada, Mexicali, Tijuana, Guerrero Negro, La Paz y Loreto.

7.1. Resultados comparativos entre localidades

Se presenta la comparación de resultados entre las localidades de Ensenada, Mexicali, Tijuana, Guerrero Negro, La Paz y Loreto, para los objetivos particulares I y II.

7.1.1. Zonas de influencia de la cotorra argentina en la península de Baja California

En el proceso de cálculo de zonas de influencia de la cotorra argentina se obtuvieron tres principales resultados relacionados a la localización actual de la especie: número de zonas de influencia, distancia promedio y área total (Tabla IV). Para el caso de las localidades de Mexicali y La Paz, se obtuvieron resultados muy similares en cuanto a número de zonas de influencia. Para el caso del resto de los lugares el número de zonas de influencia obtenidas

se mantuvieron en la unidad y las distancias promedios de desplazamiento encontradas fue mayor para La Paz, seguidas de Loreto y Mexicali; siendo Ensenada, Guerrero Negro y Tijuana las localidades con menor distancia de desplazamiento desde la zona de anidación (Tabla IV, figura 6).

Tabla IV. Resumen comparativo de zonas de influencia de las 6 localidades de estudio. Datos 2019-2020, eBird, Naturalista y campo.

Localidad	Número de zonas de influencia	Distancia promedio (m)	Área total (m ²)
Ensenada	1	1,278.12	5,130,581
Mexicali	3	2,140.64	50,206,346
Tijuana	1	120.67	45,946
Guerrero Negro	1	801.71	2,020,349
La Paz	3	3,059.78	93,284,360
Loreto	1	2,450.32	18,856,385
Total			169,543,967

*Distancia promedio total calculada a partir de los resultados de las tres distancias promedios en la localidad.

**Suma de las áreas de los tres centroides obtenidos en la localidad.

***Obtenida a partir de las distancias de los registros de campo e internet hasta el centroide calculado.

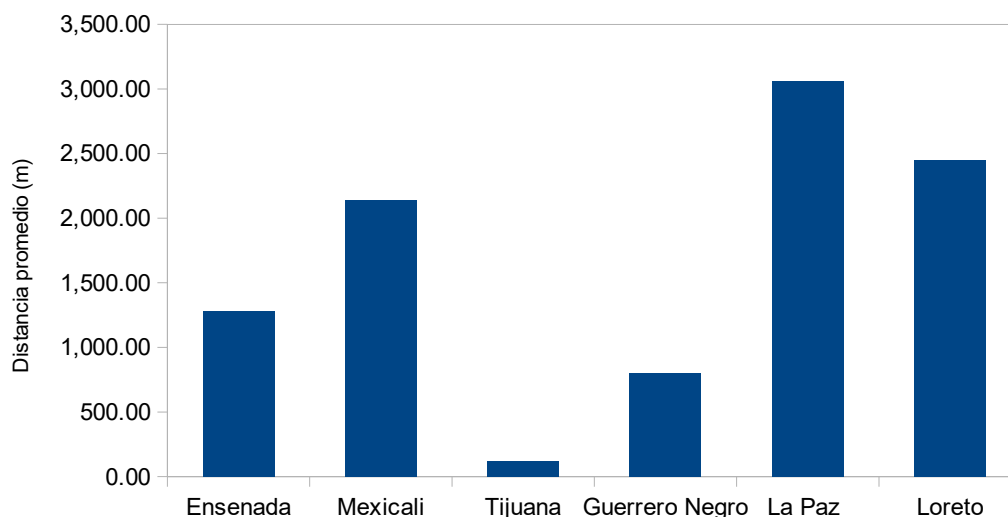


Figura 6. Distancia promedio de recorrido por localidad de estudio en la península de Baja California. Fuente: Datos 2019-2020 de eBird, Naturalista y campo.

En el número de registros dentro de la zona de influencia (Tabla V) se muestra que en todos los casos fue más del 50% de los registros los que integran las zonas de mayor influencia, siendo los más bajos el caso de Mexicali y Guerrero Negro, mientras que la Paz y Tijuana tuvieron un mayor porcentaje de registros dentro de la zona de influencia calculada mediante el método implementado.

Tabla V. Registros por localidad de estudio. Fuente: Datos 2009-2020, eBird, Naturalista y campo.

Localidad	Registros internet	Registros Campo	Registros totales	Número de registros en zona de influencia	Porcentaje
Ensenada	86	5	91	73	80.2
Mexicali	56	12	68	35	51.5
Tijuana	10	12	22	22	100.0
Guerrero Negro	84	3	87	49	56.3
La Paz	127	3	130	124	95.4
Loreto	83	4	86	70	81.4

Con el área total de influencia se obtuvieron las proporciones de área para cada localidad, se encontró que Guerrero Negro, Ensenada y Tijuana fueron los sitios con menor proporción de área, seguido por Loreto; en cuanto Mexicali y La Paz fueron los sitios con mayor área de influencia de la cotorra argentina (Fig. 7).

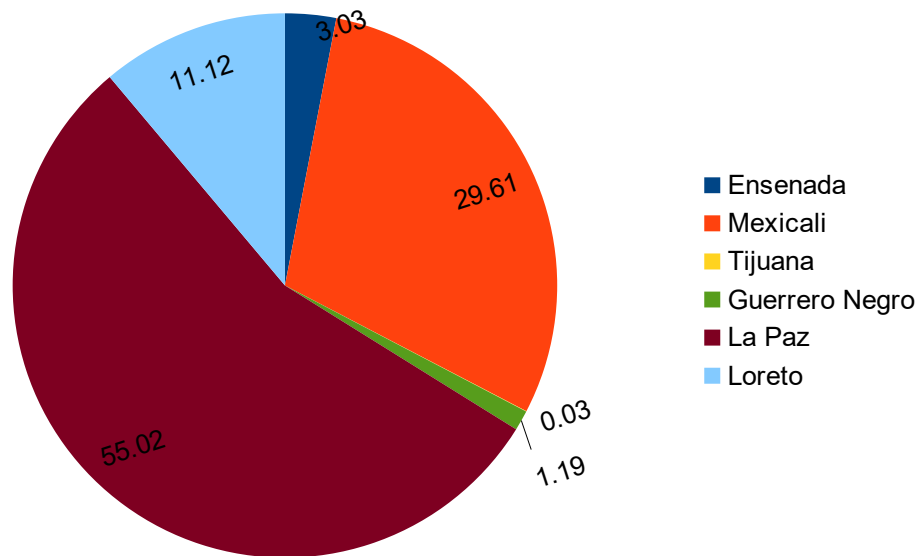


Figura 7. Proporción de área de influencia de la cotorra argentina por localidad de estudio en la península de Baja California. Fuente: Datos 2019 a 2020, eBird, Naturalista, campo.

El porcentaje de área de influencia dentro del área total de la zona de estudio (Figura 8), indica que las localidades de Loreto y La Paz presentaron más de la mitad de su área como zonas donde la cotorra argentina presenta mayor influencia en la localidad (65.14% y 50.47%, respectivamente), seguido de Mexicali con el 19.67% de su área total. Las localidades del Pacífico: Guerrero Negro, Tijuana y Ensenada presentaron porcentajes menores al 15% de su área total (14.57%, 4.74% y 0.01%, respectivamente).

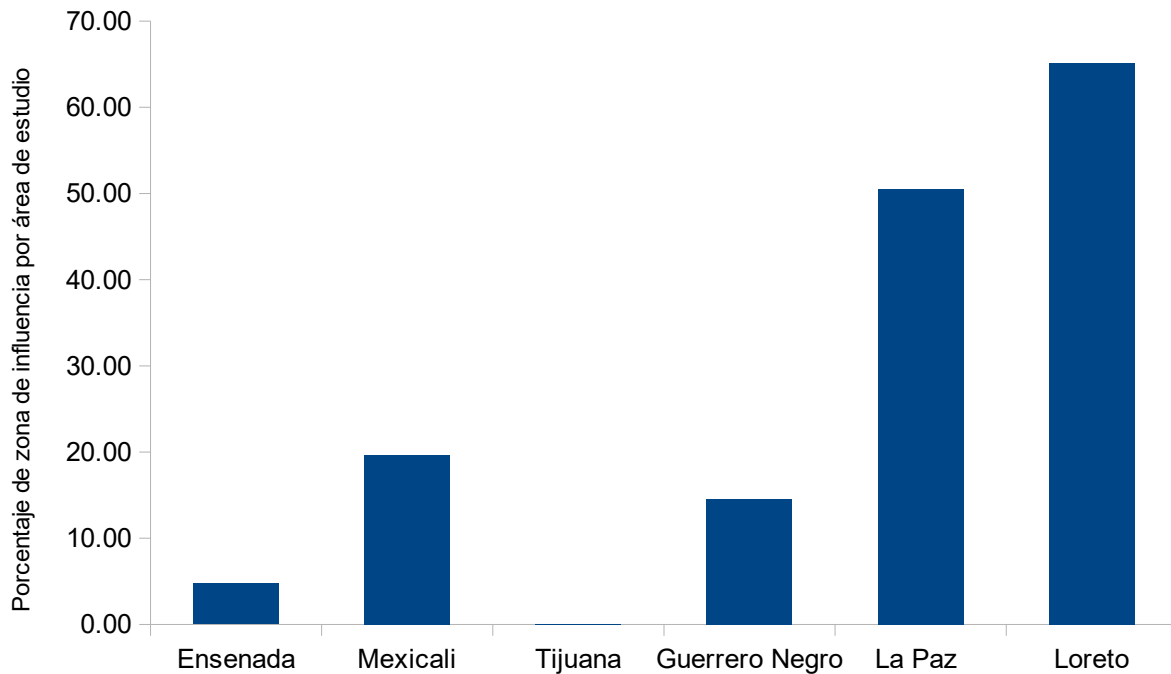


Figura 8. Porcentaje de zona de influencia con respecto al área total de cada localidad de estudio. Fuente: Datos 2019 a 2020, eBird, Naturalista, campo.

Respecto a la ubicación geográfica de las zonas de influencia en cada localidad, se puede observar en la figura 9 que los centroides fueron localizados en las zonas centro de las ciudades en el caso de Ensenada y Tijuana; así como en Mexicali y La Paz en el caso del centroide número dos de ambas localidades y del centroide tres de esta última. Las zonas de influencia más cercanas a las periferias de la ciudad fueron en Guerrero Negro, Loreto, Mexicali (centroide 1 y 3) y La Paz (centroide 1).

En cuanto a la cercanía al mar de las zonas de influencia, la única sin zona costera es Mexicali, sin embargo, las localidades en donde se presentó mayor influencia de la cotorra argentina con mayor cercanía al mar son Ensenada, Loreto y las zonas 1 y 3 de La Paz.

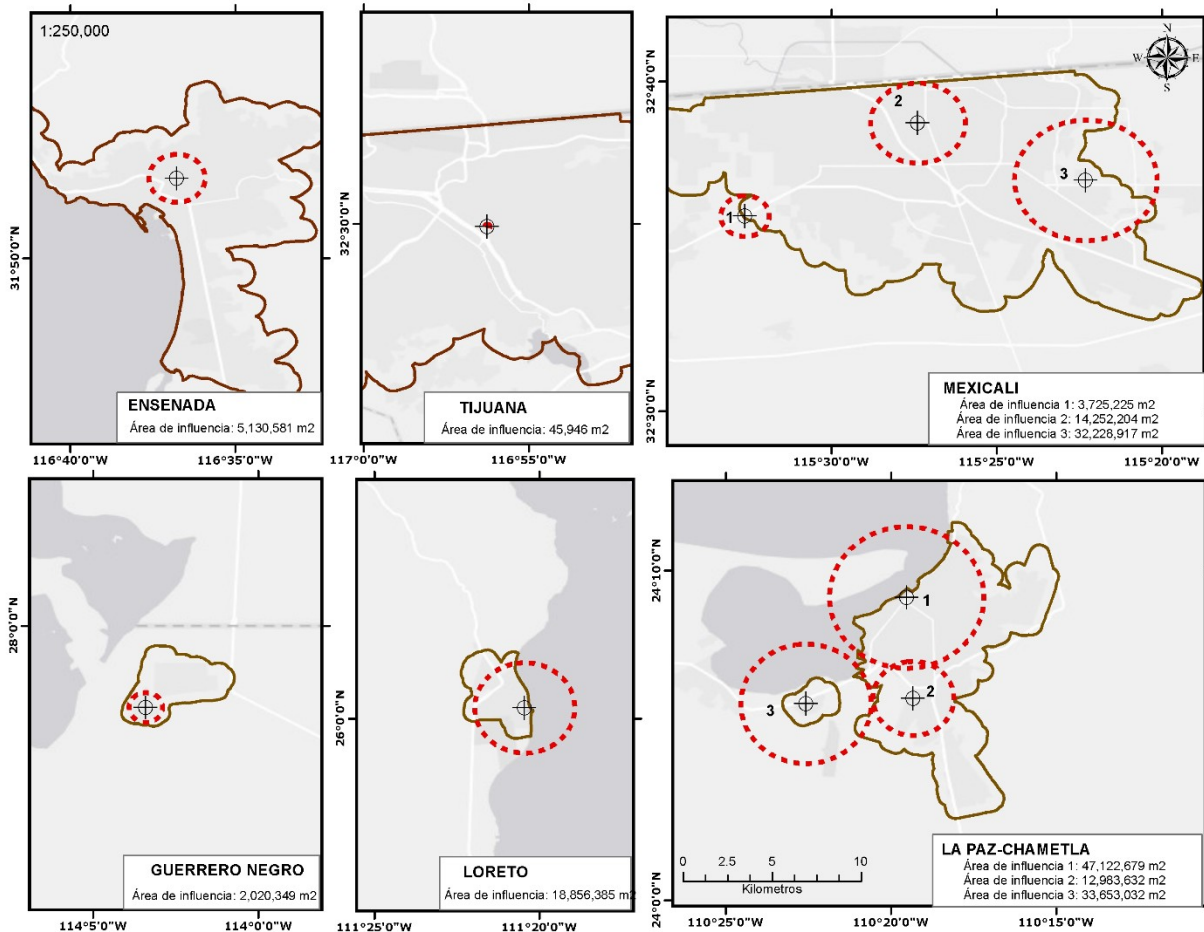


Figura 9. Localización de zonas de influencia de cotorra argentina en las localidades de estudio en la península de Baja California. Datos Elaboración propia 2021.

7.1.2. Caracterización de localidades de estudio

El área total de estudio, que corresponde a las localidades de Ensenada, Mexicali, Tijuana, Guerrero Negro, La Paz y Loreto, suma un total de 744,156,533 m².

Para las seis localidades de estudio se obtuvieron 484 registros de cotorra argentina desde el año 2009 hasta el año 2020. Siendo La Paz, el sitio con mayor número de registros y Tijuana

la de menor número de registros. Con respecto al número de nidos se obtuvo un total de 77 nidos, de los cuales en Ensenada solo se logró ubicar un nido, en Loreto tres y 11 en Tijuana; mientras que Mexicali fue la ciudad con mayor número de nidos identificados, seguido de Guerrero Negro y La Paz, Baja California Sur (Tabla VI).

Tabla VI. Resumen comparativo de variables identificadas en las seis localidades de estudio. RC=registros de cotorra argentina, N= número de nidos, ZG= zona gris o de muy baja cobertura vegetal, PA= potencialidad de recurso alimenticio y de nidificación, MAV= alta o muy alta cobertura de vegetación, ES= número de escuelas, ADR= número de áreas deportivas y recreativas, ME= número de mercados, CC= número de centros comerciales o plazas. Registros de Elaboración propia, datos: eBird, Naturalista y campo, INEGI 2020.

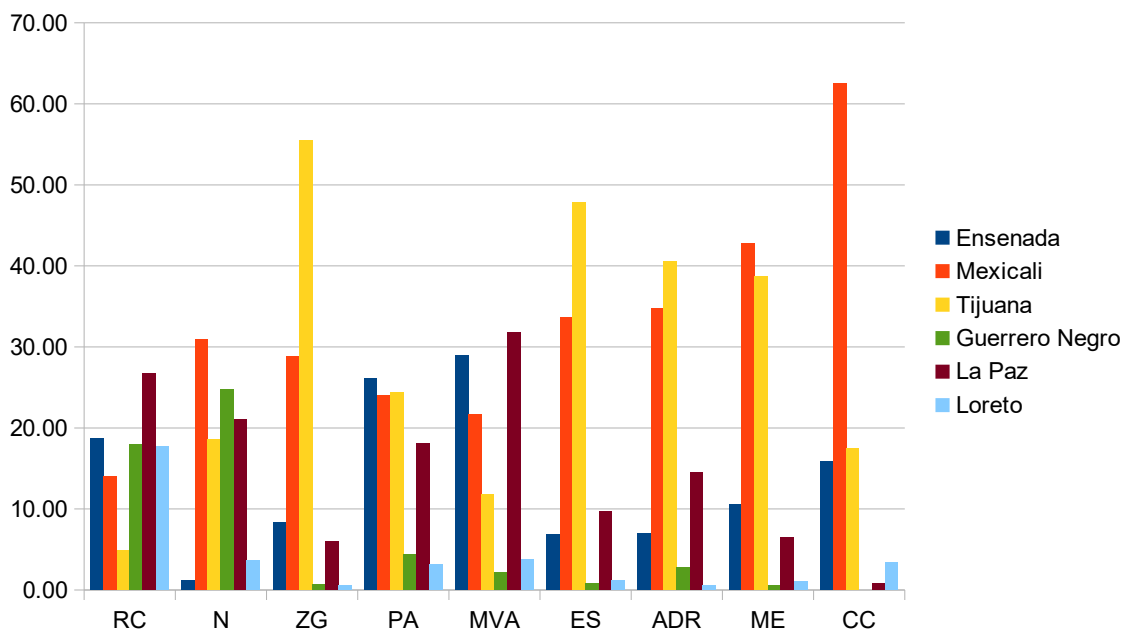
	Ensenada	Mexicali	Tijuana	Guerrero Negro	La Paz	Loreto	Total
RC	91	68	24	87	130	86	487
N	1	25 (18)*	11 (10)*	20	17 (8)*	3	77
ZG**	41,413,047	142,760,703	274,297,028	3,627,220	29,636,487	2,694,547	494,429,032
PA**	60,229,373	55,524,750	56,133,036	9,995,973	41,716,308	7,208,146	230,807,586
MAV**	18,017,834	13,440,542	7,291,218	1,360,111	19,747,798	2,345,203	62,202,706
ES	105	513	729	13	147	18	1,525
ADR	38	190	222	15	79	3	547
ME	21	85	77	1	13	2	199
CC	42	165	46	0	2	9	264

*valor entre paréntesis corresponde al número localizado en campo, en los casos en los que se también se registraron nidos de los registros de internet. Para el resto de los casos de la misma fila, la totalidad corresponden a lo encontrado en campo.

**Valores calculados en metros cuadrados.

Para cada una de las variables a excepción de número de registros (RC) y nidos (N), los resultados en área de cobertura no son comparables entre localidades dado que el tamaño de cada localidad es diferente, sin embargo, se esperaría que la cobertura y número de servicios de las variables descritas fuera en función del tamaño de la localidad. Bajo este contexto, para la variable “ZG”, se encontró que

Tijuana al ser la localidad más grande también contó con mayor extensión de zonas grises o suelo desnudo, seguido de Mexicali, Ensenada, La Paz, Guerrero Negro y Loreto, correspondiendo al orden del tamaño de las localidades. Para el caso de la variable “PA” se obtuvo que Ensenada tiene mayor cobertura de zonas con potencialidad de Recursos Alimenticios y de Nidificación (RAN) dejando a Tijuana y Mexicali en segundo y tercer lugar en extensión dentro de las zonas urbanas y suburbanas definidas en el área de estudio. Con respecto a la alta y muy alta cobertura de vegetación (MAV), se obtuvo que La Paz, seguida de Ensenada y Mexicali tienen mayor área con esta característica, mientras que Guerrero Negro presenta menor área. (Tabla VI, figura 10).



RC=registros de cotorra argentina, N= número de nidos, ZG= zona gris o de muy baja cobertura vegetal, PA= potencialidad de recurso alimenticio y de nidificación, MAV= alta o muy alta cobertura de vegetación, ES= número de escuelas, ADR= número de áreas deportivas y recreativas, ME= número de mercados, CC= número de centros comerciales o plazas.

Figura 10. Porcentaje de los resultados obtenidos por variable en cada localidad de estudio en la península de Baja California. Elaboración propia, datos: eBird, Naturalista y campo, INEGI 2020.

La cantidad de escuelas y áreas deportivas y recreativas por localidad fue en función del área total por localidad a excepción de La Paz que contó con más escuelas y áreas recreativas que Ensenada, y Loreto que contó con más escuelas que Guerrero Negro, pese a que este último cuenta con mayor superficie (Fig. 10).

En el caso del número de mercados y centros comerciales, Mexicali sobresalió significativamente sobre Tijuana, principalmente en la variable de centros comerciales. En ambas variables, Guerrero Negro fue el de mínima presencia en comparación con las otras cinco localidades (Fig. 10).

7.2. Resultados por localidad

Se presentan los resultados obtenidos en las localidades de Ensenada, Mexicali, Tijuana, Guerrero Negro, La Paz y Loreto, para los objetivos particulares I, II y III.

7.2.1. Ensenada

6.2.1.1. Zonas de influencia

Para el caso de Ensenada, se obtuvieron en total 91 registros de cotorra argentina correspondiente a los años 2010 a 2020, de este total 42 corresponden a los años 2019-2020; en la figura 11 se observa que a partir del año 2015 se dio un incremento en el número de avistamientos registrados en la ciudad. Para este sitio solo se localizó un nido en la zona centro de la ciudad. A partir de los registros geográficos de los dos últimos años de muestreo

en campo (2019-2020), se obtuvo una distancia promedio por año de 1,502 m para 2019 y 1,503 m para 2020, y una distancia promedio total para los dos años de 1,278 m. El área de influencia de la especie objetivo dentro del área de estudio fue de 5,130,581 m² lo cual representa el 4.29% del área total de la zona urbana y suburbana de Ensenada (Fig. 11).

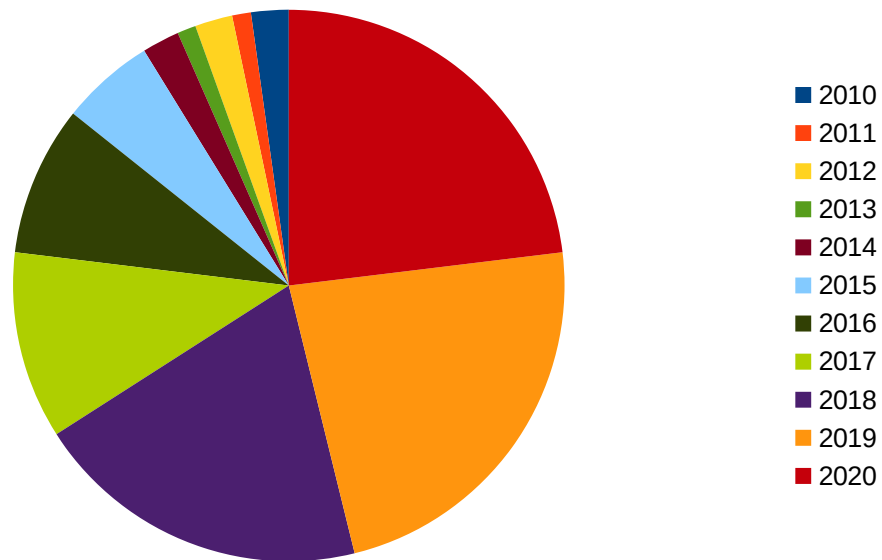


Figura 11. Registros de avistamiento de cotorra argentina por año en Ensenada, B.C. Fuente: Datos obtenidos de eBird, Naturalista (2010 a 2020) y trabajo de campo (2020).

En la figura 12 se observa que la zona con mayor influencia de la especie se localiza en la zona centro de la ciudad a 1.8 km de la costa, sin embargo, no se descarta su presencia más allá de estos límites. El centroide de esta zona corresponde a la ubicación del único nido localizado en la ciudad.

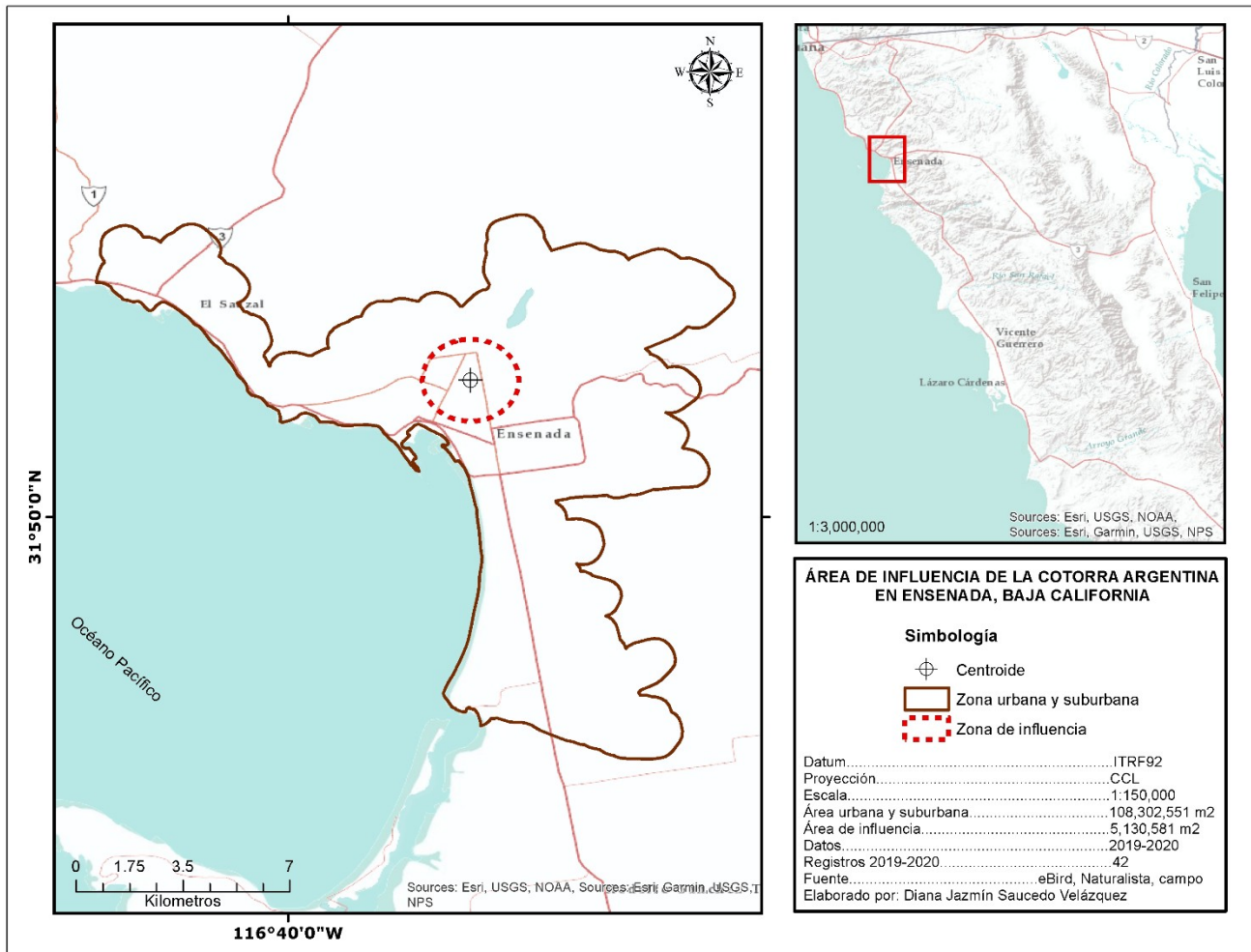


Figura 12. Localización de zona con mayor influencia de cotorra argentina en Ensenada, B.C. Elaboración propia 2021.

7.2.1.2. Caracterización de localidad

El área de estudio de Ensenada, Baja California, cuenta con una superficie de 119,660,254 m². Se obtuvo una superficie de zonas grises (ZG) de 41,413,047 m², zonas con potencialidad de encontrar recursos alimenticios o de nidificación (PA) de 60,229,373 m² y zonas con cobertura alta o muy alta (MAV) de 18,017,834 m², de los cuales 3,434,058 m² (8.29%), 1,788,419 m² (2.97%) y 446,672 m² (2.48%) se encuentran dentro de la zona de influencia de la cotorra argentina en la localidad, respectivamente (Fig. 13).

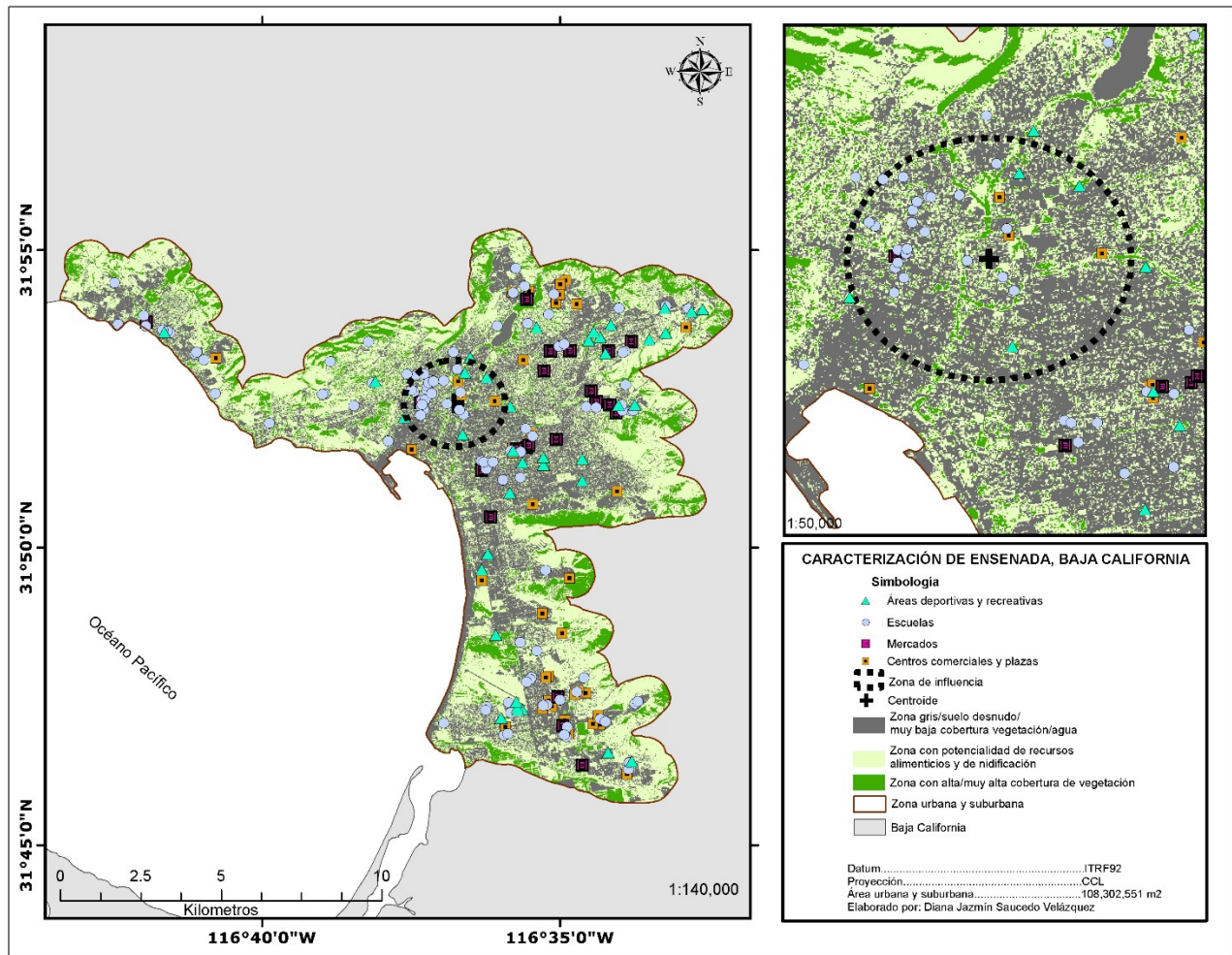


Figura 13. Mapa de caracterización de Ensenada, Baja California. Variables generadas a partir de datos de eBird, Naturalista, campo e INEGI, 2020.

Con respecto a las variables de bienes y servicios se encontró que 23 (21.90%) de las 105 escuelas (ES) se encuentran dentro de la zona de influencia, 3 (7.89%) de 38 áreas deportivas y de recreación (ADR), 1 (4.76%) de 21 mercados y 3 (7.14%) de 42 centros comerciales del total que se encuentran en la ciudad.

7.2.1.3. Relación espacial de variables

De acuerdo a la información obtenida a partir de los cuadrantes con presencia de registros de cotorra argentina (RC) se obtuvieron valores promedios de 1.82 registros y 0.02 nidos por cuadrante de 4 ha. Con respecto a las zonas grises o sin vegetación (ZG) el promedio fue de 52.04%, con potencialidad de encontrar alimento (PA) del 36.09% y zonas con alta y muy alta cobertura de vegetación (MAV) del 11.85%.

Referente a los análisis de regresión lineal, se obtuvieron coeficientes de determinación (r^2) muy bajos para las tres variables ambientales analizadas (Tabla VII), siendo la PA con mayor valor entre las tres. Por otro lado, para el caso de la variable dependiente RC, se obtuvo una relación positiva con la variable PA, mientras que para MAV y ZG, fue negativa.

Para el caso de la variable dependiente presencia de nidos (N), los coeficientes de determinación fueron más bajos; con una relación positiva con PA y ZG, mientras que con MAV fue negativa.

Tabla VII. Coeficientes de determinación y pendiente para variables obtenidas en Ensenada, Baja California.

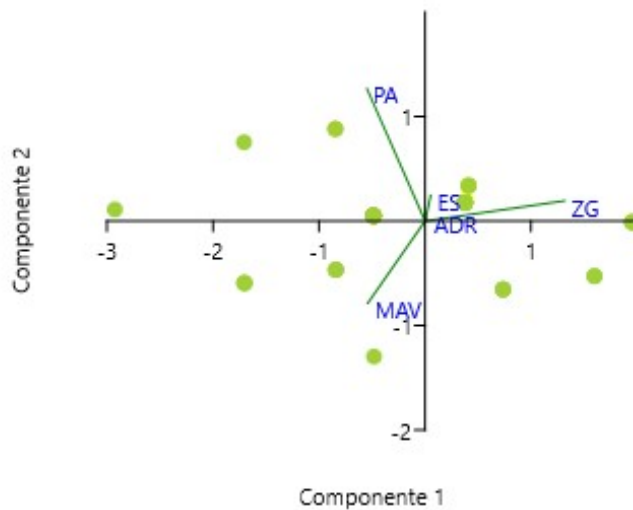
Variabes	PA	MAV	ZG
RC	$r^2=0.045315$	$r^2=0.010656$	$r^2=0.001109$
	$a=1.3529$	$a=-1.4762$	$a=-0.7937$
N	$r^2=0.00081633$	$r^2=0.00097182$	$r^2=0.0054392$
	$a=0.28$	$a=-0.30551$	$a=0.16426$

En el caso del Análisis de Componentes Principales, el primer componente explica el 74.37% de la varianza total en el conjunto de datos y el segundo componente solo el 13.11%, por lo que en su conjunto se explica la mayor parte de la varianza total de los datos.

Tabla VIII. Matriz de componentes para variables de Ensenada, Baja California.

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5
ZG	0.8622	0.12684	0.31431	0.37214	-0.056915
PA	-0.35943	0.83086	0.20519	0.36679	-0.061965
MAV	-0.35518	-0.51666	0.62235	0.46631	-0.046275
ES	0.034512	0.16146	0.68675	-0.70462	0.068035
ADR	0.0080722	0.023977	0.012769	0.11422	0.99305

En la tabla VIII se observa la carga de cada variable en cada factor, de forma que marcado con amarillo se puede observar los factores con pesos más elevados: ZG, PA y MAV, para el componente 1; PA y MAV para el componente 2.



ZG= zona gris o de muy baja cobertura vegetal, PA= potencialidad de recurso alimenticio y de nidificación, MAV= alta o muy alta cobertura de vegetación, ES= número de escuelas, ADR= número de áreas deportivas y recreativas, Sitios en verde representan registros de cotorra argentina en un rango de 1 a 2 (bajo).

Figura 14. Gráfico de componentes para los sitios con registros de Cotorra argentina en Ensenada.

En la figura 14 se observa que la mayoría de los datos están dispersos, sin embargo existe una relación positiva para la variable ZG y una relación negativa con PA, sin embargo los muestreos no se encuentran cercanos a estas variables. Por otro lado, se observa una relación positiva entre la presencia de escuelas (ES) y áreas deportivas y recreativas (ADR) con algunos sitios de registros.

7.2.2. Mexicali

7.2.2.1. Zonas de influencia

En esta ciudad se obtuvieron 68 registros de cotorra argentina del año 2012, 2015 a 2020, de los cuales 51 corresponden a los años 2019 y 2020; en la figura 15 se observa que los registros para esta ciudad iniciaron a partir del año 2012 y cuenta con ausencia de registros en los años 2013 y 2014; a partir del año 2018 se vio un incremento considerable en el número de registros en la ciudad, presentándose un máximo en el año 2019.

En este sitio se registraron un total de 25 nidos, de los cuales 18 se localizaron en campo y los otros siete a partir del registro en la base de datos de internet, los cuales se ubicaron en tres diferentes zonas de la ciudad. A partir del cálculo del polígono mínimo convexo de las tres zonas con nidos registrados, se obtuvieron los centroides utilizados para calcular el desplazamiento promedio de la cotorra en la ciudad para los dos años de estudio (2019 y 2020). Del centroide uno se obtuvo una distancia promedio de 1,089 m, del centroide dos se obtuvo 2,130 m y del centroide tres resultó 3,203 m, de lo cual se obtuvo una distancia total promedio de 2,141 m en la ciudad. El área de mayor influencia de la especie objetivo fue la No. 3 con 32,228,917 m², seguida de la No. 2 con un área de 14,252,204 m² y finalmente la zona No. 1 con 3,725,225 m², dando un total de 50,206,346 m²; de esta área solo 39,891,644 m² corresponden a zonas dentro de los límites del área de estudio, lo cual representa el 18.84 % del área total de la zona urbana y suburbana de Mexicali (Fig. 16).

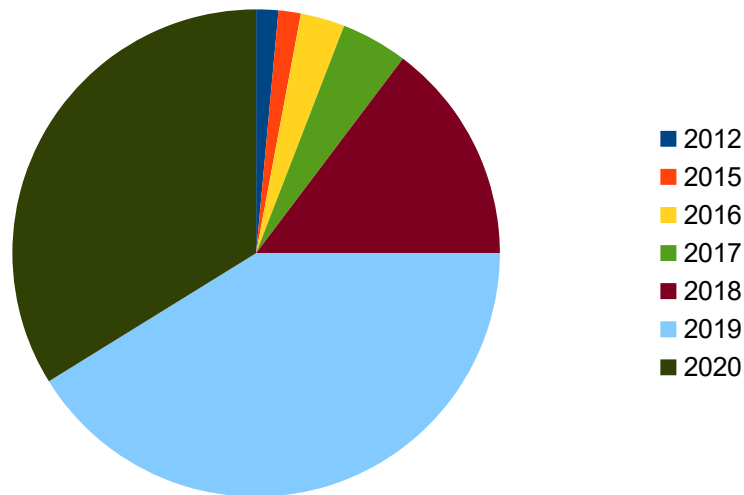


Figura 15. Registros de avistamiento de cotorra argentina por centroide para cada año en Mexicali, B.C. Datos obtenidos de eBird, Naturalista (2012, 2015 a 2020) y trabajo de campo (2020).

En la figura 16 se observan las tres zonas de influencia en la ciudad de Mexicali, dos de ellas en las periferias de la ciudad (1 y 3) mientras que la zona dos se localiza en la zona centro de la ciudad. El centroide de la zona uno se calculó a partir de la presencia de cinco nidos, el centroide dos a partir de 19 nidos, mientras que el último centroide corresponde a la presencia de un nido.

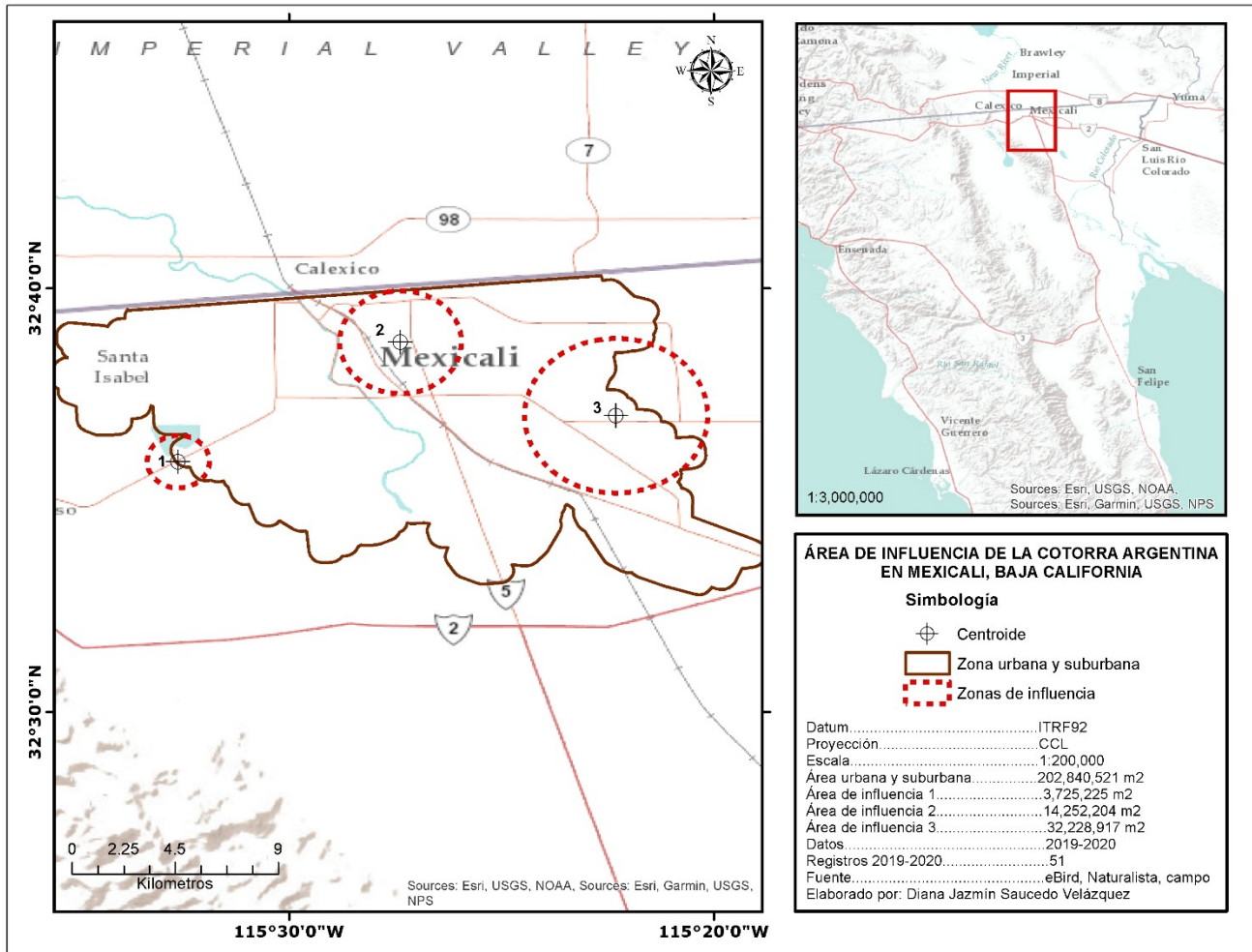


Figura 16. Localización de zonas con mayor influencia de cotorra argentina en Mexicali, B.C. Elaboración propia 2021.

7.2.2.2. Caracterización de localidad

El área de estudio de Mexicali, Baja California, cuenta con una superficie de 211,725,995 m². Se obtuvo una superficie de zonas grises (ZG) de 142,760,703 m², zonas con potencialidad de encontrar recursos alimenticios o de nidificación (PA) de 55,524,750 m² y zonas con cobertura alta o muy alta (MAV) de 13,440,542 m², de los cuales 28,619,023 m² (20.05%), 12,839,241 m² (23.12%) y 2,811,895 m² (20.92%) se encuentran dentro de la zona de influencia de la cotorra argentina en la localidad, respectivamente (Fig. 17).

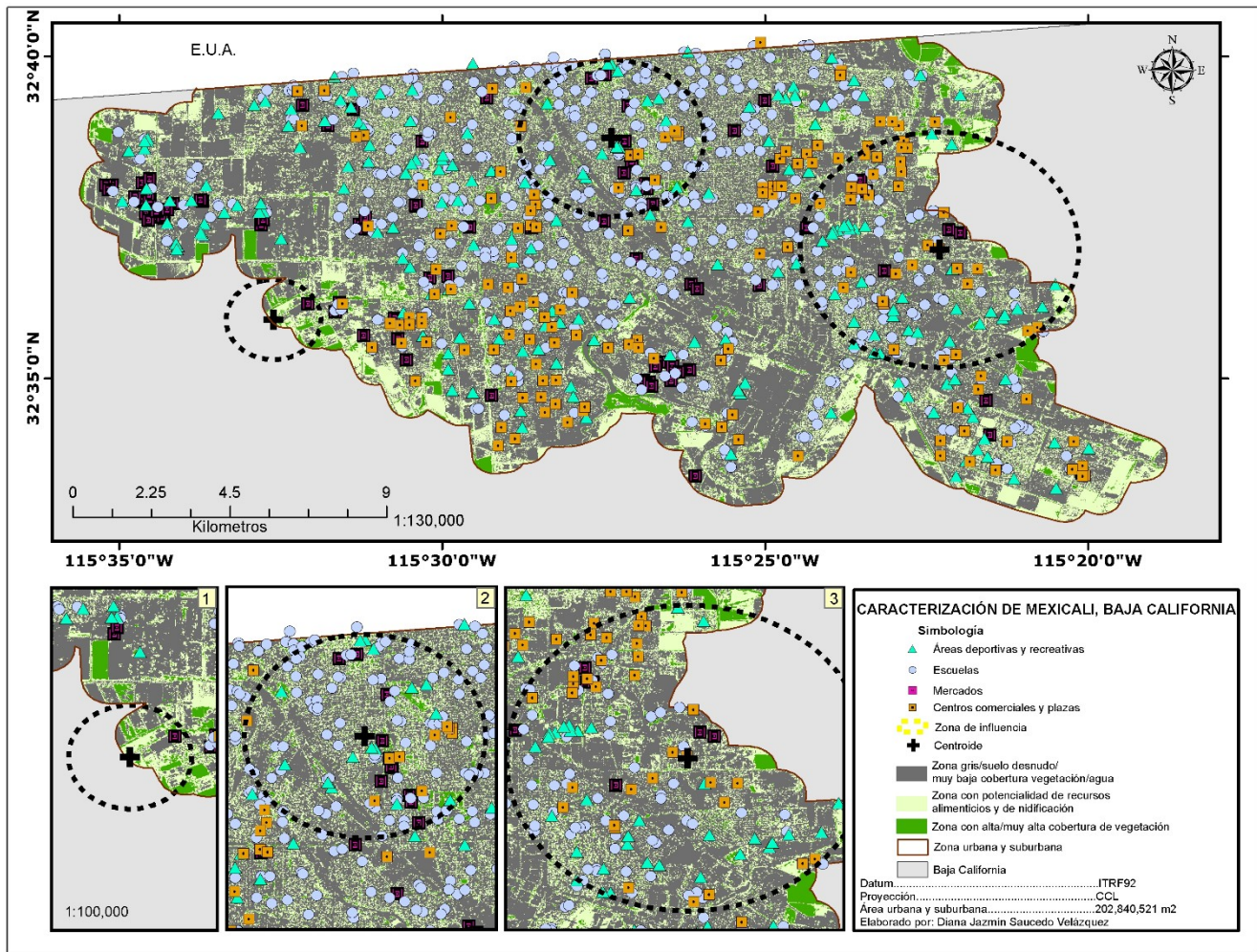


Figura 17. Mapa de caracterización de Mexicali, Baja California. Variables generadas a partir de datos de eBird, Naturalista, campo e INEGI, 2020.

Con respecto a las variables de bienes y servicios se encontró que 138 (26.90%) de las 513 escuelas (ES) se encuentran dentro de la zona de influencia, 47 (24.74%) de 190 áreas deportivas y de recreación (ADR), 20 (23.53%) de 85 mercados y 42 (25.45%) de 165 centros comerciales del total que se encuentran en la ciudad.

7.2.2.3. Relación espacial de variables

En Mexicali dentro de los cuadrantes con presencia de registros de cotorra argentina (RC) se obtuvieron valores promedios de 1.65 registros y 0.41 nidos por cuadrante de 4 ha. Con

respecto a las zonas grises o sin vegetación (ZG) el promedio fue de 51.42%, con potencialidad de encontrar alimento (PA) del 31.74% y zonas con alta y muy alta cobertura de vegetación (MAV) del 16.86%.

Referente a los análisis de regresión lineal, se obtuvieron coeficientes de determinación (r^2) muy bajos para las tres variables ambientales analizadas (Tabla IX), siendo la ZG con mayor valor entre las tres. Por otro lado, para el caso de la variable dependiente RC, se obtuvo una relación positiva para con la variable MAV, mientras que para ZG y PA, fue negativa.

Para el caso de la variable dependiente presencia de nidos (N), los coeficientes de determinación fueron bajos también; con una relación positiva con PA y MAV, mientras que con ZG fue negativa.

Tabla IX. Coeficientes de determinación y pendiente para variables obtenidas en Mexicali, Baja California.

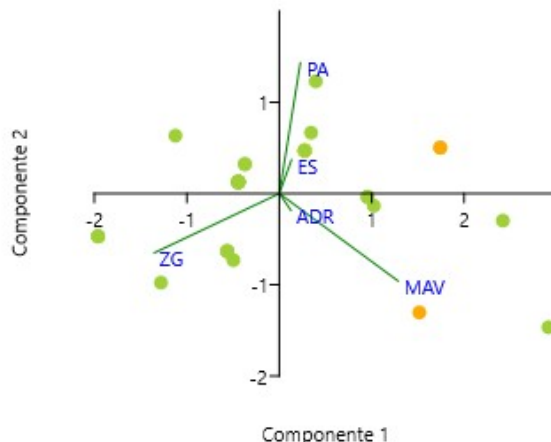
Variabes	PA	MAV	ZG
RC	$r^2=0.039696$	$r^2=0.068272$	$r^2=0.11315$
	$a=-1.3436$	$a=0.85973$	$a=-0.84456$
N	$r^2=0.043292$	$r^2=0.0965$	$r^2=0.073666$
	$a=0.98888$	$a=-0.63274$	$a=-0.62158$

En el caso del Análisis de Componentes Principales, el primer componente explica el 67.61% de la varianza total en el conjunto de datos y el segundo componente solo el 18.19%, por lo que en su conjunto se explica la mayor parte de la varianza total de los datos.

Tabla X. Matriz de componentes para variables de Mexicali, Baja California.

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5
ZG	-0.71648	-0.34443	-0.11241	0.57124	0.17051
PA	0.12044	0.75896	-0.38538	0.49384	0.13068
MAV	0.68032	-0.50755	-0.11647	0.51474	0.032131
ES	0.069817	0.19535	0.87601	0.27761	0.33542
ADR	0.06671	-0.097816	-0.2406	-0.29628	0.91669

En la tabla X se observa la carga de cada variable en cada factor, marcado con amarillo se puede observar los factores con pesos más elevados para el componente 1 son MAV y ZG, mientras que para el componente 2 PA y MAV, son los de mayor peso en esta localidad.



ZG= zona gris o de muy baja cobertura vegetal, PA= potencialidad de recurso alimenticio y de nidificación, MAV= alta o muy alta cobertura de vegetación, ES= número de escuelas, ADR= número de áreas deportivas y recreativas, Sitios en verde representan registros de cotorra argentina en un rango de 1 a 2 (bajo), en naranja en un rango de 5 a 6 (alto).

Figura 18. Gráfico de componentes para los sitios con registros de Cotorra argentina en Mexicali, B.C.

En la figura 18 se observa que la mayoría de los datos están dispersos, sin embargo existe una estrecha relación positiva entre las variables PA y ES; así mismo, las variables ADR y MAV se encuentran estrechamente relacionadas. Con respecto a las ZG existe una relación negativa con los sitios en donde se registraron cotorras en la localidad.

7.2.3. Tijuana

7.2.3.1. Zonas de influencia

En Tijuana se obtuvieron en total 22 registros de cotorra argentina correspondiente a los años 2016 a 2020, de este total 18 corresponden a los años 2019-2020; en la figura 19 se observa que el primer registro fue en el año 2016 y con ausencia de estos para el año 2017; a partir del año 2018 se dio un incremento en el número de avistamientos, llegando a un máximo en el año 2020.

En este sitio se registraron un total de 11 nidos, de los cuales 10 se localizaron en campo y uno a partir del registro en la base de datos de internet, todos dentro del Parque Morelos en esta ciudad. A partir de los registros geográficos de los dos últimos años de muestreo en campo (2019-2020), se obtuvo una distancia promedio por año de 147 m para 2019 dado que se presentó un registro en la zona costera de la ciudad, y 94 m para 2020 dado que todos los avistamientos fueron dentro del Parque Morelos; a partir de lo cual se obtuvo una distancia promedio total de 120.67 m. El área de influencia de la especie objetivo fue de 45,946 m² lo cual representa el 0.01% del área total de la zona urbana y suburbana de Tijuana (Fig. 20).

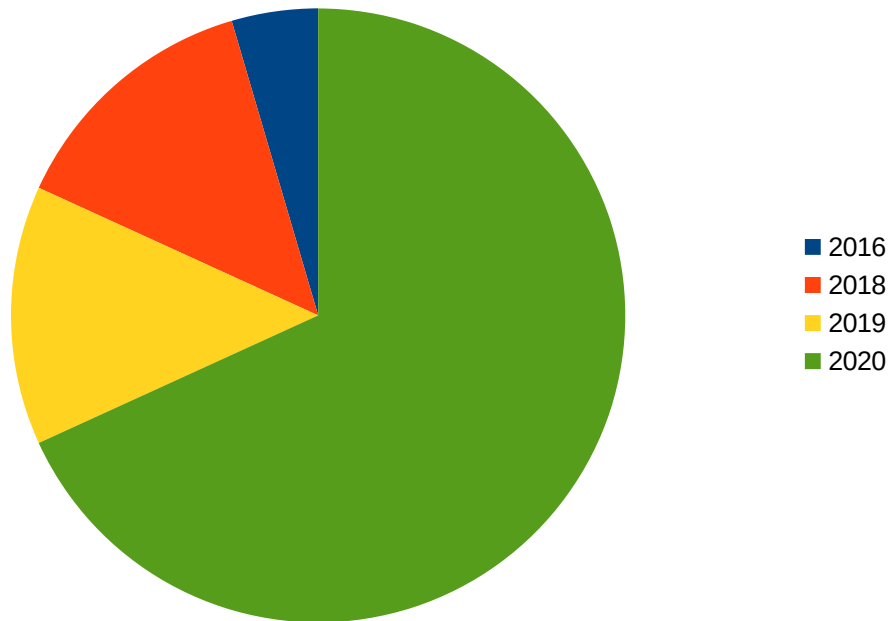


Figura 19. Registros de avistamiento de cotorra argentina por año en Tijuana, B.C. Datos obtenidos de eBird, Naturalista (2016, 2018 a 2020) y trabajo de campo (2020).

En la figura 20 se observa que la zona con mayor influencia de la especie se localiza en la zona del Parque Morelos a 17 km de la zona costera de la ciudad. El centroide de esta zona corresponde a la ubicación de la totalidad de nidos localizados y registrados en la ciudad.

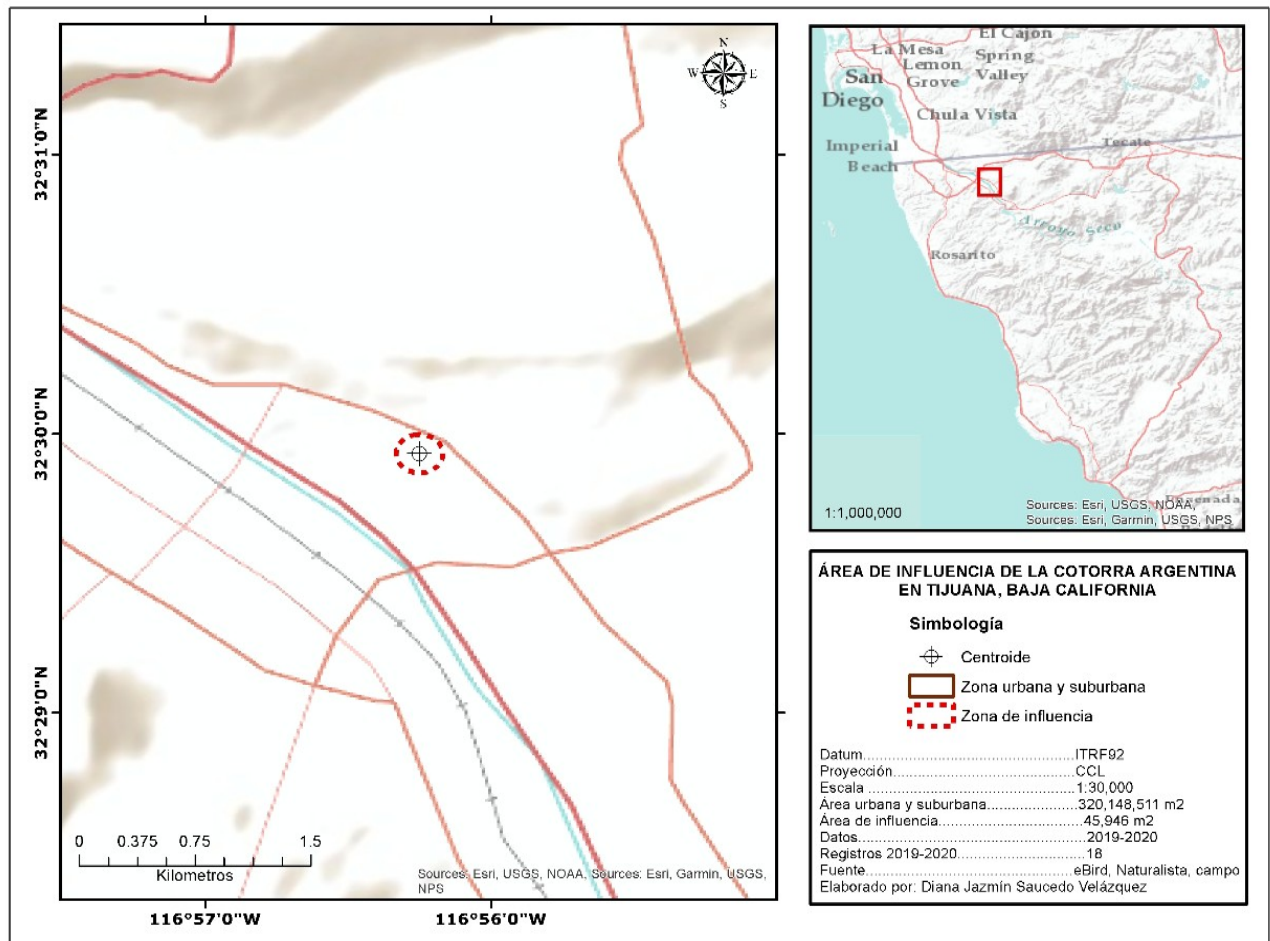


Figura 20. Localización de zona con mayor influencia de cotorra argentina en Tijuana, B.C. Elaboración propia 2021.

7.2.3.2. Caracterización de localidad

El área de estudio de Tijuana, Baja California, cuenta con una superficie de 337,721,282 m². Se obtuvo una superficie de zonas grises (ZG) de 274,297,028 m², zonas con potencialidad de encontrar recursos alimenticios o de nidificación (PA) de 56,133,036 m² y zonas con cobertura alta o muy alta (MAV) de 7,291,218 m², de los cuales 14,314,162 m² (5.22%), 2,369,013 m² (4.22%) y 447,321 m² (6.14%) se encuentran dentro de la zona de influencia de la cotorra argentina en la localidad, respectivamente (Fig. 21).

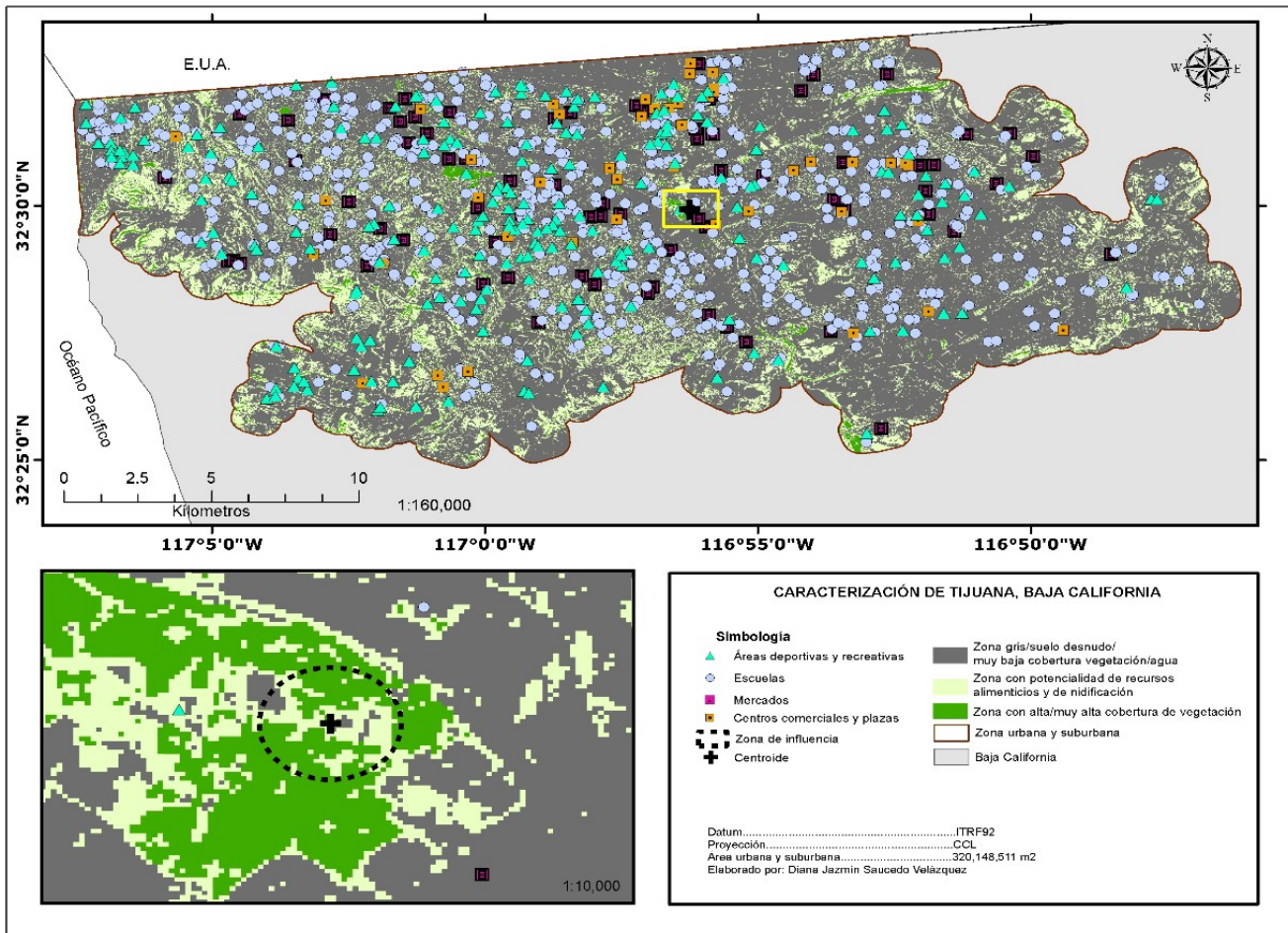


Figura 21. Mapa de caracterización de Tijuana, Baja California. Variables generadas a partir de datos de eBird, Naturalista, campo e INEGI, 2020.

Con respecto a las variables de bienes y servicios se encontró que 61 (8.37%) de las 729 escuelas (ES) se encuentran dentro de la zona de influencia, 10 (4.50%) de 222 áreas deportivas y de recreación (ADR), 5 (6.49%) de 77 mercados y 5 (10.87%) de 46 centros comerciales del total que se encuentran en la ciudad.

7.2.3.3. Relación espacial de variables

En Tijuana dentro de los cuadrantes con presencia de registros de cotorra argentina (RC) se obtuvieron valores promedios de 3.83 registros y 2.33 nidos por cuadrante de 4 ha. Con

respecto a las zonas grises o sin vegetación (ZG) el promedio fue de 29.75%, con potencialidad de encontrar alimento (PA) del 33.58% y zonas con alta y muy alta cobertura de vegetación (MAV) del 36.66%.

Referente a los análisis de regresión lineal, se obtuvieron coeficientes de determinación (r^2) bajos para las tres variables ambientales analizadas (Tabla XI), siendo la PA con mayor valor entre las tres. Por otro lado, para el caso de la variable dependiente RC, se obtuvo una relación positiva para con las variables PA y MAV, mientras que para ZG fue negativa.

Para el caso de la variable dependiente presencia de nidos (N), los coeficientes de determinación fueron bajos también; con una relación positiva con PA y MAV, mientras que con ZG fue negativa.

Tabla XI. Coeficientes de determinación y pendiente para variables obtenidas en Tijuana, Baja California.

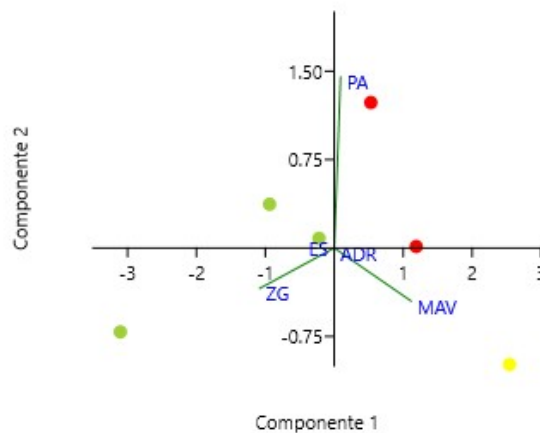
Variabes	PA	MAV	ZG
RC	$r^2=0.4363$	$r^2=0.16827$	$r^2=0.28205$
	$a=2.0817$	$a=1.2189$	$a=-1.2553$
N	$r^2=0.24491$	$r^2=0.07$	$r^2=0.1138$
	$a=1.9365$	$a=1.1339$	$a=-1.1677$

En el caso del Análisis de Componentes Principales, el primer componente explica el 84.48% de la varianza total en el conjunto de datos y el segundo componente solo el 14.20%, por lo que en su conjunto se explica la mayor parte de la varianza total de los datos.

Tabla XII. Matriz de componentes para variables de Tijuana, Baja California.

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5
ZG	-0.69495	-0.2203	0.68448	0	0
PA	0.0583	0.93152	0.359	0	0
MAV	0.7167	-0.28939	0.63451	0	0
ES	0	0	0	0	1
ADR	0	0	0	1	0

En la tabla XII se observa la carga de cada variable en cada factor, marcado en amarillo se pueden observar que para el componente 1 los factores con pesos más elevados son MAV y ZG, mientras que para el componente 2 PA representa mayor valor.



ZG= zona gris o de muy baja cobertura vegetal, PA= potencialidad de recurso alimenticio y de nidificación, MAV= alta o muy alta cobertura de vegetación, ES= número de escuelas, ADR= número de áreas deportivas y recreativas, Sitios en verde representan registros de cotorra argentina en un rango de 1 a 2 (bajo), en amarillo de 3 a 4 (medio), en naranja en un rango de 5 a 6 (alto) y en rojo registros igual o mayor a 7 (muy alto).

Figura 22. Gráfico de componentes para los sitios con registros de Cotorra argentina en Tijuana, B.C.

En la figura 22 se observa que la mayoría de los datos están dispersos, sin embargo existe una relación positiva para la variable PA y una relación negativa con ZG, uno de los sitios

analizados (en rojo) se encuentra muy relacionado a la variable PA. Cada una de las variables se encuentra separada entre si, por lo que indica una baja relación.

7.2.4. Guerrero Negro

7.2.4.1. Zonas de influencia

Para el caso de Guerrero Negro se obtuvieron en total 87 registros de cotorra argentina correspondiente a los años 2009 a 2020, de este total 37 corresponden a los años 2019-2020; en la figura 23 se observa que el primer registro fue en el año 2009 manteniéndose una continuidad en los registros hasta el 2020; el año 2019 presento el máximo de registros con 24, seguido del año 2020 con 13 avistamientos.

En este sitio se registraron un total de 20 nidos, de los cuales la totalidad fueron localizados en campo y se ubicaron dentro de la zona residencial de la ESSA (Exportadora de Sal, S.A. de C.V.) y sus alrededores. A partir de los registros geográficos de los dos últimos años de muestreo en campo (2019-2020), se obtuvo una distancia promedio por año de 612 m para 2019 y 991 m para 2020; a partir de los cuales se obtuvo una distancia promedio total de 802 m. El área de influencia de la especie objetivo fue de 2,020,349 m² lo cual representa el 13.48% del área total de la zona urbana y suburbana de Guerrero Negro (Fig. 24).

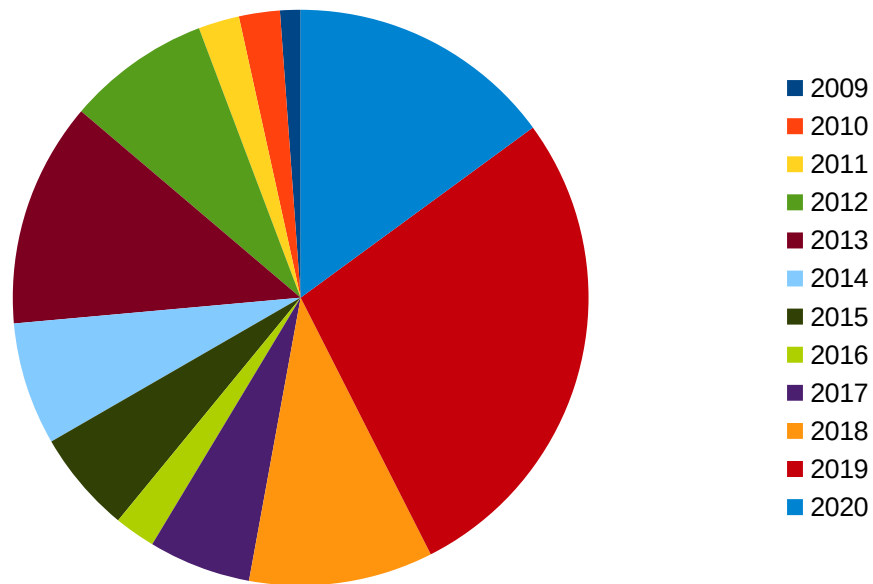


Figura 23. Registros de avistamiento de cotorra argentina por año en Guerrero Negro, B.C.S. Datos obtenidos de eBird, Naturalista (2009 a 2020) y trabajo de campo (2020).

En la figura 24 se observa que la zona con mayor influencia de la especie se localiza en un área residencial localizado hacia la zona suroeste de la ciudad, a 3.5 km de la zona costera. El centroide de esta zona corresponde a la ubicación de la totalidad de nidos localizados en la ciudad.

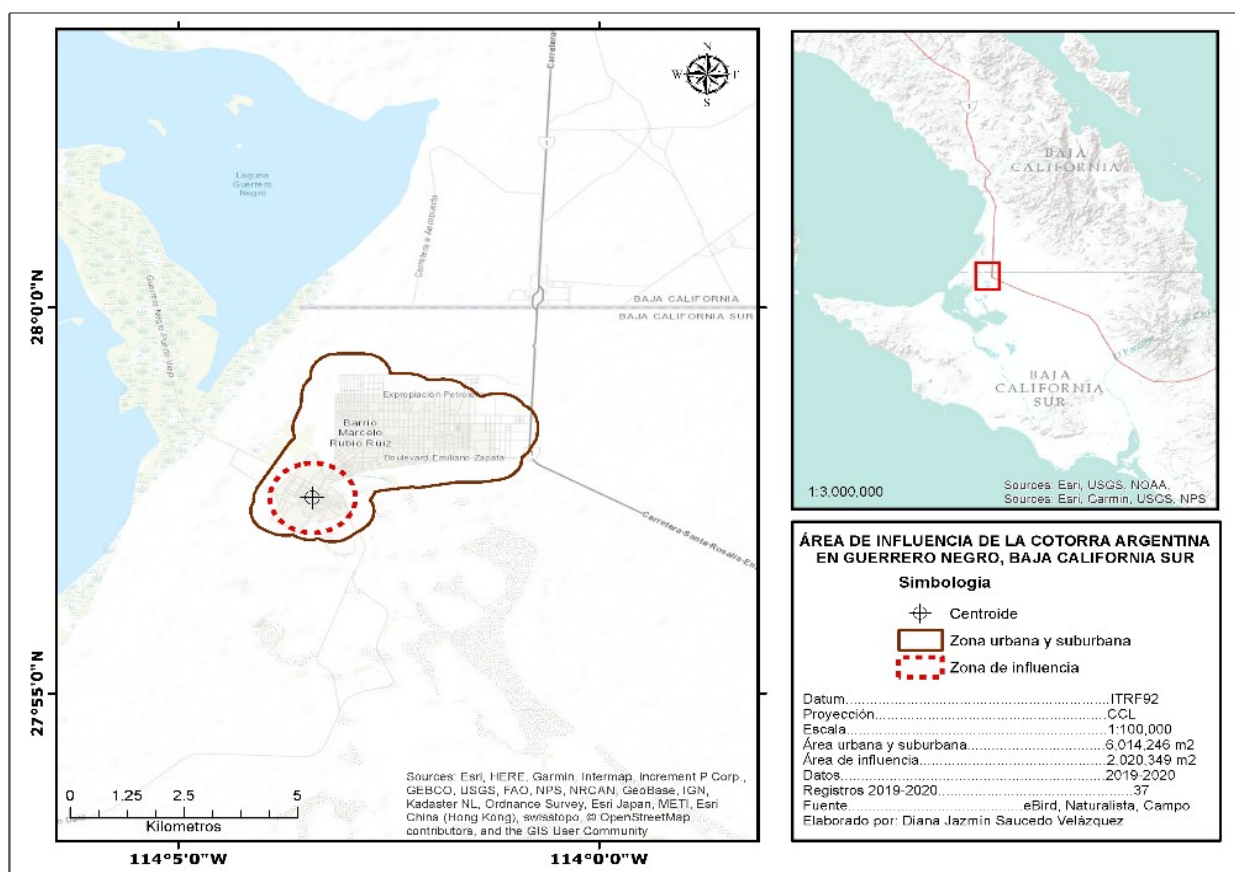


Figura 24. Localización de zona con mayor influencia de cotorra argentina en Guerrero Negro, B.C.S. Elaboración propia 2021.

7.2.4.2. Caracterización de localidad

El área de estudio de Guerrero Negro, Baja California Sur, cuenta con una superficie de 14,983,304 m². Se obtuvo una superficie de zonas grises (ZG) de 3,627,220 m², zonas con potencialidad de encontrar recursos alimenticios o de nidificación (PA) de 9,995,973 m² y zonas con cobertura alta o muy alta (MAV) de 1,360,111 m², de los cuales 529,062 m² (14.59%), 1,416,768 m² (14.17%) y 236,303 m² (17.37%) se encuentran dentro de la zona de influencia de la cotorra argentina en la localidad, respectivamente (Fig. 25).

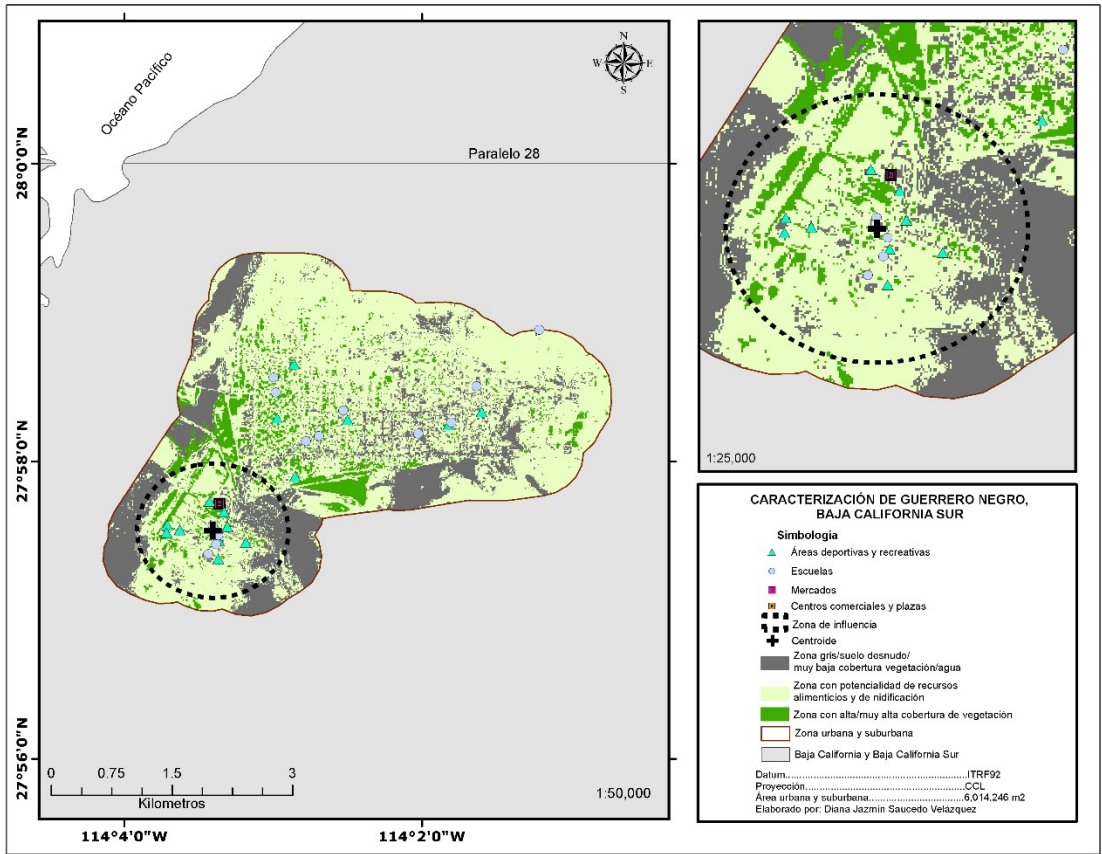


Figura 25. Mapa de caracterización de Guerrero Negro, Baja California Sur. Variables generadas a partir de datos de eBird, Naturalista, campo e INEGI, 2020.

Con respecto a las variables de bienes y servicios se encontró que 4 (30.77%) de las 13 escuelas (ES) se encuentran dentro de la zona de influencia, 9 (60%) de 15 áreas deportivas y de recreación (ADR), 1 (100%) de mercados del total que se encuentran en la ciudad, teniendo ausencia de centros comerciales.

7.2.4.3. Relación espacial de variables

En Guerrero Negro dentro de los cuadrantes con presencia de registros de cotorra argentina (RC) se obtuvieron valores promedios de 3.91 registros y 0.59 nidos por cuadrante de 4 ha.

Con respecto a las zonas grises o sin vegetación (ZG) el promedio fue de 14.39%, con potencialidad de encontrar alimento (PA) del 64.52% y zonas con alta y muy alta cobertura de vegetación (MAV) del 21.09%.

Referente a los análisis de regresión lineal, se obtuvieron coeficientes de determinación (r^2) bajos para las tres variables ambientales analizadas (Tabla XIII), siendo la ZG con mayor valor entre las tres. Por otro lado, para el caso de la variable dependiente RC, se obtuvo una relación positiva con la variable ZG, mientras que para PA y MAV fue negativa.

Para el caso de la variable dependiente presencia de nidos (N), los coeficientes de determinación fueron bajos también; con una relación positiva con PA, mientras que con ZG y MAV fue negativa.

Tabla XIII. Coeficientes de determinación y pendiente para variables obtenidas en Guerrero Negro, Baja California Sur.

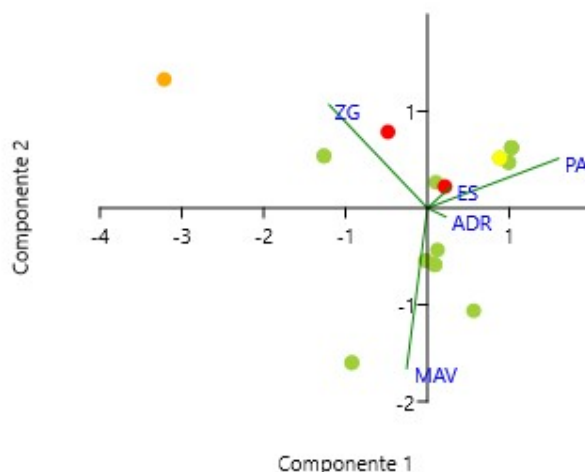
Variabes	PA	MAV	ZG
RC	$r^2=0.0381$	$r^2=0.059976$	$r^2=0.16564$
	$a=-1.199$	$a=-1.5044$	$a=1.3462$
N	$r^2=0.097264$	$r^2=0.046316$	$r^2=0.030651$
	$a=0.77968$	$a=-0.97823$	$a=-0.87538$

En el caso del Análisis de Componentes Principales, el primer componente explica el 51.37% de la varianza total en el conjunto de datos y el segundo componente solo el 30.21%, por lo que en su conjunto se explica la mayor parte de la varianza total de los datos.

Tabla XIV. Matriz de componentes para variables de Guerrero Negro, Baja California Sur.

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5
ZG	-0.58539	0.52061	0.038323	0.33753	0.52046
PA	0.78112	0.24955	-0.0092425	0.1028	0.56296
MAV	-0.12291	-0.80802	-0.095346	0.32168	0.46843
ES	0.14175	0.10859	-0.52528	0.73604	-0.38786
ADR	0.10939	-0.044568	0.84465	0.47986	-0.20578

En la tabla XIV se observa la carga de cada variable en cada factor, marcado en amarillo se puede observar que para el componente 1 los factores con pesos más elevados son PA y ZG; para el componente 2, las variables con mayor peso son ZG y MAV.



ZG= zona gris o de muy baja cobertura vegetal, PA= potencialidad de recurso alimenticio y de nidificación, MAV= alta o muy alta cobertura de vegetación, ES= número de escuelas, ADR= número de áreas deportivas y recreativas, Sitios en verde representan registros de cotorra argentina en un rango de 1 a 2 (bajo), en amarillo de 3 a 4 (medio), en naranja en un rango de 5 a 6 (alto) y en rojo registros igual o mayor a 7 (muy alto).

Figura 26. Gráfico de componentes para los sitios con registros de Cotorra argentina en Guerrero Negro, B.C.S.

En la figura 26 se observa que las variables PA, ES y ADR, se encuentran estrechamente relacionadas, las dos primeras en una relación positiva. Varios sitios con registros de cotorra se encuentran relacionadas con la presencia de escuelas y potencialidad de alimento.

7.2.5. La Paz

7.2.5.1. Zonas de influencia

En esta ciudad se obtuvieron 130 registros de cotorra argentina del año 2013 a 2020, de los cuales 48 corresponden a los años 2019 y 2020; en la figura 27 se observa que los registros para esta ciudad iniciaron a partir del año 2013 y se mantuvieron hasta el 2020; a partir del año 2017 se vio un incremento en el número de registros en la ciudad, presentándose un máximo en el año 2018.

En este sitio se registraron un total de 17 nidos, de los cuales ocho se localizaron en campo y los otros nueve a partir del registro en la base de datos de internet, los cuales se ubicaron en tres diferentes zonas de la ciudad. A partir del cálculo del polígono mínimo convexo de las tres zonas con nidos registrados, se obtuvieron los centroides utilizados para calcular el desplazamiento promedio de la cotorra en la ciudad para los dos años de estudio (2019 y 2020). Del centroide uno se obtuvo una distancia promedio de 3,873 m, del centroide dos se obtuvo 2,033 m y del centroide tres resultó 3,273 m, de lo cual se obtuvo una distancia total promedio de 3,060 m en la ciudad. El área de mayor influencia de la especie objetivo fue la No. 1 con 47,122,679 m², seguida de la No. 3 con un área de 33,653,032 m² y finalmente la zona No. 2 con 12,983,632 m², dando un total de 93,284,360 m² sin traslape, del cual

44,142,385 m² corresponden a zonas dentro de los límites del área de estudio, equivalente al 48.45% del área total de la zona urbana y suburbana de La Paz (Fig. 28).

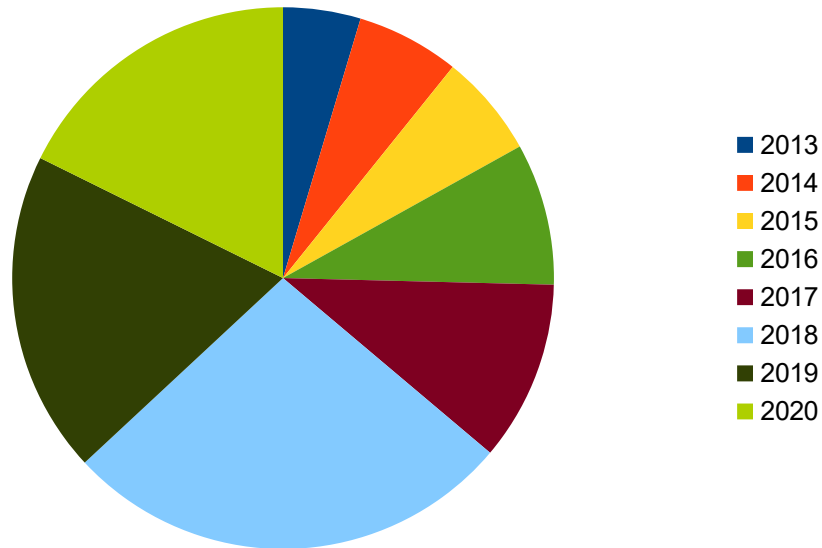


Figura 27. Registros de avistamiento de cotorra argentina por centroide para cada año en La Paz y Chametla, B.C.S. Datos obtenidos de eBird, Naturalista (2013 a 2020) y trabajo de campo (2020).

En la figura 28 se observan las tres zonas de influencia en la La Paz, dos de ellas dentro de la ciudad y la tercera en la localidad de Chametla. La zona uno y tres son las más cercanas a la costa, mientras que la zona dos se localiza a 3.6 km del mar. El centroide de la zona uno se calculó a partir de la presencia de seis nidos, el centroide dos a partir de cuatro nidos, mientras que el tercer centroide se calculó a partir de siete nidos.

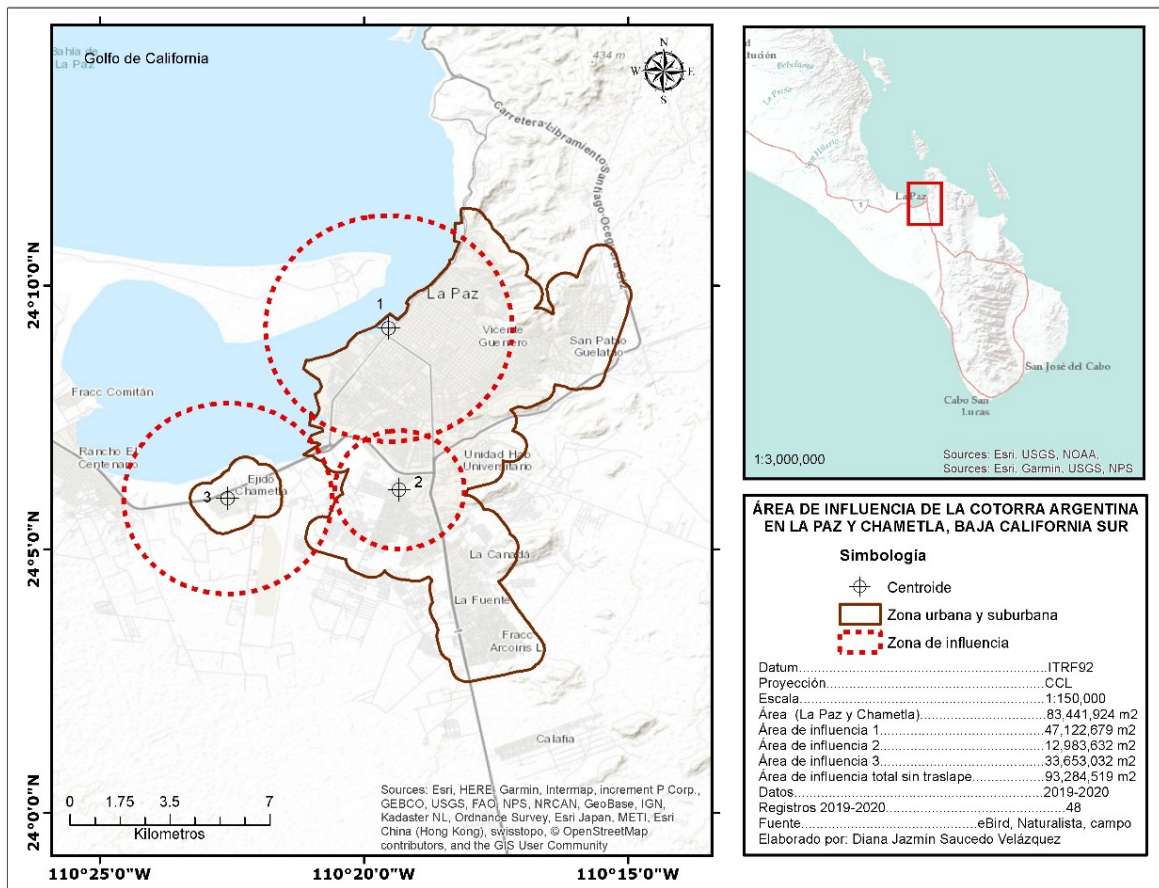


Figura 28. Localización de zonas con mayor influencia de cotorra argentina en La Paz, B.C.S. Elaboración propia 2021.

7.2.5.2. Caracterización de localidad

El área de estudio de La Paz, Baja California Sur, cuenta con una superficie de 91,100,593 m². Se obtuvo una superficie de zonas grises (ZG) de 29,636,487 m², zonas con potencialidad de encontrar recursos alimenticios o de nidificación (PA) de 41,716,308 m² y zonas con cobertura alta o muy alta (MAV) de 19,747,798 m², de los cuales 19,919,010 m² (67.21%), 19,244,157 m² (46.13%) y 6,909,449 m² (34.99%) se encuentran dentro de la zona de influencia de la cotorra argentina en la localidad, respectivamente (Fig. 29).

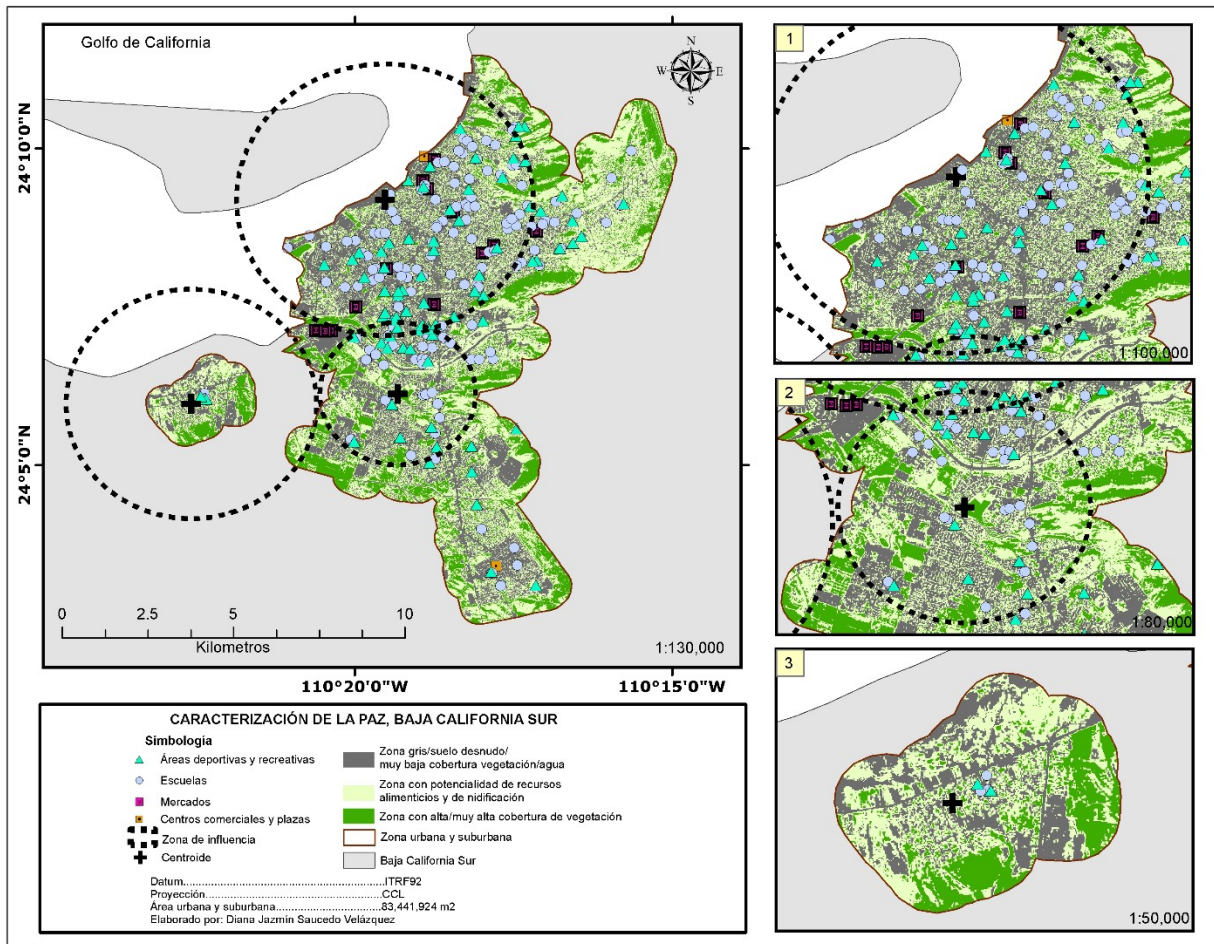


Figura 29. Mapa de caracterización de La Paz, Baja California Sur. Variables generadas a partir de datos de eBird, Naturalista, campo e INEGI, 2020.

Con respecto a las variables de bienes y servicios se encontró que 116 (78.91%) de las 147 escuelas (ES) se encuentran dentro de la zona de influencia, 59 (74.68%) de 79 áreas deportivas y de recreación (ADR), nueve (69.23%) de 13 mercados y uno (50%) de dos centros comerciales del total que se encuentran en la ciudad.

7.2.5.3. Relación espacial de variables

En La Paz dentro de los cuadrantes con presencia de registros de cotorra argentina (RC) se obtuvieron valores promedios de 2.19 registros y 0.26 nidos por cuadrante de cuatro ha. Con respecto a las zonas grises o sin vegetación (ZG) el promedio fue de 48.56%, con potencialidad de encontrar alimento (PA) del 37.66% y zonas con alta y muy alta cobertura de vegetación (MAV) del 13.79%.

Referente a los análisis de regresión lineal, se obtuvieron coeficientes de determinación (r^2) bajos para las tres variables ambientales analizadas indicando una baja relación entre las variables (Tabla XV), siendo la MAV con mayor valor entre las tres. Por otro lado, para el caso de la variable dependiente RC, se obtuvo una relación positiva para con la variable ZG, mientras que para PA y MAV fue negativa.

Para el caso de la variable dependiente presencia de nidos (N), los coeficientes de determinación fueron bajos también; con una relación positiva con PA, mientras que con ZG y MAV fue negativa.

Tabla XV. Coeficientes de determinación y pendiente para variables obtenidas en La Paz, Baja California Sur.

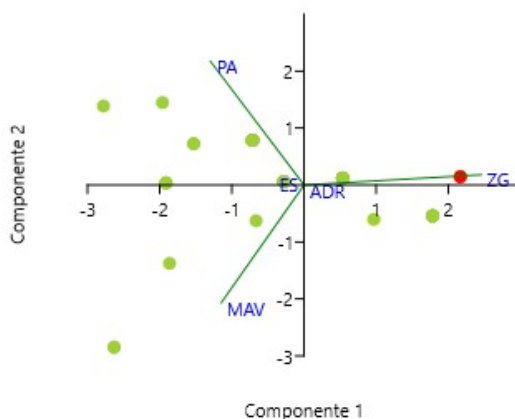
Variabes	PA	MAV	ZG
RC	$r^2=0.012023$	$r^2=0.018456$	$r^2=0.015013$
	$a=-0.81584$	$a=-0.90329$	$a=0.11649$
N	$r^2=0.027757$	$r^2=0.033061$	$r^2=0.000028$
	$a=0.67118$	$a=-0.74311$	$a=-0.5$

En el caso del Análisis de Componentes Principales, el primer componente explica el 73.14% de la varianza total en el conjunto de datos y el segundo componente solo el 23.3%, por lo que en su conjunto se explica la mayor parte de la varianza total de los datos.

Tabla XVI. Matriz de componentes para variables de La Paz, Baja California Sur.

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5
ZG	0.81706	0.059783	0.56866	0.073906	0
PA	-0.43156	0.72294	0.53567	0.064637	0
MAV	-0.38231	-0.68832	0.61162	0.077308	0
ES	-0.0029596	0.0020815	-0.12491	0.99216	0
ADR	0	0	0	0	1

En la tabla XVI se observa la carga de cada variable en cada factor, en amarillo se puede observar los factores con pesos más elevados en el componente 1 son ZG y PA; para el componente 2 PA y MAV.



ZG= zona gris o de muy baja cobertura vegetal, PA= potencialidad de recurso alimenticio y de nidificación, MAV= alta o muy alta cobertura de vegetación, ES= número de escuelas, ADR= número de áreas deportivas y recreativas, Sitios en verde representan registros de cotorra argentina en un rango de 1 a 2 (bajo), en amarillo de 3 a 4 (medio), en naranja en un rango de 5 a 6 (alto) y en rojo registros igual o mayor a 7 (muy alto).

Figura 30. Gráfico de componentes para los sitios con registros de Cotorra argentina en La Paz, B.C.S.

En la figura 30 se observa que la mayoría de los datos están dispersos, sin embargo existe una relación positiva para la variable ZG, concentrándose un muy alto número de registros con esta variable (punto rojo) y una relación negativa con PA y MAV, pero con una baja relación con los sitios de avistamiento de cotorra.

7.2.6. Loreto

7.2.6.1. Zonas de influencia

En Loreto se obtuvieron en total 86 registros de cotorra argentina correspondiente a los años 2009, 2012 a 2020, de este total 46 corresponden a los años 2019-2020; en la figura 31 se observa que el primer registro fue en el año 2009, sin registros en los años 2010 y 2011; el año 2019 presento el máximo de registros con 28, seguido del año 2020 con 18 avistamientos.

En este sitio se registraron un total de tres nidos, de los cuales la totalidad fueron localizados en campo y se ubicaron a una distancia de 200 m aproximadamente del arroyo y la zona costera de la localidad. A partir de los registros geográficos de los dos últimos años de muestreo en campo (2019-2020), se obtuvo una distancia promedio por año de 3,202 m en 2019 y 1,699 m en 2020; a partir de los cuales se obtuvo una distancia promedio total de 2,450 m. El área de influencia de la especie objetivo fue de 18,856,385 m² del cual 7,516,762 m² corresponden a zonas dentro de los límites del área de estudio, representando el 61.38% del área total de la zona urbana y suburbana de Loreto (Fig.32).

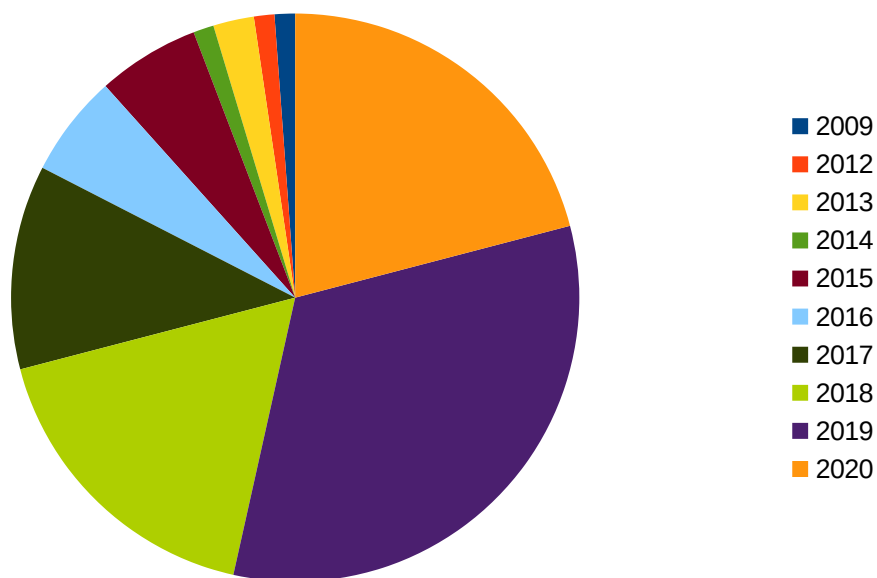


Figura 31. Registros de avistamiento de cotorra argentina por año en Loreto, B.C.S. Datos obtenidos de eBird, Naturalista (2009, 2012 a 2020) y trabajo de campo (2020).

En la figura 32 se observa que la zona con mayor influencia de la especie se localiza prácticamente en la mayor parte de la ciudad, dado que se trata de una ciudad relativamente pequeña. El centroide se ubicó a 250 m de la costa en zona habitacional. El centroide de esta zona corresponde a la ubicación de la totalidad de nidos localizados en la ciudad.

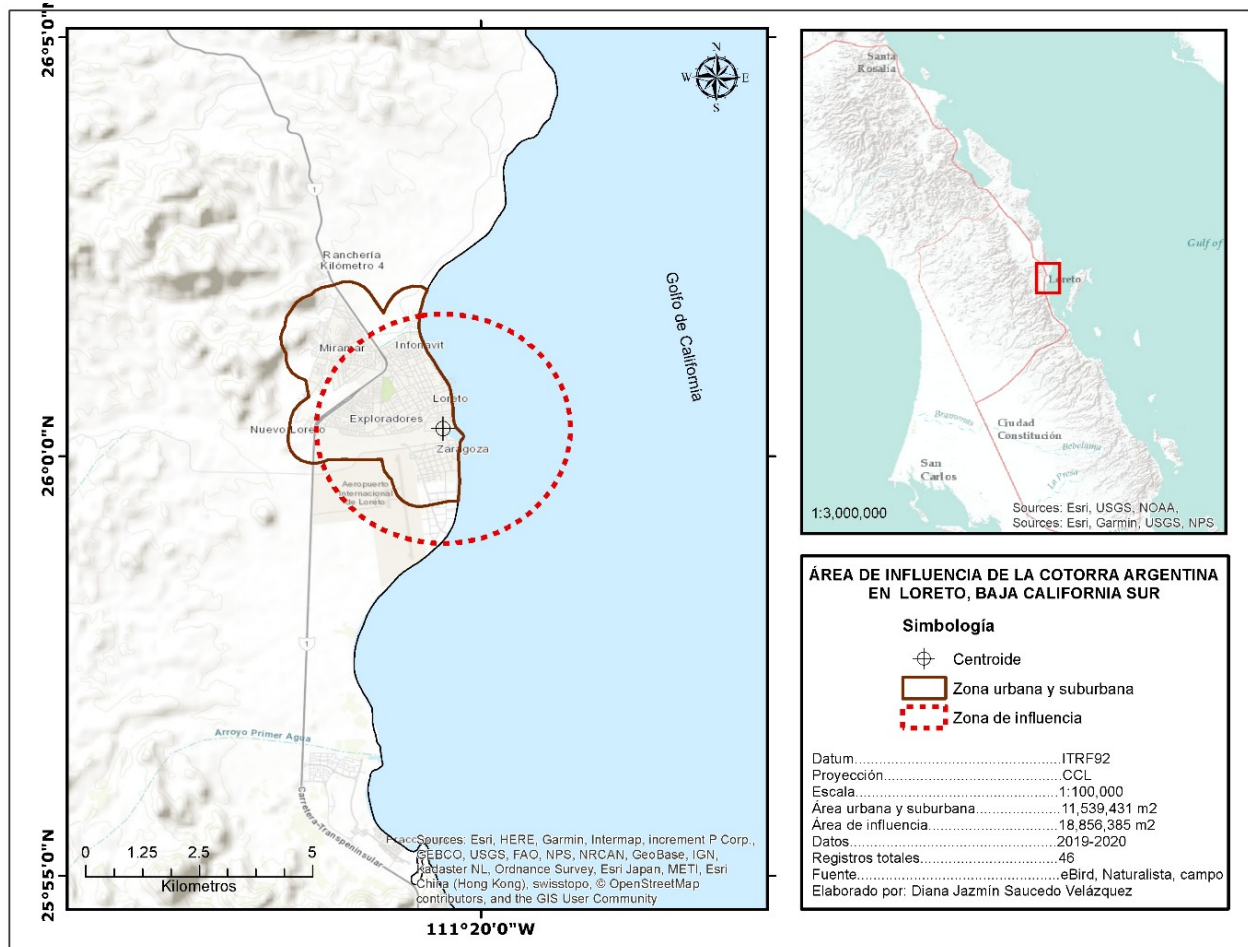


Figura 32. Localización de zona con mayor influencia de cotorra argentina en Loreto, B.C.S. Elaboración propia 2021.

7.2.6.2. Caracterización de localidad

El área de estudio de Loreto, Baja California Sur, cuenta con una superficie de 12,247,896 m². Se obtuvo una superficie de zonas grises (ZG) de 2,694,547 m², zonas con potencialidad de encontrar recursos alimenticios o de nidificación (PA) de 7,208,146 m² y zonas con cobertura alta o muy alta (MAV) de 2,345,203 m², de los cuales 2,192,996 m² (81.39%), 4,479,393 m² (62.14%) y 1,305,583 m² (55.67%) se encuentran dentro de la zona de influencia de la cotorra argentina en la localidad, respectivamente (Fig. 33).

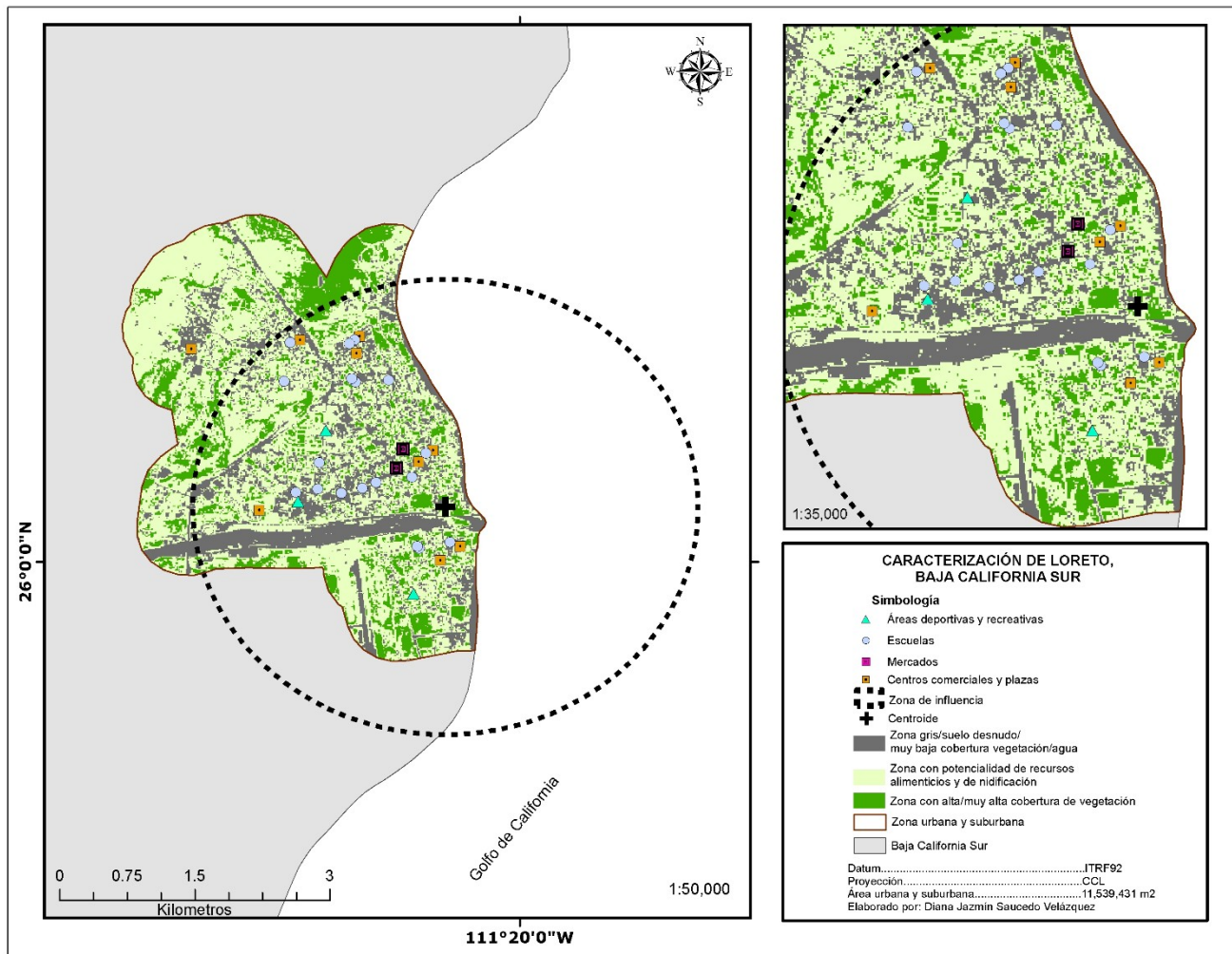


Figura 33. Mapa de caracterización de Loreto, Baja California Sur. Variables generadas a partir de datos de eBird, Naturalista, campo e INEGI, 2020.

Con respecto a las variables de bienes y servicios se encontró que el 100% de escuelas (18), áreas deportivas y de recreación (3) y mercados (2) se localizan dentro de la zona de influencia, mientras que 8 (88.88%) de 9 centros comerciales se ubican en la misma zona.

7.2.6.3. Relación espacial de variables

En Loreto dentro de los cuadrantes con presencia de registros de cotorra argentina (RC) se obtuvieron valores promedios de 6.36 registros y 0.27 nidos por cuadrante de 4 ha. Con

respecto a las zonas grises o sin vegetación (ZG) el promedio fue de 42.31%, con potencialidad de encontrar alimento (PA) del 41.05% y zonas con alta y muy alta cobertura de vegetación (MAV) del 16.65%.

Referente a los análisis de regresión lineal, se obtuvieron coeficientes de determinación (r^2) bajos para las tres variables ambientales analizadas indicando una baja relación entre las variables (Tabla XVII), siendo la PA con mayor valor entre las tres. Por otro lado, para el caso de la variable dependiente RC, se obtuvo una relación positiva para con la variable ZG, mientras que para PA y MAV fue negativa.

Para el caso de la variable dependiente presencia de nidos (N), los coeficientes de determinación fueron bajos también; con una relación positiva con PA y MAV, mientras que con ZG fue negativa.

Tabla XVII. Coeficientes de determinación y pendiente para variables obtenidas en Loreto, Baja California Sur.

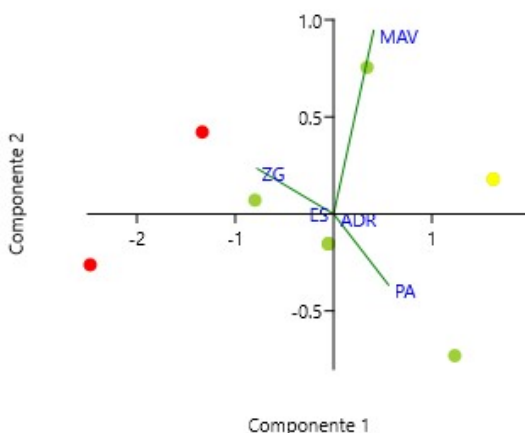
Variabes	PA	MAV	ZG
RC	$r^2=0.441$	$r^2=0.23256$	$r^2=0.37025$
	$a=-1.7847$	$a=-2.0736$	$a=1.3248$
N	$r^2=0.41152$	$r^2=0.45$	$r^2=0.32653$
	$a=0.57735$	$a=0.67082$	$a=-0.42857$

En el caso del Análisis de Componentes Principales, el primer componente explica el 88.61% de la varianza total en el conjunto de datos y el segundo componente solo el 8.67%, por lo que en su conjunto se explica la mayor parte de la varianza total de los datos.

Tabla XVIII. Matriz de componentes para variables de Loreto, Baja California Sur.

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5
ZG	-0.74772	0.22488	0.62477	0	0
PA	0.53598	-0.35102	0.7678	0	0
MAV	0.39197	0.90896	0.14194	0	0
ES	0	0	0	0	1
ADR	0	0	0	1	0

En la tabla XVIII se observa la carga de cada variable en cada factor, en amarillo se puede observar para el componente 1 los factores con pesos más elevados son PA y ZG; en el componente 2 es MAV el de mayor valor.



ZG= zona gris o de muy baja cobertura vegetal, PA= potencialidad de recurso alimenticio y de nidificación, MAV= alta o muy alta cobertura de vegetación, ES= número de escuelas, ADR= número de áreas deportivas y recreativas, Sitios en verde representan registros de cotorra argentina en un rango de 1 a 2 (bajo), en amarillo de 3 a 4 (medio), en naranja en un rango de 5 a 6 (alto) y en rojo registros igual o mayor a 7 (muy alto).

Figura 34. Gráfico de componentes para los sitios con registros de Cotorra argentina en Loreto, B.C.S.

En la figura 34 se observa que la mayoría de los datos están dispersos en los cuatro cuadrantes, y no hay relación estrecha entre las variables, sin embargo existe una relación

positiva para la variable MAV con los registros de cotorra, y una relación negativa con ZG, las variables ES y ADR no figuran con relevancia en el análisis.

7.3. Líneas de acción para el manejo de la cotorra argentina

En este apartado se realiza la propuesta de acciones para el manejo en el control de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en seis localidades de la península de Baja California. Los criterios a contemplar están enfocados en la ecología espacial de la especie, considerando distancias de desplazamiento, zonas de influencia, disponibilidad de recursos y características generales de cada localidad. Para las seis localidades es necesario realizar un control poblacional de la especie; sin embargo, para el caso de Guerrero Negro, Loreto, Ensenada y Tijuana, se aspira a lograr una erradicación de la especie, dado el conjunto de características específicas de estas localidades y de la distribución actual de la especie de estudio.

7.3.1. Sitios de importancia

7.3.1.1. Ensenada

Los sitios de importancia para el manejo de la especie en la ciudad de Ensenada se encuentran focalizados en la zona centro de la ciudad (Fig. 35), determinado principalmente por la presencia de un nido activo y la cercanía del arroyo Ensenada, con presencia de vegetación riparia y especies exóticas frutales en los alrededores de la zona habitacional. Así

mismo, resaltaron zonas en la localidad de El Sauzal y Playitas con importancia media, dado el registro de avistamientos de la especie en esa zona y otra zona al sureste de la ciudad en donde se presenta un área deportiva con alta cobertura de vegetación.

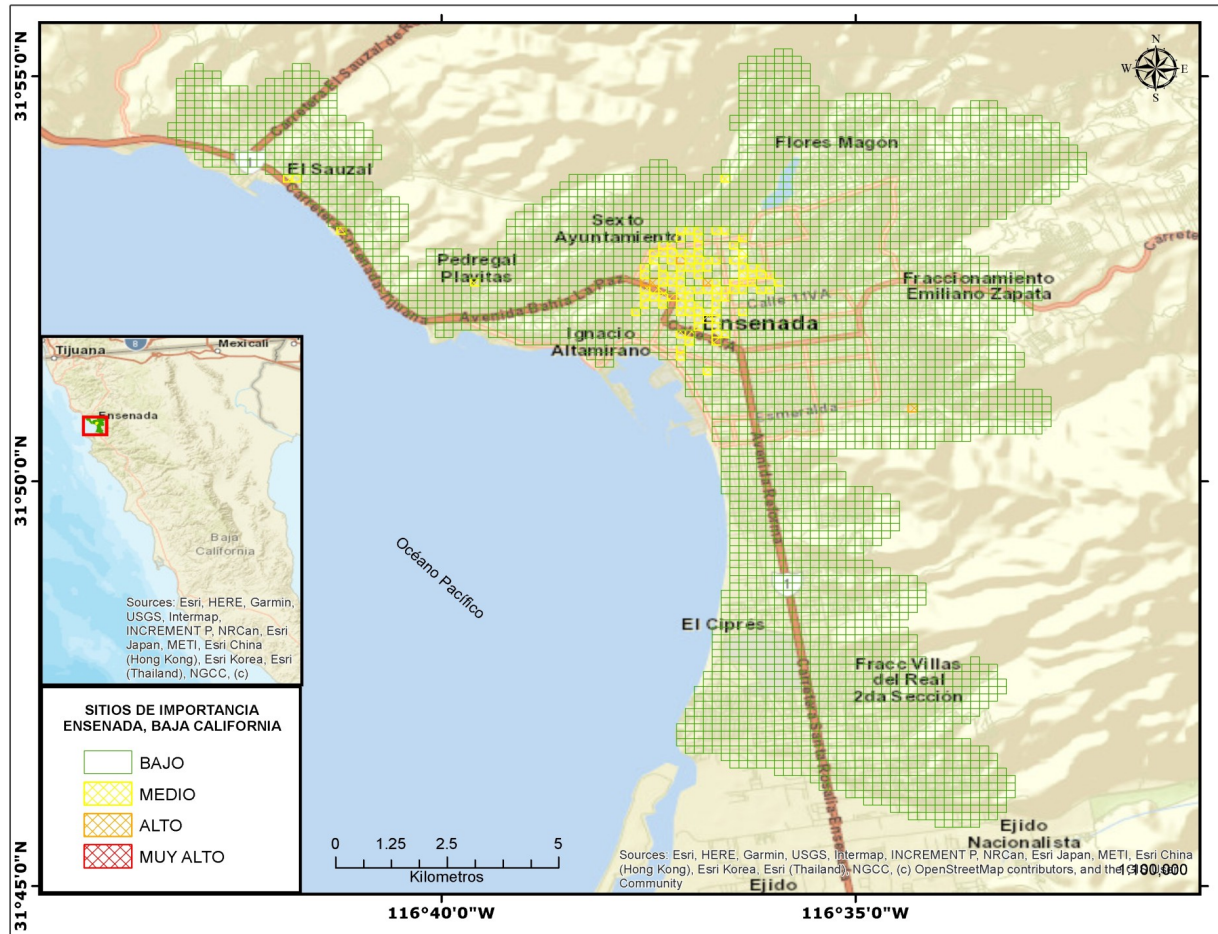


Figura 35. Modelo de sitios de importancia para el manejo de cotorra argentina en Ensenada, Baja California. Elaboración propia, 2021.

El control de la especie en esta localidad aún se encuentra dentro de una posible erradicación dado que el tamaño de la población es menor que en otras localidades y se encuentra focalizado en la zona centro de la ciudad con un único nido encontrado hasta el momento por lo que las acciones de manejo de la tabla XIII, sugieren el éxito a corto o mediano plazo en la ciudad.

El manejo de la especie en esta localidad solo puede aspirar a un control poblacional de la especie si lo que se busca es conseguir el éxito en un corto o mediano plazo con recursos económicos limitados. Dentro de las particularidades que sugieren esta proyección es que la especie se encuentra muy dispersa por la ciudad, con una cantidad de nidos que no se lograron contabilizar en su totalidad, aunado a la disponibilidad de alimento continuo (cultivos), áreas muy abiertas de vegetación y la cercanía a la frontera con E.U.A con posibles fuentes de alimento y flujo de poblaciones de una ciudad a otra. Sin embargo, el control de la especie es requerido dado que las características y condiciones de la ciudad sugieren cierta comodidad para que las poblaciones de esta especie sean exitosas y vayan en incremento.

7.3.1.3. Tijuana

Los sitios de importancia para el manejo de la especie en la ciudad de Tijuana se focalizan en el Parque Morelos, el cual se visualiza como el sitio con muy alta importancia en la zona centro de la localidad y sus alrededores más cercanos con importancia media (Fig. 37), sin embargo considerando sitios de importancia media, también resaltaron áreas con mayor cobertura de vegetación a los alrededores como el Hipódromo de Agua Caliente, Cerro Colorado y unidades deportivas.

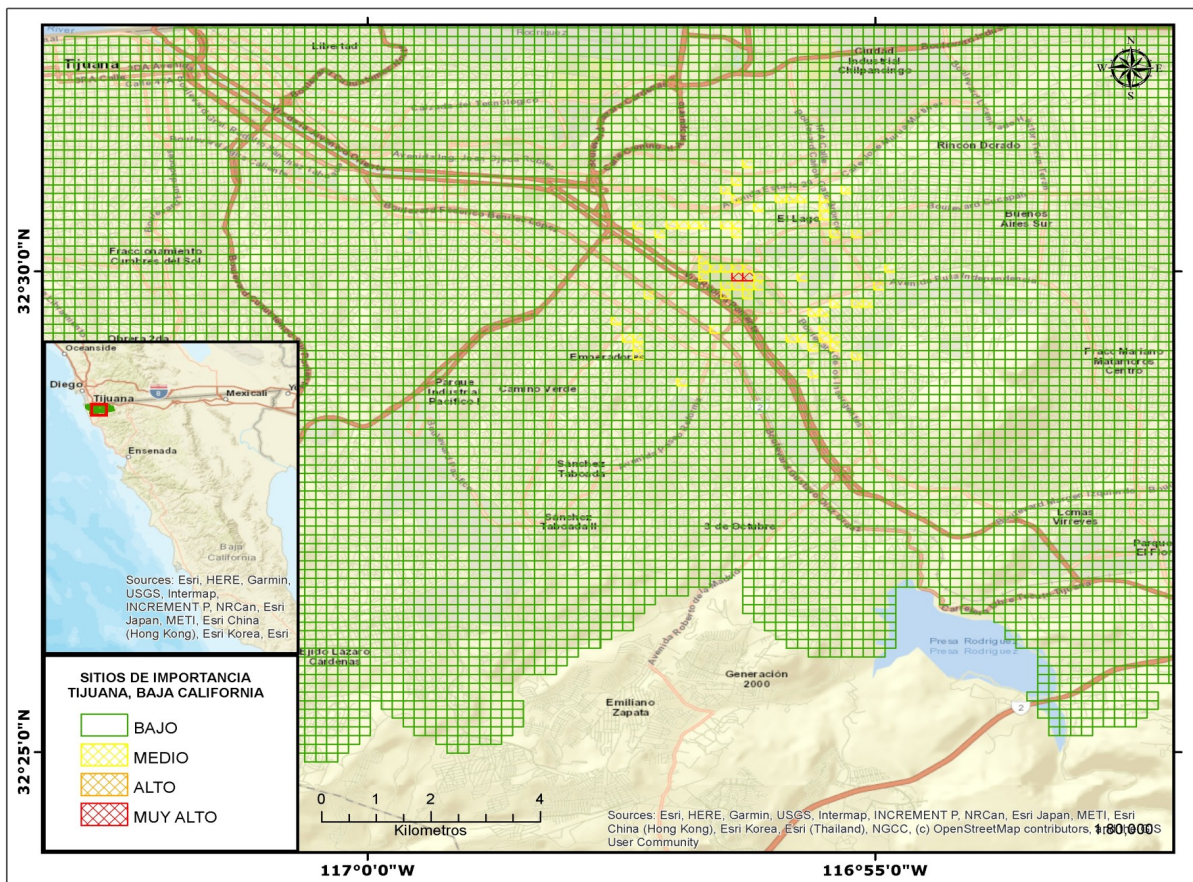


Figura 37. Modelo de sitios de importancia para el manejo de cotorra argentina en Tijuana, Baja California. Elaboración propia, 2021.

El control de la especie en esta localidad aún se encuentra dentro de una posible erradicación dado que el tamaño de la población es menor que en otras localidades y se encuentra focalizado en la zona del Parque Morelos, por lo que algunas acciones de manejo serían favorecidas en cuanto a la limitación de recursos humanos o económicos, lo cual sugiere el éxito a corto o mediano plazo en la ciudad.

7.3.1.4. Guerrero Negro

Los sitios de importancia para el manejo de la especie en Guerrero Negro se focalizan en la zona habitacional de la Exportadora de Sal, S.A. de C.V. (ESSA) al sur de la localidad, así

como algunas zonas como el refugio de aves y colonia Loma Bonita (Fig. 38). Prácticamente toda la zona habitacional de ESSA se encuentra clasificada con la categoría de media a muy alta importancia para el manejo de la especie.

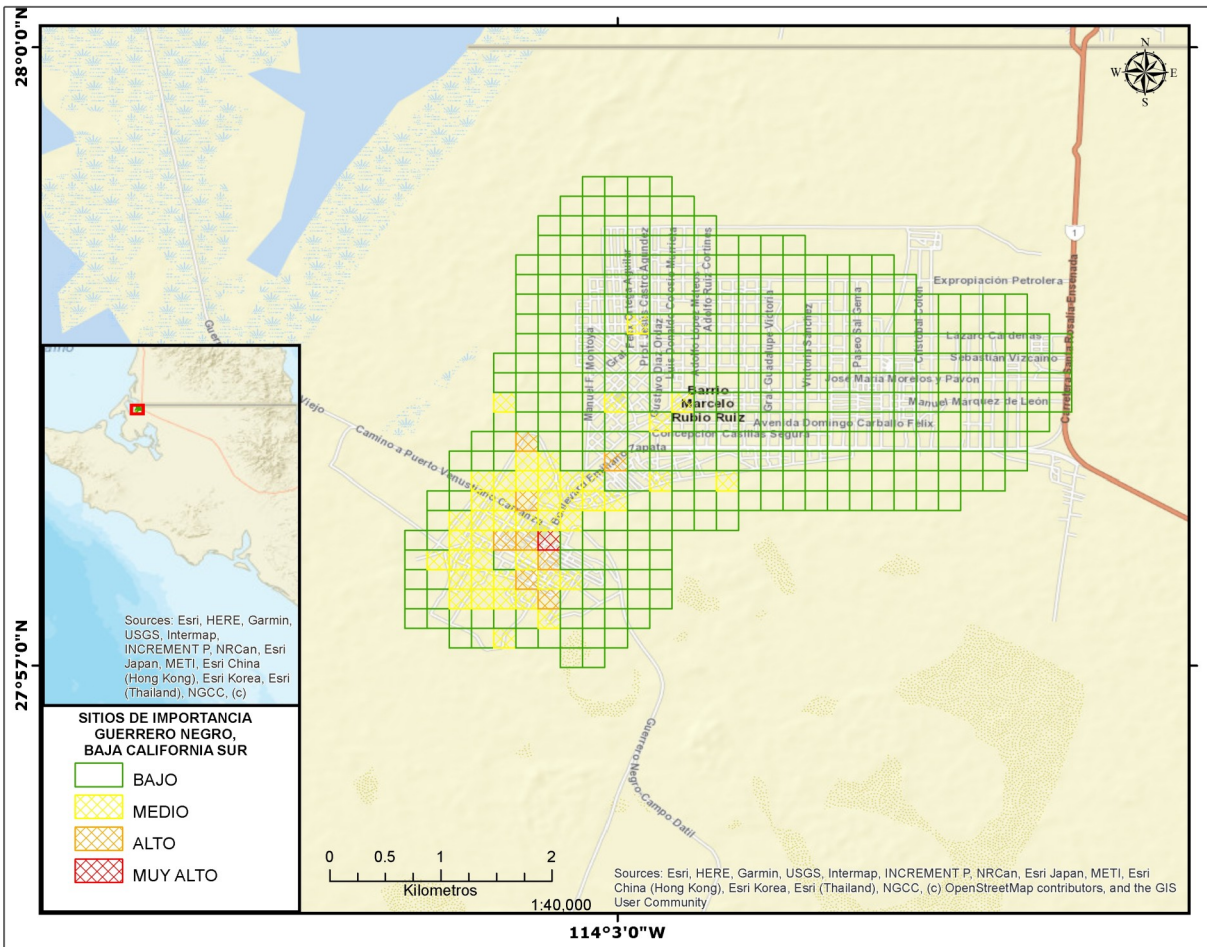


Figura 38. Modelo de sitios de importancia para el manejo de cotorra argentina en Guerrero Negro, Baja California Sur. Elaboración propia, 2021.

Guerrero Negro ya cuenta con gran avance en trabajos de manejo para el control de la cotorra argentina dentro de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno. Antes del inicio de este estudio el equipo de trabajo del Laboratorio de Manejo y Conservación de Vida Silvestre de la Universidad Autónoma de Baja California a través del proyecto GEF-EEI “Servicio de

consultoría para implementar un proyecto piloto de control de la cotorra argentina en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno” había realizado talleres, encuestas y difusión a la población para el manejo de la especie, así mismo se realizaron monitoreos que permitieron tener un antecedente sobre la abundancia y localización de los nidos, lo cual permitió dar un seguimiento oportuno a las acciones de control. Durante el desarrollo del presente trabajo se realizó la captura de organismos y la remoción de 16 nidos en 13 sitios de la localidad, dejando solo un nido como sitio de control para determinar el crecimiento de las poblaciones y la rapidez en la construcción de nidos. Las acciones propuestas en este trabajo dan continuidad a estas acciones.

El control de la especie en esta localidad aún se encuentra dentro de una posible erradicación dado que Guerrero Negro se encuentra ubicado geográficamente lejos de otra localidad que la cotorra pueda utilizar como corredor biológico, además de que se trata de una localidad pequeña por lo que la ubicación de nidos es relativamente más sencilla.

7.3.1.5. La Paz

Los sitios de importancia para el manejo de la especie en La Paz se focalizan en tres cuadrantes de 4 ha con una clasificación alta o muy alta; al suroeste se ubica Chametla con un cuadrante de mayor importancia, pero con gran parte de zonas de mediana importancia. Al sur de la ciudad se localiza un cuadrante de muy alta importancia que coincide con la zona de la UABCS en donde se han registrado numerosos avistamientos y nidos dentro del campus. Por otro lado, se ubica en la zona norte de la costa un tercer sitio con alta

importancia que puede estar relacionado a la presencia del Parque Francisco King y El Molinito aunado al registro de avistamientos (Fig.39).

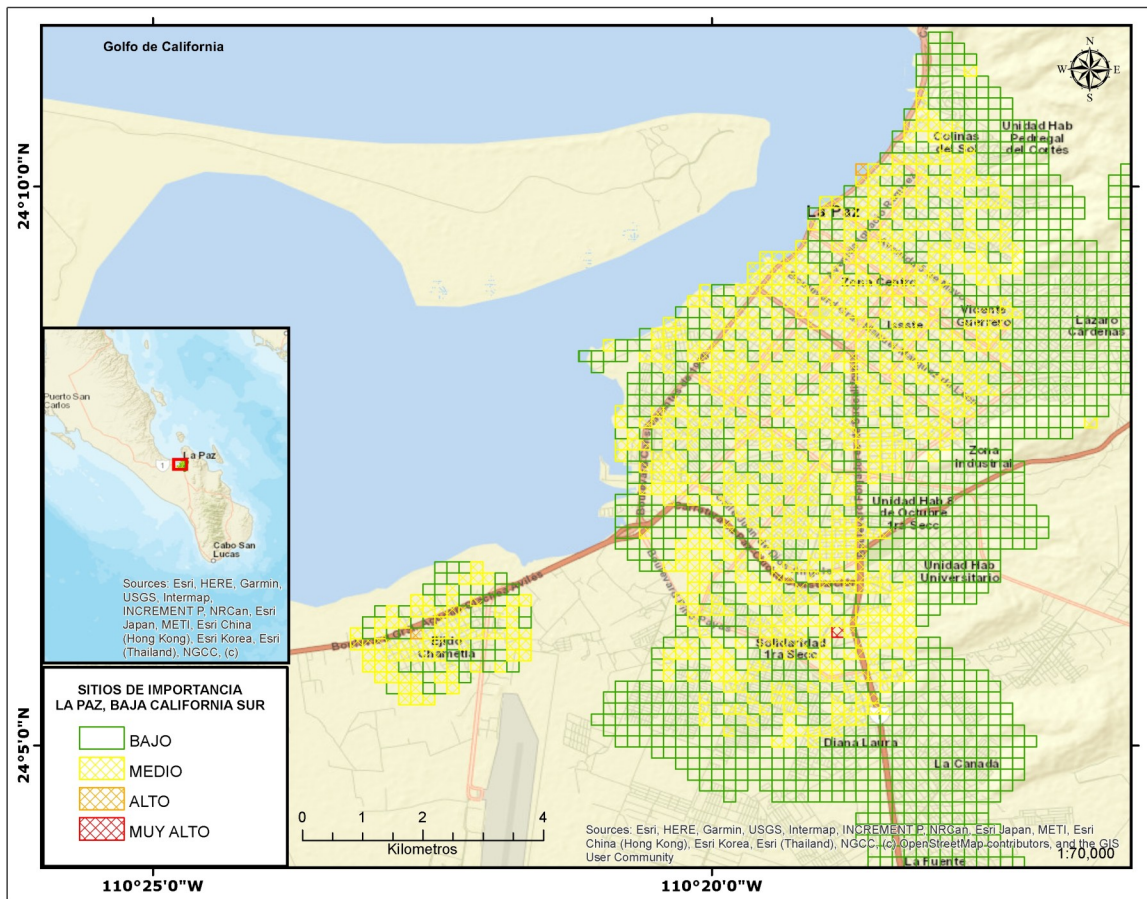


Figura 39. Modelo de sitios de importancia para el manejo de cotorra argentina en La Paz, Baja California Sur. Elaboración propia, 2021.

El manejo de la especie en esta localidad se puede focalizar en tres sitios principales, sin embargo, dentro de las particularidades de los resultados obtenidos se observa una amplia dispersión de la especie por más del 50% de la ciudad, pero con mayor número de nidos en la zona de Chametla, por lo que el control puede iniciar en este sitio dado que la zona de anidación se encuentra a más de 4 km de las periferias de la ciudad de La Paz.

7.3.1.6. Loreto

Los sitios de importancia para el manejo de la especie en Loreto se concentran en cinco cuadrantes con alta importancia, cuatro de ellos cercanos a la costa de la localidad y uno hacia más alejado de la costa en donde se localiza en cementerio y vivero El Jarocho (Fig.40). Los sitios cercanos a la costa están relacionados a la presencia de nidos y amplia cobertura de vegetación.

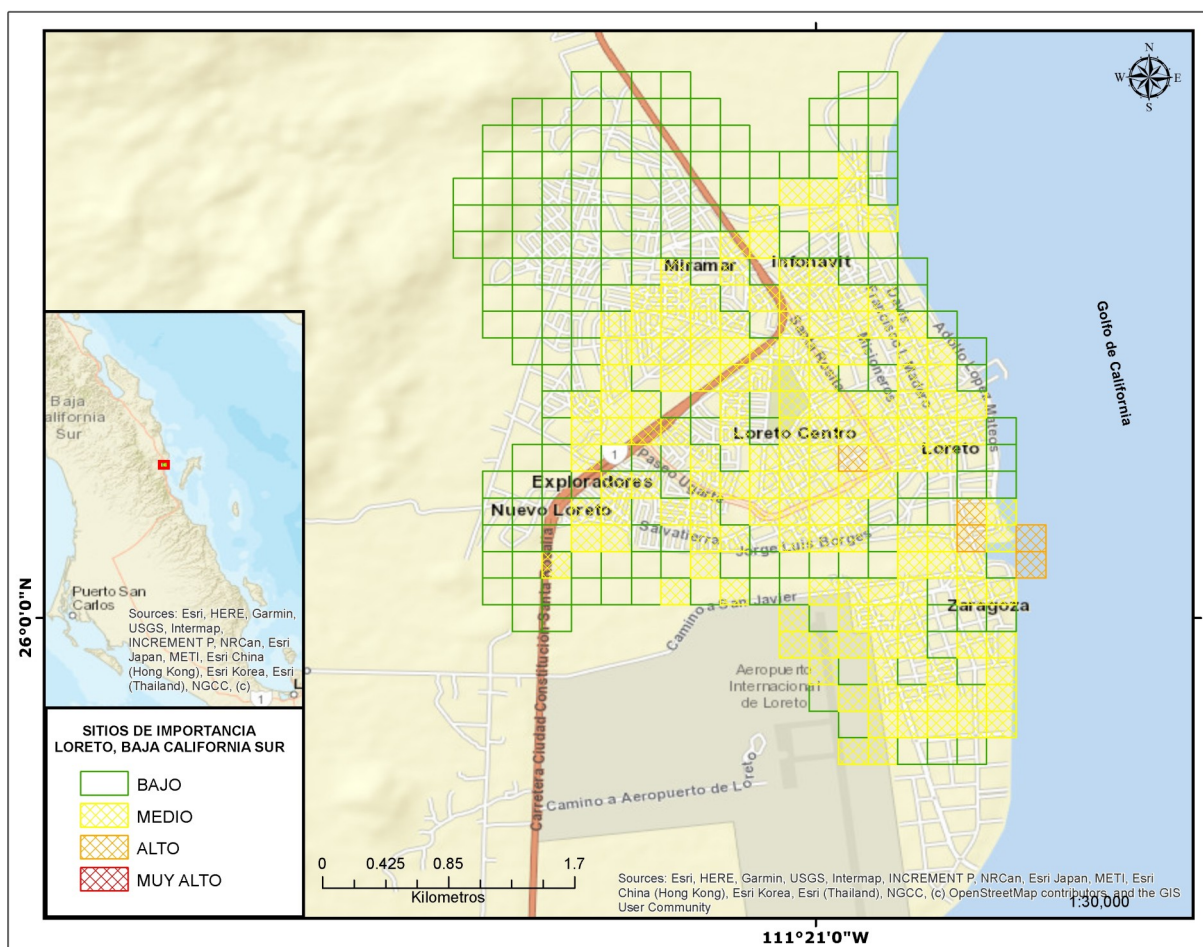


Figura 40. Modelo de sitios de importancia para el manejo de cotorra argentina en Loreto, Baja California Sur. Elaboración propia, 2021.

7.3.2. Líneas de acción

Se proponen ocho principales acciones para el control poblacional de la cotorra argentina en las localidades de la península de Baja California (Tabla XIX).

Tabla XIX. Acciones de manejo para el control poblacional de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en la Península de Baja California.

Acciones	¿Quién?	Temporalidad	Ensenada	Mexicali	Tijuana	Guerrero Negro	La Paz	Loreto
1. Búsqueda de nidos en zonas de avistamiento.	Servicios profesionales en materia de manejo de EEI.	Temporada de marzo a octubre.	Zona de El Sauzal y alrededor de sitios con registros.	Zonas de avistamientos en donde no se localizaron nidos en campo.	Alrededores de hipódromo de Agua caliente.	Búsqueda de nuevos nidos después de la remoción realizada.	Zona costera y campus de la UABCS.	Alrededores de vivero y zonas de avistamiento.
Justificación.	La prospección se focaliza en zonas donde se han registrado avistamientos de cotorra y alrededores de los nidos localizados en este estudio. Se sugiere la temporada con más horas de luz y cuando hay temperaturas más cálidas cuando la cotorra tiene mayor actividad- fuera del nido.							
2.-Captura de organismos mediante redes de niebla.	Servicios profesionales en materia de manejo de EEI.	Todo el año.	En único nido localizado.	Nidos de la zona de UABC y alrededores.	Nidos de Parque Morelos.	Nido principal y nuevos nidos localizados.	Nidos de Chametla y campus de la UABCS.	En los tres nidos localizados.
Justificación	Se comprende la captura continua en los nidos ya localizados con la finalidad de disminuir la población de cotorras principalmente antes de la temporada reproductiva, pero sin dejar de capturar el resto del año. En el caso de las ciudades como Mexicali y La Paz se recomienda el uso de control químico para complementar los trabajos de captura.							
3.-Programa de entrega voluntaria de ejemplares y difusión en medios.	Servicios profesionales en materia de manejo de EEI y medios de radio,	Campaña inicial de tres meses. Y en años posteriores. campañas de	Toda la ciudad					

	periódicos y redes sociales.	un mes por año.		
Justificación	Es necesario emprender una campaña de entrega voluntaria, con el fin de evitar futuras liberaciones accidentales o intencionales de la especie; esto mediante la difusión de su origen, efectos negativos y posibles consecuencias en la ciudad si las poblaciones se incrementaran como en otras partes de México, Estados Unidos y países de Europa.			
4.-Remoción de nidos.	Servicios profesionales en materia de manejo de EEI y Gobierno Municipal.	De noviembre a marzo.		Nidos localizados en campo de cada ciudad.
Justificación	Una vez capturados la mayor cantidad de ejemplares de los nidos localizados, se sugiere la remoción en temporada invernal, para disminuir la posibilidad de que los ejemplares libres sobrevivan al frío sin refugio y que además sea antes de la temporada reproductiva.			
5.-Mantenimiento de palmeras y árboles frutales.	Gobierno Municipal y propiedad privada.	Durante el año.		Zonas de influencia de todas las localidades.
Justificación	El mantenimiento continuo de palmeras y árboles frutales en los hogares, disminuye las posibilidades de que las cotorras hagan uso de estos recursos para la construcción de nidos y alimentación, principalmente en zonas de influencia de la cotorra.			
6.- Gestión para la erradicación de venta de cotorras en la localidad y alrededores.	PROFEPA	Al inicio de los trabajos de control.	Maneadero (afueras de Ensenada) y en la colonia Villas de real II	Ubicar sitios de venta en la localidad.
Justificación.	La venta de estos organismos implica una fuente continua para la población que ya se encuentra en vida libre, dado que el escape accidental o intencional de estas aves es inminente.			
7.- Monitoreo de la especie para una respuesta	Servicios profesionales en materia de	Durante el año, al menos una vez al mes.		Principalmente sitios de importancia de todas las localidades.

rápida de control (captura).	manejo de EEI.		
Justificación.	El monitoreo continuo de la especie después de su control o erradicación permite evaluar el éxito de los trabajos de manejo y actuar de manera oportuna en el caso de localizarse nuevas poblaciones en la localidad.		
8.- Sistema de Información geográfica para el monitoreo participativo.	Servicios profesionales en materia de SIG, comunidad científica y observadores de aves.	Durante el año.	Actualización anual de registros de cotorra en cada una de las localidades para la alimentación del Sistema de información geográfica.
Justificación	La metodología implementada en este trabajo permite hacer uso del SIG y base de datos públicas de avistamiento de aves, para un mejor monitoreo de la distribución espacial e identificación de sitios de importancia para la focalización de esfuerzos en el control de la especie.		

8.-DISCUSIÓN

Las zonas de influencia definidas en el presente trabajo, forman parte de una propuesta metodológica en la cual se busca identificar aquellas zonas en la que la cotorra argentina ejerce cierto dominio respecto al resto del territorio de la ciudad; si bien existen otros métodos para complementar información entre puntos tales como Kriging y densidad de Kernel, estos requieren por lo general que éstos puntos de muestreo sumen valores heterogéneos diferentes de cero, estimando la probabilidad de que un fenómeno se presente en ciertos lugares. La interpolación aplicada en este tipo de métodos puede llegar a producir “Superficies de riesgo” (Caudillo-Cos C.A. y Coronel-Enríquez C., 2012). Bajo este contexto el método implementado permite hacer uso de la totalidad de eventos registrados y considerar distintas variables, sin necesidad de llevar un conteo individual por estación, es

decir, la ubicación de zonas de influencia está dada por las zonas de anidación como eje central y los registros de avistamiento como distancia de desplazamiento, ya sea volando, perchando o alimentándose, independientemente de la abundancia de organismos visualizados. Por otro lado, las zonas de influencia determinadas en este trabajo están mejor definidas como un “hotspot”, que por la concentración de densidad de cierto evento en el espacio tal como lo son los métodos de interpolación.

El presente trabajo enfocado en el manejo de la cotorra argentina con base en su ecología espacial, es un complemento de los trabajos realizados sobre ecología nidícola y ecología trófica de la misma especie realizado por nuestro equipo de trabajo y reflejado en tesis del programa de maestría en ciencias en Ecosistemas de Zonas Áridas de la Facultad de Ciencias de la UABC. Se trata del primer trabajo en donde se conjugan conocimientos espaciales, alimenticios y de nidificación para realizar control poblacional de una especie exótica invasora en México. El trabajo de MacGregor-Fors et al. (2011) fue el único que realizó una aproximación sobre la distribución de la cotorra argentina en México, sin embargo, a diferencia de este trabajo no fueron analizadas las variables que determinan estos patrones, limitándose a registros puntuales de la especie en diferentes ciudades del país.

Para el caso de la península de Baja California los trabajos de tesis de González-García (2015) y Torres Aguilar (2016) resolvieron que, para el caso de la localidad de Guerrero Negro, B.C.S. la cotorra argentina se distribuye principalmente en la zona residencial de la localidad, confirmando con este trabajo la identificación de sitios de importancia en la zona residencial de ESSA. Así mismo, González-García, 2015, determinó que la cotorra argentina

se mueve en un área de 207.77 ha lo cual coincide con los resultados obtenidos mediante la metodología propuesta, ya que se determinó que en esta localidad la cotorra argentina tiene un desplazamiento promedio de 802 m y el área de influencia de la especie objetivo fue de 202.03 ha, muy parecido a lo obtenido por el método de telemetría. Para el caso de las otras cinco localidades no se cuentan con trabajos anteriores en donde se hayan determinado estos parámetros, sin embargo, lo obtenido en Guerrero Negro, sugiere que el método puede resultar eficiente para determinar sitios de importancia por medio de los registros y sitios de anidación obtenidos en bases de datos de libre acceso.

Por otro lado, en trabajos como el de Rodríguez-Pastor et al. 2012 y Muñoz y Real, 2006 determinan que el humano es el principal factor que determina la distribución de la cotorra argentina en España y Barcelona, seguida del arbolado que cumple la función de refugio y alimento, mientras que la topografía y clima solo explico la variación de cotorra en un 15.2% y 5.7%, respectivamente; estas afirmaciones coinciden con los resultados obtenidos, dado que los registros se acotan a zonas urbanas y periurbanas de las localidades estudiadas, es decir que, al menos en este trabajo, se observó que la cotorra argentina no se desplaza más allá de las zonas donde el humano habita y los climas extremos tales como los que se presentan en la ciudad de Mexicali, parece no afectar en el establecimiento y crecimiento poblacional de la especie. Por otro lado, los sitios de anidación ubicados en todas las localidades cuentan con disponibilidad de alimento y con cercanía a sitios de áreas verdes; sin embargo, se encontró que variables como cobertura vegetal y cobertura con potencialidad de encontrar recursos alimenticios no son determinantes para que la cotorra prefiera anidar, principalmente al tratarse de un ecosistema urbano, en donde la disposición del arbolado con frutos está determinada por la presencia humana. Pese a esto, los análisis

estadísticos sugieren que para el caso de las localidades de Guerrero Negro y Loreto, la variable de Potencialidad de recursos alimenticios y de nidificación (PA) tienen una relación positiva con los registros de cotorra, mientras que para Mexicali y Tijuana la variable de alta o muy alta cobertura de vegetación si fueron determinantes en los sitios de avistamiento de la especie; las localidades de Ensenada y La Paz mostraron una relación positiva con las Zonas grises o sin vegetación (MAV). Al no contar con estudios previos en relación a este análisis en todas las localidades, se puede tomar de referencia los resultados obtenidos por González-García (2015) en Guerrero Negro, donde la zona residencial tuvo mayor relación con los sitios de anidación, así como las características particulares de la localidad en donde se carece de sitios con abundante cobertura vegetal, por lo que las zonas clasificadas como PA fueron mayores dado a la presencia de vegetación exótica dispersa entre las casas e infraestructura en general.

Finalmente se considera una escala de mayor detalle Domínguez-Pérez (2022) determinó que la cotorra argentina es especialista en la selección de los recursos de nidificación, y Corrales-Sauceda (2022) menciona que la especie cuenta con hábitos alimenticios especializados para la temporada de invierno, lo cual indica que la disponibilidad de ciertos recursos si influye en la selección de los sitios de anidación; bajo este contexto y considerando que los recursos encontrados por nuestro equipo de trabajo fueron especies exóticas, la distribución de los recursos alimenticios y de nidificación influyen en la distribución de la especie, sin embargo, para una escala de trabajo menor en donde se requiera realizar el análisis espacial de una ciudad, la escala de trabajo a nivel de detalle por especie se ve limitado. Por otro lado, es importante considerar que de acuerdo a lo mencionado por Corrales-Sauceda y Domínguez-Pérez, el uso de recursos exóticos por

parte de la cotorra argentina, magnifica el potencial que tiene la especie para distribuirse en cualquier sitio de una ciudad en donde se establece, ya que la distribución de los recursos introducidos está directamente relacionada con los asentamientos humanos.

En Chicago, E.U.A. Minor et al. 2012, determinaron que el factor más importante para realizar una modelación de la distribución de esta EEI fue el uso de suelo, ya que se encontró que los nidos localizados coincidían con áreas que tenían menos del 84% de zonas residenciales; dicho resultado genera un contraste con lo encontrado en España por Rodríguez-Pastor (2012), ya que en E.U. los nidos con sustrato construido fueron más cercanos a zonas con menor densidad humana, lo que sugiere una diferencia entre disponibilidad de sustrato o la tolerancia humana entre entornos. Ambos trabajos tienen relación con las zonas de influencia encontradas en cada una de las localidades, dado que las zonas de nidificación se ubicaron tanto en las periferias como en las zonas centrales de la ciudad en donde hay mayor actividad humana.

Sin embargo, pese a que en La Paz también se cuenta con una dispersión amplia, este no presenta zonas de cultivo al igual que Guerrero Negro, Tijuana y Loreto, por lo que se puede considerar que la cotorra es una especie que aprovecha la variedad de recursos de los que pueda disponer en cada ciudad, sin dejar de tener preferencia por ciertos tipos de alimentos por la disponibilidad de los mismos de acuerdo a lo obtenido por Corrales-Sauceda (2022).

Con respecto al manejo de la especie, Torres-Aguilar en 2016 propone implementar líneas estratégicas mediante la detección temprana y respuesta rápida en la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno. En esta propuesta se contempla la vigilancia por parte de las autoridades y el

reporte en una base de datos estandarizada; sin embargo, resulta necesario contemplar los gastos de programación y operación que dicha base de datos implicaría realizar a corto, mediano y largo plazo. En este trabajo se contempla el uso de bases de datos de libre acceso ya en funcionamiento que proporcionan información relevante para realizar una proyección sobre los sitios de importancia para el manejo de la especie a bajo costo y con la verificación en campo de las zonas de anidación. Por otro lado, si bien es cierto que se debe contar con la participación de las autoridades para el monitoreo de la especie, se debe considerar que la capacitación y seguimiento podría realizarse de manera esporádica dadas las diversas funciones y ocupaciones de dichos actores; en esta propuesta se considera más factible que los trabajos de monitoreo, remoción de nidos y actualización del sistema de información geográfica se realice por medio de servicios técnicos y científicos, principalmente en sitios donde las poblaciones de cotorra argentina aún están a tiempo de erradicarse.

Torres-Aguilar (2016) también propone mantener a la población informada sobre los efectos negativos que podría tener la especie tanto en salud pública como en el ambiente en general. Se considera que este aspecto es relevante de realizar en todas las localidades con presencia actual o con potencialidad de presentarse la especie, dado que la falta de información genera situaciones que facilitan la dispersión de la cotorra en nuevos sitios, por su comercialización o liberación predeterminada. En contraste con lo propuesto por la autora, se considera que las campañas por radio, periódicos y redes sociales tanto para difusión de información como para la entrega voluntaria de especímenes en jaula, son relevantes en cuanto al alcance que pueden llegar en ciudades más grandes como el caso de Tijuana, Mexicali y Ensenada; dado que el aforo que pueden llegar a tener los talleres de capacitación e informativos de manera presencial es limitado.

9.-CONCLUSIONES

1. La cotorra argentina se localizó en seis ciudades de la península de Baja California: Ensenada, Mexicali, Tijuana, Guerrero Negro, La Paz y Loreto. Se extendió su búsqueda en otras localidades con registros de avistamiento, sin embargo, no se localizaron poblaciones establecidas.
2. Las poblaciones de cotorra argentina en Guerrero Negro, Ensenada, Tijuana y Loreto se encuentran en fase temprana, por lo que las líneas de acción propuestas pueden contribuir en realizar un control dirigido hacia la erradicación de la especie.
3. Se encontró que las poblaciones de la cotorra argentina cuentan con distancias de movilidad diferentes en las localidades estudiadas. Por un lado, las distancias promedio de desplazamiento de la especie fueron menores en Guerrero Negro, Tijuana y Ensenada, mientras que en Loreto, La Paz y Mexicali se obtuvieron registros más alejados de los sitios de anidación, sugiriendo una mayor movilidad de la especie en estas ciudades.
4. La dispersión de la especie es muy amplia en la localidad de Mexicali, lo cual puede estar relacionado a una mayor disponibilidad de alimento (por cultivos). Así mismo, al tratarse de una ciudad fronteriza, puede darse el flujo de poblaciones de vecino a vecino con poblaciones de Estados Unidos de América.
5. La relación que existe entre la dispersión y distribución actual de la cotorra argentina está directamente relacionada con el factor humano, por lo que la venta y liberación de la especie sigue siendo la fuente principal de las poblaciones en fase temprana, en este sentido las campañas informativas y de entrega voluntaria son fundamentales para evitar que los trabajos de captura se vean afectados.

6. Se considera que el clima pudiera ser un factor influye en el desplazamiento de la especie dado que las tres localidades que se encuentran en el lado oriental de la península cuentan con climas con altas temperaturas, lo cual a su vez influye en el tipo de vegetación que se puede encontrar dispersa en la ciudad, sin embargo, se requiere un estudio más detallado que considere esta variable.

7. La metodología propuesta en el presente trabajo permite emplear información de libre acceso y sistemas de información geográfica para determinar sitios de importancia para trabajos de control, considerando sitios de anidación y desplazamientos promedio de la cotorra argentina de acuerdo a la localidad en la que se encuentre.

8. Se determinó que la cotorra argentina cuenta con una amplia plasticidad para hacer uso de los recursos a su alcance, dado que no se encontró una relación directa entre la cobertura de vegetación e infraestructura urbana que podemos encontrar en la ciudad con respecto a la distribución de nidos, sin embargo para los sitios de avistamiento las variables de alimento y vegetación si fueron de importancia en las localidades de Mexicali, Tijuana, Guerrero Negro y Loreto.

9. El determinar los sitios de importancia de acuerdo a la distribución actual de la especie permite realizar trabajos de control y erradicación de manera más eficiente en cuanto a la disposición de recursos económicos y humanos.

10. El monitoreo continuo y la alimentación de la base de datos en un SIG, permite determinar de manera visual la distribución y tendencia de dispersión de las poblaciones; así como el estudio de la relación con factores ambientales que pueden estar influyendo en esos cambios.

11. Para determinar si las poblaciones de cotorra argentina como especie exótica invasora cuentan con un patrón de distribución espacial o no, es necesario evaluar la abundancia de

la especie en cada una de las estaciones del año, con el fin de evaluar otras variables tales como la temperatura, fenología de los recursos alimenticios, de nidificación, reproducción y comportamiento de la especie.

12. Es necesario realizar estudios sobre los efectos negativos que tiene la cotorra argentina para la salud pública y especies nativas en las diferentes localidades de la península como parte del fundamento necesario para realizar campañas informativas.

10.-BIBLIOGRAFÍA

- Álmazán-Núñez, R. C., Sierra-Morales, P., & Méndez-Bahena, A. (2015). Primer registro de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en Guerrero, México. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*, 16(1), 48–51. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2017.18.1.266>
- Álvarez-Romero, J. G., Medellín, R. A., Oliveras de Ita, A., Gomez de Silva, H., & Sanchez, O. (2008). *Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad* (Issue August).
- Appelt Christopher W, A. Christopher W, Ward Lorrie C, W. Lorrie C, Bender Colleen, B. Colleen, Fasenella Joan, F. Joan, Vossen Brandy J. Van, V. Brandy J. Van, & Knight Lynn, K. Lynn. (2016). Examining potential relationships between exotic monk parakeets (*Myiopsitta monachus*) and avian communities in an urban environment. *Wilson journal of ornithology*, 128, 556-566. doi: 10.1676/1559-4491-128.3.556
- Aramburú, R. M., & Corbalán, V. (2000). Dieta de pichones de cotorra *Myiopsitta monachus monachus* (Aves: Psitácidae) en una población silvestre. *Ornitología Neotropical*, 11, 241–245.
- Avery, M., & Lindsay, J. (2016). Monk Parakeets. *Wildlife Damage Management Technical Series*, 8, 1-11.
- Biodiversidad Mexicana. 23/04/2020. <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/estrategia>
- Briceño, C., Sandoval-Rodríguez, A., Yévenes, K., Larraechea, M., Morgado, A., Chappuzeau, C., Muñoz, V., Dufflocq, P., & Olivares, F. (2019). Interactions between Invasive Monk Parakeets (*Myiopsitta monachus*) and other bird species during nesting seasons in Santiago, Chile. *Animals*, 9(923). <https://doi.org/10.3390/ani9110923>
- Bucher, E. H., Martin, L. F., Martella, M. B., & Navarro, J. L. (1990). Social behaviour and population dynamics of the Monk Parakeet. *Acta XX Congressus International Ornithologici*, II, 681–690. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Social+behavior+and+population+dynamics+of+the+Monk+Prakee+t#0>
- Caudillo-Cos, C.A. & Coronel-Enriquez, C. (2012). Densidad de Kernel. Diplomado en Análisis de Información Geoespacial. Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo" A.C.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). (2021). <https://cites.org/esp>
- Corrales-Sauceda, J. M. (2022). Ecología trófica de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) como herramienta en una propuesta de manejo para su control y erradicación en la Península de Baja California, México. Tesis de maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California.

- Darrieu, C. A. (1981). Nuevos aportes al conocimiento de las razas geográficas de *Myiopsitta Monacha* (Aves, Psittacidae). *Revista dl Museo de la Plata. Nueva Serie. Sección Zoología*. 12(126), 281-289.
- Delgadillo-Rodríguez, J. (1997). *Florística y Ecología del norte de Baja California* (D. B. Tomás (ed.); 2da ed.). Universidad Autónoma de Baja California.
- Diario Oficial de la Federación. 09/01/2015. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Diario Oficial de la Federación. 07/12/2016. Acuerdo por el que se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras para México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Diario Oficial de la Federación. 19/01/2018. Ley General de Vida Silvestre.
- Domínguez-Perez, M. G.(2022). Estrategia de manejo para el control de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) con base en su nidificación en la península de Baja California, México. Tesis de maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas. Facultad de Ciencias. Universidad Autónomas de Baja California.
- Eberhard, J. R. (1998). Breeding biology of the Monk Parakeet. *Wilson Bulletin*, 110(4), 463–473.
- Gallina-Tessaro, S. y C. López-González (eds.). 2011. Manual de técnicas para el estudio de la Fauna. UAQ-INECOL. ISBN 978-607-7740-98-8: 377 pp. On line: <http://www.uaq.mx>
- González-García, L. (2015). Patrones de Distribución Espacial de la Cotorra Argentina (*Myiopsitta monachus*) como parte de un Programa de Detección Temprana, Respuesta Rápida y Control de la Especie en Guerrero Negro, B.C.S., México. Tesina de Especialidad en Gestión Ambiental. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California.
- Guerrero-Cárdenas, I., Gallina-Tessaro, P., Caraveo-Patiño, J., Tovar-Zamora, I., Cruz-Andrés, O. R., & Álvarez-Cárdenas, S. (2012). Primer registro de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en Baja California Sur, México. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*, 13(2), 156–161.
- Hobson, E. A., Smith-Vidaurre, G., & Salinas-Melgoza, A. (2017). History of nonnative Monk Parakeets in Mexico. *PLoS ONE*, 12(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184771>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). <https://www.inegi.org.mx/>
- International Union for Conservation of Nature's. Red List. (2018). <https://www.iucnredlist.org/>
- Kaufman, K. (2005). *Guía de campo de las aves de Norteamérica*. Houghton Mifflin Company. Boston, Massachusetts, E.U.A.
- Krebs, J. (1985). *Ecología: Estudio de la distribución y abundancia*. Harla. 2a ed. México, D.F., México. 753 pp.
- Landviewer (2019). <https://eos.com/landviewer/>

- Linz, G. M., Bucher, E. H., Canavelli, S. B., Rodriguez, E., & Avery, M. L. (2015). Limitations of population suppression for protecting crops from bird depredation: A review. *Crop Protection*, 76, 46–52. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.06.005>
- MacGregor-Fors, I., Calderón-Parra, R., Meléndez-Herrada, A., López-López, S., & Schondube, J. E. (2011). Pretty , but dangerous! Records of non-native Monk Parakeets (*Myiopsitta monachus*) in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1053–1056.
- Martin-Albarracin, V. L., Amico, G. C., Simberloff, D., & Nuñez, M. A. (2015). Impact of non-native birds on native ecosystems: A global analysis. *PLoS ONE*, 10(11), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143070>
- Medellín-Legorreta, R. A. (2000). *Vertebrados superiores exóticos en México: Diversidad , distribución y efectos potenciales*.
- Minor, E. S., Appelt, C. W., Grabiner, S., Ward, L., Moreno, A., & Pruett-Jones, S. (2012). Distribution of exotic monk parakeets across an urban landscape. *Urban Ecosystems*. <https://doi.org/10.1007/s11252-012-0249-0>
- Morrison, M. L., Marcot, B. G., & Mannan, R. W. (1999). Wildlife-habitat relationships: concepts and applications. In *NCASI Technical Bulletin* (781 ed., Vol. 2). NCASI.
- Muñoz-Jiménez, J. L., & Alcántara-Carbajal, J. L. (2017). La cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en el Colegio de Postgraduados: ¿una especie invasiva? *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*, 18(1), 38–52. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2017.18.1.262>
- Muñoz, R.-A., & Real, R. (2006). Assessing the potential range expansion of the exotic monk parakeet in Spain. *Diversity and Distributions*, 12(0), 656–665. <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2006.00272.x>
- Pablo-López Rosa Elba. (2009). Primer registro del perico argentino (*Myiopsitta monachus*) en Oaxaca, México. *Huitzil*, 10(2), 48–51. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2009.10.2.89>
- Pardo-Merino, A., & Ruíz-Díaz, M.A. (2015). Análisis de datos con SPSS 13 Base: Probabilidad y Estadística. Capítulo 18: Análisis de regresión lineal, el procedimiento Regresión lineal. McGraw-Hill Interamericana de España, SL. 337-377.
- Pineda-López, R., & Malagamba-Rubio, A. (2011). Nuevos registros de aves exóticas en la ciudad de Querétaro, México. *Huitzil*, 12(2), 22–27. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2011.12.2.127>
- PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). (2019). Servicio de consultoría para implementar un proyecto piloto de control de la cotorra argentina en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno – Plan de trabajo. 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”. Romero-Figueroa, G., I. Raymundo-González, V. A. Ricárdez-García, H. Rivera-Huerta, F. J. Heredia-Pineda, C. A. Flores-López & V. Ortiz-Ávila. Laboratorio de Manejo y Conservación de Vida Silvestre, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México. 20 pp.+ 1 Anexo.

- PROCER/RB03/007/2014. CONANP-SEMARNAT. (2015) Informe final: Detección temprana, respuesta rápida y control de la cotorra argentina en la reserva de la Biosfera El Vizcaíno. Romero-Figueroa, G. et al. Universidad Autónoma de Baja California. 44 pp.
- Pruett-Jones, S., Newman, J. R., Newman, C. M., Avery, M. L., & Lindsay, J. R. (2007). Population viability analysis of monk parakeets in the United States and examination of alternative management strategies. *Human-Wildlife Conflicts*, 1(1), 35–44. <https://doi.org/10.2307/24875052>
- Pruett-Jones, S., Newman, J. R., Newman, C. M. & Lindsay, J. R. (2005). Population growth of monk parakeets in Florida. *Florida Field Naturalist*, 33(1), 1-14.
- Pruett-Jones, S., & Tarvin, K. A. (1998). Monk parakeets in the United States: population growth and regional patterns of distribution. *Proceedings of the Vertebrate Pest Conference*, 18, 67. <https://doi.org/10.5070/v418110081>
- Ramírez-Albores, J. E. (2012). Registro de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en la Ciudad de México y áreas adyacentes. *Huitzil*, 13(2), 110–115. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2012.13.2.157>
- Ramírez-Albores, J. E., & Aramburú, R. M. (2017). De Suramérica para México, la invasión de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus* Boddaert , 1783). *Revista Biodiversidad Neotropical*, 7(2), 86–97. <https://doi.org/10.18636/bioneotropical.v7i1.345>
- Ramírez-Bastida, P., Ruiz-Rodríguez, A., Navarro-Sigüenza, A. G., Vargas-Gómez, M., & García-Valencia, U. D. (2015). Aves Exóticas en el AICA “Humedales de Alvarado”, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 31(3), 480–485. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=111299154&es&site=ehost-live>
- Rodríguez-Pastor, R., Senar, J. C., Ortega, A., Faus, J., Uribe, F., & Montalvo, T. (2012). Distribution patterns of invasive Monk parakeets (*Myiopsitta monachus*) in an urban habitat. *Animal Biodiversity and Conservation*, 35(1), 107–117.
- Rodríguez, Ethel & Tiscornia, Guadalupe (2002). Evaluación de alternativas de control de la Cotorra (*Myiopsitta monachus*). Unidad de agronegocios y Difusión del INIA. Serie: FPTA No.08. 1-48.
- Romero-Figueroa, G., Ortiz-Ávila, V., Lozano-Cavazos, E. A., & Heredia-Pineda, F. J. (2017). Primer registro de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en Coahuila, México. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*, 18(1), 81–86. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2014.15.1.47>
- Salgado-Miranda, C., Medina, J. P., Sánchez-Jasso, J. M., & Soriano-Vargas, E. (2016). Registro altitudinal más alto en México para la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*). *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*, 17(1), 155–159. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2016.17.1.238>
- Sibley, D.A. 2000. The Sibley guide to birds. National Audubon Society, Alfred A. Knopf. New York, E.U.A.
- Smith, Lindsay I. (2002). A tutorial on Principal Components Analysis. http://www.cs.otago.ac.nz/cosc453/student_tutorials/principal_components.pdf. 27pp.

- Soto-Cruz, R. A., Lebgue-Keleng, T., Espinoza-Prieto, J. R., Quintana-Martínez, R. M., Quintana-Martínez, G., Balderrama, S., Zamudio-Mondragón, F. R., Quintana-Chávez, M. A., & Mondaca-Fernández, F. (2014). Primer registro de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en Chihuahua, México. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*, 15(1), 1–5.
- Spreyer, M. F., & Bucher, E. H. (1998). Monk Parakeet (*Myiopsitta monachus*). In A. Poole & F. Gill (Eds.), *The Birds of North America* (Issue 322, pp. 1–24). <https://doi.org/10.2173/bna.322>
- Tillman, E. A., Van Doom, A., & Avery, M. L. (2000). Bird damage to tropical fruit in south Florida. *9th Wildlife Damage Management Conference Proceedings*, 41–59.
- Tinajero, R., & Rodríguez Estrella, R. (2015). Cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*), especie anidando con éxito en el sur de la Península de Baja California. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 31(2), 190–197. <https://doi.org/10.21829/azm.2015.312540>
- Torres-Aguilar, V. (2016). Estrategias de manejo para el control y erradicación de la especie exótica invasora cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) para la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, Guerrero Negro, Baja California Sur. Tesis de Maestría: Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California.
- Torres-García, M. T. (2013). *Análisis de los patrones de distribución espacial de las poblaciones de Agaves invasoras en la llanura costera eólica del Parque Natural Cabo de Gata-Níjar* (Issue February). Universidad de Almería.
- Volpe, N. L., & Aramburú, R. M. (2011). Nesting preferences of the Monk Parakeet (*Myiopsitta monachus*) in an urban area of Argentina. *Ornitología Neotropical*, 22, 111–119.
- Zuria, I., Castellanos, I., Valencia-Herverth, R., & Carbó-Ramírez, P. (2017). Primeros registros de la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) en el estado de Hidalgo, México. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*, 18(1), 33–37. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2017.18.1.261>