

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

Efecto de la ubicación de los nidos y del microhábitat en el éxito reproductivo del soldadito *Himantopus mexicanus* en estanques de la finca camaronera Mayasal, Jutiapa, Guatemala.

Melanie Alin Ortiz de León

Biología

Guatemala, 09 de julio de 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

Efecto de la ubicación de los nidos y del microhábitat en el éxito reproductivo del soldadito *Himantopus mexicanus* en estanques de la finca camaronera Mayasal, Jutiapa, Guatemala.

INFORME FINAL DE TESIS

**Presentado por
Melanie Alin Ortiz de León**

**Para optar al título de
Biología**

Guatemala, 09 de julio de 2024

**JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

PhD. Juan Francisco Pérez Sabino	Decano
M.Sc. Bessie Abigail Orozco Ramírez	Secretaria Académica
PhD. Roberto Enrique Flores Arzú	Vocal I
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	Vocal II
Br. Carmen Amalia Rodríguez Ortíz	Vocal III
Br. Paola Margarita Gaitán Valladares	Vocal IV

AGRADECIMIENTOS

A la Tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala por ser nuestra alma Máter y casa de estudios gratuita que nos dio el privilegio de ser profesionales.

A la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia por recibirnos y formarnos éticamente como profesionales.

A la Escuela de Biología por brindarnos los conocimientos y herramientas que me permitieron formarme como Bióloga.

Al Programa de becarios para Soluciones Costeras, Laboratorio de Ornitología de la Universidad de Cornell por brindar los recursos para la ejecución del proyecto.

A la empresa Acuamaya, por permitirnos el uso de las instalaciones de la camaronera Mayasal, ubicada en Pasaco, Jutiapa para el desarrollo de la parte de campo de la investigación. Además de agradecerle a todos los trabajadores de la camaronera que me apoyaron en la toma de datos de campo, ya que sin ellos no hubiera recopilado la cantidad de información que se generó.

A mi Revisora la Licda. Rosa Alicia Jiménez por todo su apoyo en la asesoría y revisión de mi informe final de tesis.

A mi Asesora MSc, Varinia Sagastume por su confianza, apoyo incondicional y la orientación que me brindó durante el desarrollo de la investigación.

A María Isabel Sactic Chacón por su apoyo en la revisión de mi base de datos, y la asesoría de los análisis estadísticos idóneos a desarrollar en mi trabajo de investigación

A mi hermana Mindy Carolina Ortiz de León, por creer en mí, apoyarme en gestiones; y en especial por animarme siempre a concluir mi informe final de tesis para graduarme.

A mi novio Carlos Donis, por apoyarme, acompañarme y animarme a concluir mi informe final y gestiones en la Universidad para poder graduarme.

DEDICATORIAS

A Dios

Por brindarme la sabiduría, inteligencia y la fortaleza durante toda la carrera, ser mi papá mi proveedor, mi mejor amigo y consejero en decisiones y situaciones importantes en mi vida.

A mis padres

Por brindarme su apoyo incondicional y que siempre han sido mi motor para salir adelante y convertirme en una profesional. Y al concluir mis estudios, les dedico a ustedes este logro como una meta más conquistada, ya que sin su apoyo, educación y amor no hubiera logrado llegar hasta acá. Los amo mucho, son el mejor regalo que Dios me ha dado.

.

A mis hermanos

Por su apoyo, amor y por siempre impulsarme a seguir adelante. Son los mejores hermanos que Dios me pudo dar, los amo mucho.

A mi novio

Por creer en mi y apoyarme siempre a cumplir mis logros, sos un regalo de Dios en mi vida.

A mis amigos

Que fueron una gran compañía durante estos años de estudio, en donde compartimos alegrías, tristezas, desvelos y triunfos. Gracias por su amistad y cariño.

ÍNDICE

1.	Resumen	7
2.	Introducción	7
3.	Antecedentes	9
4	Justificación	14
5	Objetivos	15
	5.1 General	15
	5.2Específico	15
6	Hipótesis	15
7	Predicciones	15
8	Materiales y Métodos	16
	8.1 Universo	16
	8.2 Materiales	16
	Equipo:	16
	8.3 Métodos	16
	8.3.1 Sitio de estudio	16
	8.3.2 Método para localización de nidos	19
	8.3.3 Método para registrar y marcar nidos	19
	8.3.4 Método flotar huevos	19
	8.3.5 Cálculo de fecha de inicio del nido	20
	8.3.6 Visitas a los nidos y estimación de supervivencia	21
	8.3.7 Composición de los nidos:	21
	8.3.8 Variables de respuesta y explicativas	22
	8.3.9 Análisis estadístico	23
9	Resultados	24
10	Discusión	29
11	Conclusiones	32
12	Recomendaciones	32
13	Referencias Bibliográficas	33
14.	Anexos	36

1. Resumen

El presente estudio tiene como objetivo principal examinar los factores que afectan el éxito reproductivo del soldadito (*Himantopus mexicanus*) en estanques de una finca camaronera en Guatemala. Se han planteado tres objetivos de investigación: i) determinar qué ubicación del nido tiene una mayor influencia en el éxito reproductivo; ii) identificar qué variables del microhábitat influyen en el éxito reproductivo; iii) describir el tipo de material utilizado para construir los nidos y su relación con el éxito reproductivo. El universo de la investigación incluyó a la población de soldaditos que anidan en hábitats artificiales en la región del Pacífico de Guatemala, con un enfoque específico en la finca Camaronera Mayasal, El Salitrillo, Pasaco, Jutiapa. El monitoreo de nidos se llevó a cabo durante tres años consecutivos, de abril a junio de 2021, 2022 y 2023, coincidiendo con la temporada de anidación de los soldaditos en Guatemala. Se utilizó la misma metodología en los tres años, garantizando la coherencia de los resultados. Los principales hallazgos revelan que las variables "presencia de vegetación" y "heterogeneidad media" del sustrato tienen una influencia positiva en el éxito reproductivo de *H. mexicanus*. Esto indica que la presencia de vegetación y la diversidad de materiales en el sustrato de los nidos están asociados con un mayor éxito en la eclosión de los huevos. En cuanto a los materiales utilizados en la construcción de los nidos, se observó que los soldaditos preferían el lodo, conchas, percebes y ramas. En términos de éxito reproductivo a lo largo de los tres años de estudio, el año 2022 destacó como el período con el mayor éxito de eclosión, alcanzando un 64%. Le siguió el año 2021 con un porcentaje de éxito del 41.93%, mientras que el año 2023 mostró el porcentaje más bajo con un 30.39%. Por otro lado, la depredación se identificó como la principal causa de fracaso en los nidos, seguida por las inundaciones provocadas por el llenado anticipado de los estanques. El presente estudio destaca la importancia de comprender los factores que influyen en el éxito reproductivo de las aves playeras en hábitats artificiales. Los resultados resaltan la relevancia de la vegetación y la diversidad de materiales en el sustrato de los nidos, así como los desafíos asociados con la actividad camaronera en la región. Estos hallazgos proporcionan información valiosa para la conservación de las poblaciones de *H. mexicanus* en Guatemala.

2. Introducción

Guatemala cuenta con una extensión territorial marina de 120,229 km², lo que representa el 53% de la extensión total del país (terrestre y marina). Su litoral abarca 254 km en el Pacífico y 148 km en el Caribe (MARN, 2009). La zona marino-costera comprende 19 municipios y siete departamentos, y se caracteriza por una alta diversidad biológica, con alrededor de 2700 especies de flora y fauna reportadas (SENACYT, RA, & PNUD, 2018).

Según la Convención Ramsar, los humedales costeros son extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, ya sean naturales o artificiales, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros (Arrecis, 2023). Estos ecosistemas desempeñan funciones ecológicas fundamentales, como la regulación de los regímenes hidrológicos y el suministro

de recursos para las comunidades locales adyacentes (Blanco, 1999). Sin embargo, en años recientes, la destrucción de hábitats y la explotación irracional han puesto en peligro la diversidad de fauna y flora que albergan (Gómez-Serrano y López-López, 2014).

El ecosistema manglar, presente en las costas del Pacífico y el Caribe de Guatemala, ha sufrido una alta presión debido a la expansión demográfica, el avance de la frontera agrícola y la demanda de su madera para leña y construcción, lo que ha provocado su degradación (López et al., 2016; Windevoxhel, 1994). Específicamente, la zona costera del Pacífico ha experimentado una transformación socioeconómica significativa que ha alterado los usos y la demanda de agua y especies. Estos ecosistemas están en peligro de perder su productividad y servicios ambientales debido a la creciente demanda. La disminución en la cobertura del ecosistema manglar está causando fragmentación y deterioro del hábitat, erosión y pérdida de especies de flora y fauna, así como pérdida genética, según estudios en áreas protegidas de la zona (MARN, 2009).

La pérdida de zonas costeras y los cambios en el uso de la tierra han obligado a las aves a buscar hábitats artificiales como camaroneras, salineras y otras áreas productivas circundantes y sin protección, que posean condiciones similares a los hábitats naturales, permitiendo que las aves residentes y migratorias los utilicen como sitios alternativos para descansar, alimentarse y reproducirse (Navedo y Fernández, 2019). Gesmundo y colaboradores (2020) reportan que las aves utilizan algunos estanques de tierra como hábitat alternativo en fincas camaroneras con sistemas de producción semi-intensivos.

El soldadito (*Himantopus mexicanus*) es un ave playera residente en Guatemala que se encuentra en hábitats tanto templados como tropicales. Su área de distribución y reproducción se extiende desde el norte de California hasta la costa del Pacífico de México, abarcando desde Sinaloa hasta Chiapas (Howell y Webb, 1995). En Centroamérica, se reproduce a lo largo de la costa del Pacífico en Guatemala (Land, 1970) y localmente en la costa de El Salvador (Howell y Webb, 1995). Además, se reproduce en el Golfo de Nicoya, Costa Rica (Stiles y Skutch, 1989), aunque rara vez lo hace en otros lugares de Costa Rica o Panamá (Stiles y Skutch, 1989).

Esta tesis representa la primera publicación sobre la reproducción del soldadito en Guatemala, generando conocimiento sobre la ecología reproductiva de *H. mexicanus* en el Pacífico del país. El

soldadito utiliza humedales con vegetación emergente como sitios de anidación, especialmente en campos inundados (Robinson et al., 2020). Además, se ha observado que utiliza estanques de evaporación, salineras, camaroneras y otros hábitats artificiales para alimentarse (Andrade et al., 2020), y que algunas especies de aves playeras utilizan hábitats artificiales para construir sus nidos y criar a sus pichones (Gómez et al., 2018). Durante la época reproductiva, *H. mexicanus* elige sitios de alta calidad entre los disponibles, que le proporcionen recursos necesarios para el cuidado de sus pichones (Rojas, 2015).

El objetivo de esta investigación es determinar el efecto de las variables de microhábitat como el tipo de sustrato, presencia de vegetación, cobertura del suelo, ubicación de los nidos, heterogeneidad del sustrato del nido y presencia del sustrato sobre el éxito reproductivo del soldadito en estanques de una finca camaronera en la costa del Pacífico de Guatemala (cuadro No. 1). Durante los años 2021, 2022 y 2023, se realizó un monitoreo de nidos de aves playeras en los meses de abril a junio en la finca camaronera Mayasal, Jutiapa, Guatemala; este consistió en identificar los sitios de anidación, registrar las medidas de cada huevo, estimar la fecha inicial y final de la puesta y eclosión de los huevos en los nidos, registrar los materiales presentes en los nidos y monitorear continuamente el estado de los nidos, hasta conocer el destino de cada uno (éxito o fracaso); así como las amenazas potenciales y causas de fracaso. Posteriormente, con los datos obtenidos en los tres años de monitoreo, se realizaron análisis estadísticos descriptivos, un modelo lineal generalizado con variables continuas y categóricas, y una descripción del tipo de material de construcción de los nidos utilizando las fotografías tomadas en campo y los datos registrados en las boletas de campo.

3. Antecedentes

3.1 Pérdida de humedales costeros

Según la Convención de Ramsar relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas y playeras, el término humedal se aplica a cuerpos de agua como arroyos, canales, ciénagas, estuarios, lagos, lagunas costeras, presas y ríos, los cuales están saturados de agua la mayor parte del año y especialmente en la época de lluvias (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013). Los humedales se consideran fundamentales para la protección, mantenimiento y recuperación de la fauna amenazada o en peligro de extinción que habita en estos ecosistemas (FAO, 2007).

Dentro de los humedales costeros, existen diferentes tipos de vegetación acuática, como la vegetación de galería, carrizal, lechugal, lirial, nenúfaral, pastizal, popal, tasistal, tular y el manglar (Cedillo Leal et al., 2011). El manglar se desarrolla en las planicies costeras de los trópicos húmedos y es de gran

importancia ecológica y económica (Osborne, 2012). Además, es una zona de transición entre los ecosistemas terrestres y los marinos, permitiendo el flujo entre las especies de fauna que viven en estos ecosistemas (Conabio, 2009). El manglar posee raíces aéreas y es resistente a la salinidad del agua; por su diversidad biológica, actúa como barrera natural y filtro de nutrientes y contaminantes, favoreciendo la formación de áreas de producción pesquera y actividad ecoturística (Osborne, 2012). A pesar de su importancia, la extensión de los manglares a nivel mundial y nacional se ha reducido considerablemente debido al impacto directo e indirecto de las actividades agrícolas, agropecuarias, ganaderas, acuícolas y turísticas, principalmente (Conabio, 2009). Se estima que los manglares ocupan alrededor de 13 millones 776 mil hectáreas a nivel mundial (CATHALAC, 2012) y entre los años 2000 y 2012 se perdieron alrededor de 192,000 hectáreas de mangle, con una tasa de pérdida de 0.13% anual (Rodríguez y Ramírez, 2018). En Guatemala, se estima que la cobertura de mangle es de 18,839 hectáreas, de las cuales 17,670 hectáreas se encuentran en la costa del Pacífico y 1,169.2 hectáreas en el Caribe, y la dinámica de pérdida es de 1.68% anual (Rodríguez y Ramírez, 2018), más que la tasa de deforestación bruta de Guatemala para el período 2006-2010, que fue de 132,137 hectáreas anuales o un 1% de pérdida anual con respecto al área de 2006 (IARNA URL, 2012; Rodríguez y Ramírez, 2018).

Los manglares, al igual que los demás ecosistemas naturales, se consideran "de uso común" y, por ende, están sometidos a amenazas por procesos antropogénicos que ejercen presión sobre los manglares de dos maneras distintas o en dos aspectos diferentes del ecosistema. Por ejemplo, los manglares pueden enfrentar presiones tanto en términos de deforestación como de contaminación del agua, lo que afecta negativamente a su salud y biodiversidad (Gutierrez y Windevoxhel, 1999). La deforestación en Guatemala tiene tres factores principales: expansión agrícola, extracción de madera-leña y desarrollo de infraestructura. En el caso específico del área de conservación Sipacate-Naranjo, las principales transiciones de pérdidas en el manglar se deben al establecimiento de pastos, salineras/camaroneras, suelo desnudo, cuerpos de agua y, en menor proporción, a caña, cultivos y la categoría "otros" (Rodríguez y Ramírez, 2018).

3.2 Hábitats artificiales como sitios alternativos para las aves playeras

Los hábitats artificiales son áreas creadas o modificadas por el ser humano, como las asociadas con la agricultura, la acuicultura o la producción de sal (Andrade et al., 2020). En Guatemala, algunas salineras y camaroneras han demostrado ser hábitats artificiales importantes para las aves playeras (Gesmundo et al., 2020). Estos lugares ofrecen algunas condiciones similares a los hábitats naturales, por ejemplo, hábitats acuáticos adecuados (estanques o lagunas con agua profunda), alimento

disponible, protección contra depredadores, menor interferencia humana lo que permite que aves residentes y migratorias los utilicen como sitios alternativos de alimentación, descanso y reproducción (Bosarreyes et al., 2019). Es importante tener en cuenta que la presencia de estos hábitats artificiales también presenta riesgos para las aves, como la contaminación del agua y la degradación del hábitat. Por lo tanto, es fundamental gestionar estas actividades de manera sostenible para minimizar los impactos negativos en la fauna silvestre.

Investigaciones recientes en Sinaloa, México, han identificado que los estanques recién cosechados en granjas de camarón se convierten en sitios frecuentes de forrajeo para aves playeras migratorias entre octubre y febrero. La relevancia de estos estanques como áreas de descanso se refuerza en el Delta Estero Real, un sitio de importancia internacional para la Red Hemisférica de Aves Playeras, ubicado cerca del Golfo de Fonseca en Chinandega, Nicaragua (Morales et al., 2019).

Las fincas camaroneras ofrecen hábitats de alimentación efímeros pero consistentes para aves playeras, destacándose los muros sin vegetación como sitios de descanso frecuentemente utilizados, según la investigación de Navedo y Fernández (2019). A lo largo de más de cuatro años, se ha observado una alta frecuencia de uso y fidelidad a determinados muros, especialmente durante la marea alta y la migración hacia el sur de aves playeras migratorias (Morales et al., 2019).

Se ha constatado que las camaroneras cercanas a planos lodosos intermareales y otros hábitats naturales, considerados como áreas principales de alimentación, exhiben mayor abundancia y diversidad de especies de aves playeras (Navedo et al., 2015). Durante el período de cosecha en México, las granjas camaroneras proveen áreas de alimentación complementarias, especialmente beneficiosas para *Tringa semipalmata*, *Numenius phaeopus* e *Himantopus mexicanus* (Navedo et al., 2015).

Las aves playeras se mueven entre hábitats naturales y camaroneras, y dependen de la dinámica de las mareas y de las condiciones locales de cada sitio (Morales et al., 2019). Tanto en 2017 como en 2018 se registraron aves playeras a lo largo de todos los meses del año en el Golfo de Fonseca. Se ha observado en estos últimos años que las aves se alimentan en los planos lodosos y se concentran en los muros y estanques de las camaroneras, que son utilizados como sitios de descanso, debido a que la pérdida de sitios naturales de descanso es mayor que la pérdida de sitios naturales de alimentación (Morales et al., 2019). La Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (RHRAP) elaboró un análisis en 2019 donde reportó que *Himantopus mexicanus* utiliza las camaroneras para alimentarse, descansar, obtener seguridad y anidar (Morales et al., 2019).

3.3 Ecología reproductiva del soldadito

El soldadito (*Himantopus mexicanus*) es una especie de ave limícola perteneciente a la familia Recurvirostridae que exhibe una serie de características reproductivas únicas, las cuales se ven influenciadas por la selección de sustratos para la construcción de nidos y la elección del microhábitat adecuado para la reproducción.

3.3.1 Construcción de Nidos y Características de los Huevos

La construcción de nidos por parte de *H. mexicanus* ha sido documentada en una variedad de hábitats acuáticos. Coleman (1981) observó que la especie tiende a construir sus nidos en sustratos blandos, a veces sobre islas o vegetación. Además, Robinson et al. (2020) señalan que los nidos suelen estar ligeramente elevados del sustrato circundante, con materiales que pueden incluir vegetación, piedras, conchas, lodo, plumas y huesos. La forma de los huevos varía, siendo generalmente piriformes y ocasionalmente ovalados, con una incubación que puede durar entre 24 y 29 días (Robinson et al., 2020). Mendonça et al. (2019) proporcionan datos sobre las dimensiones promedio de los huevos de *H. mexicanus*, con una longitud que varía entre 36.8 y 50.6 mm y una anchura entre 26.1 y 35.5 mm.

3.3.2 Comportamiento Reproductivo

La temporada de reproducción del *Himantopus mexicanus* varía según la ubicación geográfica, pero generalmente coincide con el período de mayor disponibilidad de recursos alimenticios en su hábitat. En la región del Pacífico, la puesta de huevos de *H. mexicanus* tiene lugar entre mediados de abril y mediados de junio, dependiendo de la localidad (Arroyo, 2000). Estas aves forman parejas monógamas y exhiben comportamientos de cortejo, que pueden incluir exhibiciones de vuelo y llamadas vocales (Gómez-Serrano & López-López, 2014).

3.3.3 Incubación y cuidado parental

Ambos sexos participan en la incubación de los huevos, alternándose en turnos para mantener la temperatura óptima para el desarrollo embrionario. Durante este período, los adultos son altamente vigilantes y pueden defender agresivamente el nido de los depredadores potenciales (Székely et al., 2008).

3.3.4 Influencia del Microhábitat en el Éxito Reproductivo

La selección del microhábitat adecuado es crucial para el éxito reproductivo del soldadito. Denis et al. (2002) identificaron ciertos parámetros que determinaron el éxito reproductivo de *H. mexicanus* en una colonia nidificante en la ciénaga de Biramas, Cuba. En este estudio, se encontraron 50 individuos adultos y 22 nidos, de los cuales 20 resultaron exitosos.

Por otro lado, Echeverría (2012) llevó a cabo un estudio sobre la población nidificante del soldadito en las piscinas de Ecuasal – Salinas, La Libertad, Ecuador. Se encontró que el éxito de eclosión fue del 80% (66 nidos), mientras que el 20% (16 nidos) resultaron fallidos. En total, se registraron 265 huevos y 155 polluelos. El estudio realizado por Mendonça et al. (2018) presentó datos de cuatro años (2012-2016) de monitoreo de la colonia reproductora de *Himantopus mexicanus* en el noreste de Brasil. La investigación se desarrolló en una zona artificial de 145 hectáreas en el estuario del río Apodi-Mossoró (AMRE), en el estado de Rio Grande do Norte. Durante este período, se registraron un total de 93 nidos, de los cuales 47 estaban activos, 44 fueron depredados y 3 resultaron exitosos. Riecke et al. (2019) llevaron a cabo un monitoreo de 356 nidos de *H. mexicanus* en tres tipos de humedales en la costa superior del Golfo de México de Texas, EE. UU., desde el 21 de abril hasta el 30 de junio de 2011 y 2012. De estos nidos, 151 estaban ubicados en humedales de agua dulce gestionados (16 en 2011 y 135 en 2012), 128 en humedales intermedios gestionados (75 en 2011 y 53 en 2012), y 77 en campos de arroz (todos en 2012). En general, el éxito de los nidos fue del 0,2% (0 en los campos de arroz y hasta un máximo del 4,3% en los humedales de agua dulce en 2012).

3.3.5 Efectos de la Actividad Humana y la Depredación en el Éxito Reproductivo

El éxito reproductivo del soldadito puede ser impactado por la actividad humana y la depredación. Mendonça et al. (2018) documentaron la primera colonia reproductora de *H. mexicanus* en el noreste de Brasil, donde se observó una variación anual en el número de individuos. Entre 2013 y 2016, se registró que 44 de los 47 nidos activos fueron depredados, principalmente debido a la alta tasa de depredación de nidos, especialmente por la presencia persistente de perros domésticos. Además, Saalfeld et al. (2012) señalan que los individuos reproductivos deben identificar un sitio que tenga los materiales adecuados para la construcción del nido, así como un microclima adecuado para la incubación y protección contra las inclemencias del ambiente y depredadores.

4 Justificación

Los humedales son ecosistemas altamente productivos que albergan una alta e importante biodiversidad en el planeta, por lo que la conservación de los mismos brinda protección, mantenimiento y recuperación de la fauna y flora amenazada y en peligro de extinción. En los últimos años se ha observado un declive alarmante en la biodiversidad a nivel mundial, debido al crecimiento poblacional humano y sus actividades inherentes, las cuales han traído como consecuencia la degradación de hábitats esenciales en la ruta de las aves migratorias, deforestación, contaminación, desarrollo turístico descontrolado, cacería y mal manejo del agua. La pérdida del hábitat y el disturbio humano han afectado notablemente la abundancia y distribución de las comunidades de aves; provocando la disminución de sus poblaciones, ya que suelen ser fieles a los lugares visitados para descansar, reproducirse y anidar. Ante la pérdida y cambio de uso de suelo, las aves playeras se ven forzadas a utilizar los muros y piscinas de las camaroneras como sitios alternativos de las áreas naturales. La generación de hábitats artificiales puede llegar a ser beneficiosa para las aves, ya que bajo ciertas condiciones pueden ser utilizados para alimentarse, reproducirse y anidar. En Centroamérica se han registrado un total de 50 especies de aves playeras (Morales et al., 2019), de las cuales 27 especies han sido reportadas en las camaroneras. En 2019 en el Delta del Estero Real, Golfo de Fonseca, se elaboró un análisis de la camaronicultura y su importancia para las aves playeras en Centroamérica, en donde se reportó que *H. mexicanus* (soldadito) utiliza las camaroneras para anidar, alimentarse y descansar. Además, este análisis les permitió conocer los sustratos que el soldadito selecciona para anidar y reproducirse en comparación a otras aves playeras. En Guatemala el estudio de las aves playeras es reciente, ya que en 2021 se documentó el primer registro de anidación del chorlo de Wilson (*Charadrius wilsonia*) en la finca camaronera Mayasal, Jutiapa (Bosarreys et al., 2019). Por esto es importante realizar más investigación sobre aves playeras residentes y migratorias en el país. El presente estudio permitirá generar información sobre la ecología reproductiva del soldadito (*H. mexicanus*) e identificar las variables del microhábitat que influyen en el éxito reproductivo de la especie. Además, permitirá obtener datos que contribuyan a la toma de medidas de manejo para la conservación de esta especie en Guatemala, y para tener información sobre la anidación de aves playeras en el país.

5 Objetivos

5.1 General

Evaluar la relación entre la ubicación, las características del microhábitat y de construcción del nido, y el éxito reproductivo del soldadito (*Himantopus mexicanus*) en estanques de una finca camaronera en Guatemala.

5.2 Específico

- Definir qué ubicación del nido tiene mayor influencia en el éxito reproductivo del soldadito (*Himantopus mexicanus*) en estanques de una finca camaronera en Guatemala.
- Identificar qué variables del microhábitat (tipo de sustrato, presencia de vegetación, cobertura del suelo y materiales del nido) influyen en el éxito reproductivo del soldadito (*Himantopus mexicanus*) en estanques de una finca camaronera en Guatemala.
- Describir el tipo de material de construcción de nidos y su relación con el éxito reproductivo del Soldadito (*Himantopus mexicanus*).

6 Hipótesis

Los nidos situados en sustratos de arena con presencia de vegetación, ubicados en el centro del estanque, con una alta heterogeneidad y sustrato grueso, tienen un mayor éxito reproductivo en comparación con aquellos que carecen de estas características.

7 Predicciones

- Los nidos contruidos en sustratos de arena tendrán un mayor éxito reproductivo que aquellos en tierra o lodo.
- Los nidos ubicados en áreas con presencia de vegetación tengan un mayor éxito reproductivo en comparación con aquellos en áreas sin vegetación.
- Los nidos situados en el centro del estanque tendrán un mayor éxito reproductivo que aquellos en ubicaciones en el medio o en el muro.
- Los nidos con una alta heterogeneidad en el sustrato tengan un mayor éxito reproductivo que aquellos con una heterogeneidad media o baja.
- Los nidos con presencia de sustrato grueso tendrán un mayor éxito reproductivo en comparación con aquellos que carecen de esta característica.

8 Materiales y Métodos

8.1 Universo

El universo de la investigación será la población de *H. mexicanus* (soldadito) que anida en hábitats no naturales. La población de interés son los soldaditos que anidan en hábitats no naturales en el Pacífico de Guatemala. La muestra a estudiar son los soldaditos que anidan en la finca Camaronera Mayasal, El Salitrillo, Pasaco, Jutiapa.

8.2 Materiales

Equipo:

Binoculares	Transportador
Telescopio y trípode	Regla transparente
GPS	Cinta métrica
Cámara	Lápiz
Boletas de campo	Cuadrante de tubo PVC de 50 x 50 cm.
Calibrador vernier	
Frasco	

8.3 Métodos

8.3.1 Sitio de estudio

La finca Mayasal se ubica en la costa del Pacífico, al sureste de Guatemala, en la aldea El Salitrillo, municipio de Pasaco, departamento de Jutiapa (figura 1). El sitio de estudio se enfocó en las regiones noreste y suroeste de la finca, específicamente en las piscinas destinadas a la pre-cría de camarón (P06, P07, P08, P21, P22, P24, P25, P26) y de cultivo (C21) (figura 2). Estos estanques de pre-cría se distinguen del resto por su proximidad a áreas de cobertura vegetal. La finca es propiedad de una de las primeras empresas de camaronicultura en Centroamérica y actualmente abarca 268.8 hectáreas con un espejo de agua de 263.2 hectáreas (Tay, 2014).

El clima en la finca es cálido, con una temperatura anual media de 26 a 30°C, una precipitación media anual de 2,300 mm y vientos temporales fuertes (Alvizuris, 2015). Según la clasificación climática de Thornthwaite (1948), la finca se encuentra en la Planicie Costera del Pacífico, mientras que la zona de vida se cataloga como Bosque Seco Subtropical (Alvizuris, 2015). La finca incluye áreas de bosque seco, manglar mixto y colinda con la playa; sus piscinas se conectan con brazos de estuarios (Tay, 2014). Presenta una extensa cobertura vegetal, incluyendo seis especies de mangle, además de otras familias vegetales predominantes como Fabaceae y Malvaceae. En cuanto a la fauna, se han registrado 74

especies de aves, 64 de anfibios y reptiles, 29 especies de mamíferos, 13 especies de peces y 9 de crustáceos (Alvizuris, 2015).

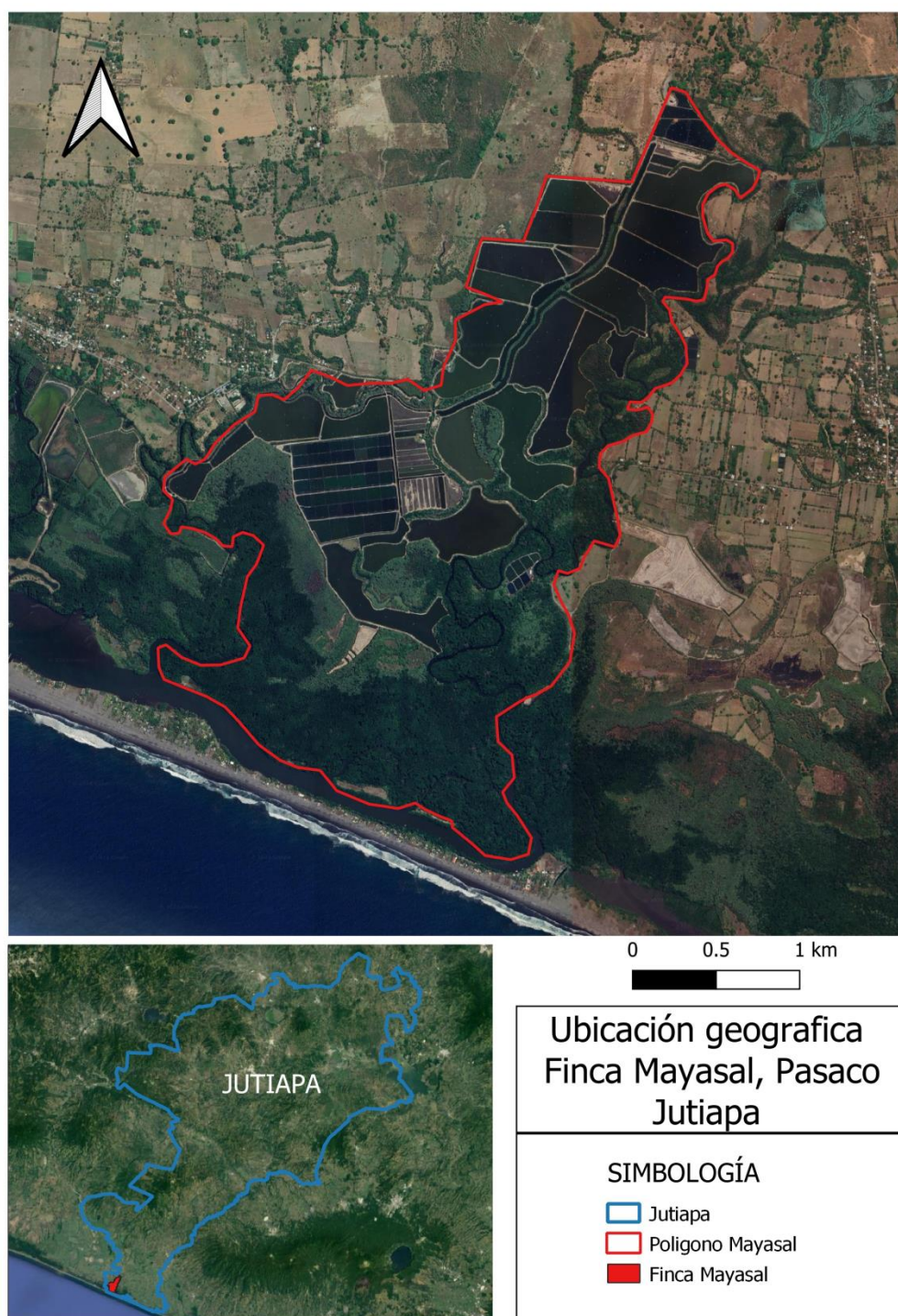


Figura 1. Ubicación geográfica de la finca Mayasal, departamento de Jutiapa, Guatemala.



Figura 2. Estanques de monitoreo de nidos en la finca Mayasal. Marcados en polígono color rojo, los estanques de pre cría de camarón P06, P07, P08, P21, P22, P24, P25, P26 y el estanque C21 de cultivo.



Figura 3. Variable ubicación de los nidos en estanques de monitoreo de nidos en Finca Mayasal. Marcado en polígono color azul: Centro; color verde: Medio; y color rojo: Muro.

8.3.2 Método para localización de nidos

La búsqueda de nidos se llevó a cabo del 12 de abril al 24 de junio de 2021; del 28 de abril al 24 de mayo de 2022, y del 17 de abril al 16 de junio de 2023, coincidiendo con la época de anidación de *H. mexicanus* en Guatemala. Se aplicó la misma metodología en los tres años.

Para localizar los nidos, se realizaron caminatas de búsqueda alrededor de los estanques y dentro de ellos. Además, se utilizó binoculares y telescopio para identificar nidos en sitios de difícil acceso. Se observó el comportamiento de las aves para encontrar los nidos, incluyendo la detección de padres incubando (permaneciendo recostados en un sitio por un tiempo prolongado sin mostrar comportamiento alterado), llamados de alerta (emitidos de forma fuerte, constante y repetitiva), padres alterados (agitación, aleteos y saltos acompañados de llamados de alerta, conocido como "Popcorn Display", falsa incubación y huida del sitio de anidación para atraer a depredadores), comportamiento territorial (vuelo alrededor y cerca del nido, a veces acompañado de llamados de alerta) y padres regresando al nido (observación a distancia y durante un tiempo adecuado para ver a los padres que, tras alterarse, regresan al sitio de anidación) (Hamilton, 1975).

8.3.3 Método para registrar y marcar nidos

Al encontrar cada nido, se completó una boleta de datos que incluía el nombre del sitio (Mayasal, nombre de la finca), las coordenadas en grado decimal, los nombres de los observadores, el ID del nido (que consistía en el año seguido de las tres iniciales de quien lo encontró, seguido del número de nidos encontrados durante el monitoreo), la fecha y hora en que se encontró el nido, la especie a la que pertenece el nido, el número de estanque, el método de detección utilizado, el número de huevos, el método utilizado para determinar la fecha de inicio del nido, las medidas de largo y ancho de los huevos, un dibujo de la ubicación del nido en el estanque y referencias sobre las características del nido.

8.3.4 Método flotar huevos

En el caso de los nidos con la puesta completa de huevos (cuatro huevos para *Himantopus mexicanus*), se estimó la fecha inicial flotando dos de los huevos. Para ello, se colocó suficiente agua en un recipiente transparente para cubrir el huevo. Se sumergió el huevo hasta que llegara al fondo y se midió con un transportador el ángulo de inclinación desde el extremo angosto hasta el extremo ancho del huevo. Además, se determinó el estado de flotación utilizando la clasificación de Noszály y Székely (1993).



Figura 4. Flotación de huevos de *H. mexicanus*. Nota: Fotografías tomada por: Melanie Ortiz.

8.3.5 Cálculo de fecha de inicio del nido

Para calcular la fecha de inicio de la nidada, primero se determinó si era completa o incompleta, lo cual se verificó con los datos de las visitas a los nidos registradas en las boletas. En caso de ser una nidada incompleta (con menos de 4 huevos), se utilizó la fecha en la que se encontró el nido y la cantidad de huevos registrados en la boleta de campo para estimar la fecha de inicio del nido. Se asumió que se había puesto un huevo por día, ya que según Cuervo (2003), en el género *Himantopus*, el intervalo entre la puesta de dos huevos consecutivos es de aproximadamente un día, y el periodo desde la finalización de la puesta hasta la eclosión del primer huevo es de unos 22 a 25 días. Se realizó un conteo regresivo de los días hasta completar el número de huevos, comenzando desde la fecha en que se registró el nido, como se describe en Székely et al. (2007).

Para estimar el primer día de incubación, se consideró que cada día se puso un huevo, comenzando con el primer huevo en la fecha de inicio, el segundo huevo el día siguiente, y así sucesivamente, hasta que la madre colocara su último huevo en el nido, lo cual marcaría el inicio de la incubación. Para determinar la fecha de eclosión de los huevos, se sumaron 25 días a la fecha de incubación estimada, ya que es el periodo reportado en el que los huevos de soldadito eclosionan, según Robinson et al. (2020).

En caso de encontrar grietas, estrellas de eclosión o huecos en los huevos o crías al monitorear el nido cerca de la fecha prevista de eclosión, se calculó la fecha de inicio del nido restando el número de días típicos de eclosión (entre 23 y 30 días), según Hamilton (1975). Para determinar el día inicial del nido para la nidada completa de cuatro huevos, se utilizó el método de flotación desarrollado por Olivier Pineau, tal como se detalla en Székely et al. (2008) (ver anexo 1. Este método utiliza una escala que

abarca de 0 a 30 días de eclosión, asociando el número de huevos que eclosionaron durante ese intervalo. Además, se empleó de manera alternativa el método propuesto por Noszály y Székely (1993) (ver anexo 2), el cual asigna un código según el estado de flotación de los huevos, siguiendo los mismos grados de inclinación del método original descrito por Székely et al. (2007). Este enfoque proporciona la media y la desviación estándar del número de días de incubación, así como la cantidad de huevos utilizados para calibrar el método. Para calcular el día de incubación y la fecha de eclosión, se aplicó el mismo procedimiento mencionado anteriormente para la nidada incompleta.

8.3.6 Visitas a los nidos y estimación de supervivencia

Los nidos se visitaron semanalmente para monitorear el estado de los huevos y el destino de los nidos. En la boleta utilizada, se registró la fecha de cada visita, la hora, el número de huevos, adultos, crías y el estado del nido (Riecke et al., 2019). El destino del nido se clasificó como: exitoso (cuando al menos un huevo eclosionó con evidencia de crías, fragmentos menores a 5 mm o diente del huevo), fracaso por depredación (evidencia del depredador como plumas o huellas, nido destruido, fragmentos de huevo mayores a 5 mm o ausencia de huevos 4 días antes de la eclosión), fracaso por abandono (huevos dentro del nido y adultos ausentes o huevos infértiles), fracaso por clima (nidos inundados o huevos enterrados), fracaso (si se sabe que el nido fracasó pero no hay evidencia de la causa), destino desconocido (no se puede determinar el destino del nido o hay evidencia contradictoria) e indeterminado (nido vigente pero el tiempo de monitoreo impide concluir sobre el mismo) (Riecke et al., 2019).

8.3.7 Composición de los nidos:

Se colocó un cuadrante de tubo PVC de 50 x 50 cm en cada nido encontrado, de modo que el nido quedara en el centro del cuadrante. Utilizando el mismo ID del nido registrado en la boleta mencionada anteriormente, en el campo se recopilaron los datos del microhábitat del nido (tipo de sustrato, ubicación del nido, heterogeneidad del sustrato, presencia de vegetación y presencia de sustrato fino o grueso) (ver cuadro 1) observados dentro del cuadrante. Posteriormente, se tomó una fotografía del nido dentro del cuadrante, la cual se alineó con los nueve cuadrantes fotográficos. Para determinar el porcentaje de vegetación presente en el cuadrante del nido, se utilizó el software CobCal Versión 1.0, que analiza fotos digitales empleando técnicas de colorimetría para calcular el porcentaje y la superficie de la cobertura vegetal en un espacio muestral (Ferrari et al., 2006). Para reducir el error humano, todas las fotos de los nidos se analizaron dos veces en el software. Finalmente, utilizando la fotografía, se describió el tipo de material de construcción de cada nido registrado.

8.3.8 Variables de respuesta y explicativas

Colecta de datos

Las variables utilizadas en este estudio se obtuvieron de los registros de datos recopilados durante el monitoreo de nidos de aves playeras realizado en los meses de abril a junio de los años 2021, 2022 y 2023.

La variable de respuesta se definió como el éxito de eclosión de los huevos de soldadito encontrados en los tres años. Un nido se consideró exitoso cuando al menos uno de los huevos había eclosionado.

En cuanto a las variables explicativas, el tipo de sustrato se registró mediante fotografías y anotaciones sobre lo observado en el sitio donde se encontraba el nido. El sustrato se clasificó en las siguientes categorías: arena, tierra, lodo o vegetación. Además, se registró la presencia o ausencia de vegetación y el porcentaje de cobertura vegetal o de suelo al observar el microhábitat de cada nido. Los estanques de las camaroneras (ver figura 2) donde se encontraron los nidos se dividieron en tres ubicaciones: i) centro, ii) medio y iii) muro (ver figura 3). La heterogeneidad del sustrato del nido se clasificó en tres tipos: a) alta, b) media y c) baja (ver figura 3), según la presencia de diversidad y cantidad de materiales observados en los nidos, ya sea a través de fotografías o en campo. Por último, se realizó una clasificación de los materiales utilizados para la construcción de cada nido y se determinó la presencia de un sustrato fino o grueso (ver figura 3) mediante el análisis de las fotografías y los datos recopilados en campo.

Cuadro 1. Listado de las variables del microhábitat de los nidos de *H. mexicanus*.

		Unidad de medida
Variables de respuesta	éxito reproductivo	1: al menos un huevo eclosionó. 0: ningún huevo eclosionó.
Variables explicativas	Tipo de sustrato	Arena, tierra, lodo, vegetación, otros.
	Presencia de Vegetación	Presente/ausente
	Cobertura del suelo	% Cubierto con vegetación
	Ubicación de los nidos	- Centro: Los nidos que se encuentren en un radio de 20m en el centro del estanque - Medio: Los nidos que se encuentren fuera del triángulo de 20m, pero adentro del estanque

		- Muro: Los nidos que se encuentren sobre el muro. -Borde del muro: Los nidos que se encuentren en los bordes del muro.
	Heterogeneidad del sustrato del nido	-Alta: Los nidos que posean 5 o más tipos de materiales distintos en el sustrato. -Media: Los nidos que posean 3 o 4 materiales distintos en el sustrato. - Baja: Los nidos que posean 2 o menos materiales distintos en el sustrato.
	Presencia de sustrato	-Sustrato fino: arena, lodo o tierra. -Sustrato grueso: conchas, ramas, vegetación, piedras, percebes.

8.3.9 Análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos se realizaron en el programa R 3.5.3 (Team, 2016). Se elaboró un modelo lineal generalizado (GLM) utilizando el set de variables descritas en el Cuadro 1. Este permitió estimar el efecto que existe entre el eje X (variables explicativas) y el eje Y (variable de respuesta) (Gras, 1996).

- **Análisis descriptivo de las variables**

Se realizó un análisis estadístico descriptivo que incluyó gráficas y tablas que expliquen la media, mediana, moda y varianza obtenidas en las variables continuas y categóricas presentes en el Cuadro 1. Además de un grafico que explique la influencia de la ubicación del nido sobre el éxito reproductivo de *H. mexicanus*.

- **Modelo Lineal Generalizado**

Se refiere a modelos de regresión lineal convencionales para una variable de respuesta continua y/o categórica, incluye regresión lineal múltiple, así como ANOVA y ANCOVA (Ricci, 2012). Para este estudio se realizó un GLM con variables continuas y categorías (ver Cuadro 1), ya que el diseño de un modelo mixto posee naturaleza fija y efectos aleatorios los cuales nos permitieron explicar el efecto de las variables en el éxito reproductivo de *H. mexicanus*.

Los GLM se caracterizan por tener tres componentes:

1. **Componente aleatorio:** Especifica la distribución de probabilidad de la variable de respuesta
2. **Componente sistemático:** Especifica las variables explicativas del modelo, más específicamente.
3. **Función de enlace:** Indica como se relaciona el valor esperado de la respuesta con la combinación lineal de variables explicativas.

La ecuación del análisis estadístico de los GLM es:

$$y_i = \beta_0 + \beta_i X_i + E_i$$

Donde “ y ” es la variable de respuesta, β_0 es el intercepto, β_i son los coeficientes estimados de las variables explicativas, X_i es el set de covariables, E_i es el error aleatorio.

- **Descripción del tipo de material de construcción de nidos**

A partir de las fotografías de nidos, se realizó un análisis descriptivo, donde se identificaron los materiales presentes y se calculó la proporción de cada uno dentro de un área de 0.5 m². Asimismo, se registró el número de materiales en cada nido, los materiales más frecuentes y menos frecuentes. Se documentó información relevante que se encontró en las fotografías y que contribuyó a la descripción detallada del microhábitat de anidación.

Los materiales se categorizaron como: lodo (mezcla de tierra y abundante agua observado con una coloración oscura uniforme), tierra seca (sustrato con grietas, coloración clara y fragmentos sueltos alrededor), vegetación viva (gramíneas y suculentas con coloración verde y apariencia hidratada), vegetación seca (hojas de apariencia deshidratada y coloración marrón), conchas (principalmente de bivalvos), piedras, percebes (conchas blancas vermiformes alrededor de los nidos) y otros (clasificados como materiales inusuales, plumas y huesos).

9 Resultados

Durante los tres años de monitoreo se encontraron 136 nidos de soldadito, con un total de 402 huevos y un rango de 1 a 4 huevos por nido. El año 2023 destacó como el período con el mayor número de nidos registrados, alcanzando un total de 55 nidos. Esta cifra marcó un notable aumento en comparación con los años anteriores, donde se contabilizaron 31 nidos en el año 2021 y 50 nidos en el año 2022.

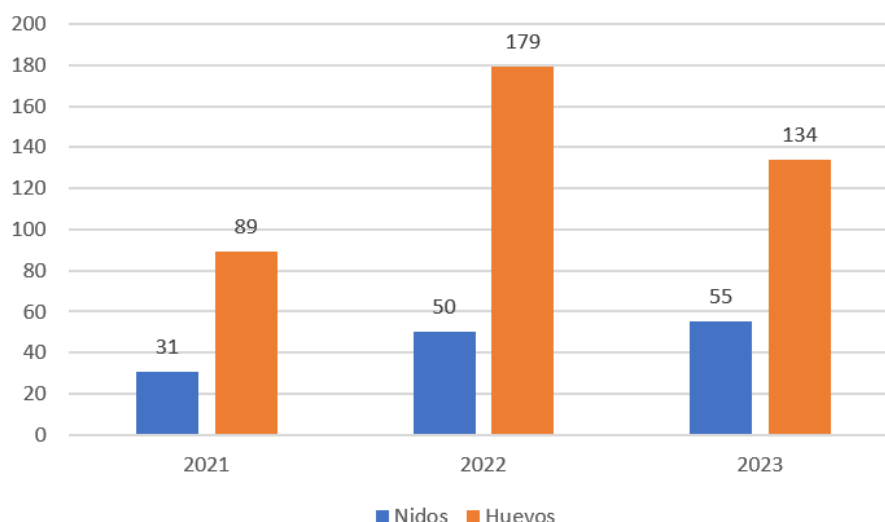


Figura 5. Número de nidos y huevos por año de *Himantopus mexicanus* en camaronera Mayasal.

En el año 2022 se registró un 64% de éxito y un 36% de fracaso, seguido por el año 2021 con un porcentaje de éxito del 41.93% y un 58.07% de fracaso. El año 2023 mostró el porcentaje más alto de fracasos, con un 69.07%, y el menor número de nidos exitosos, alcanzando solo un 30.39%.

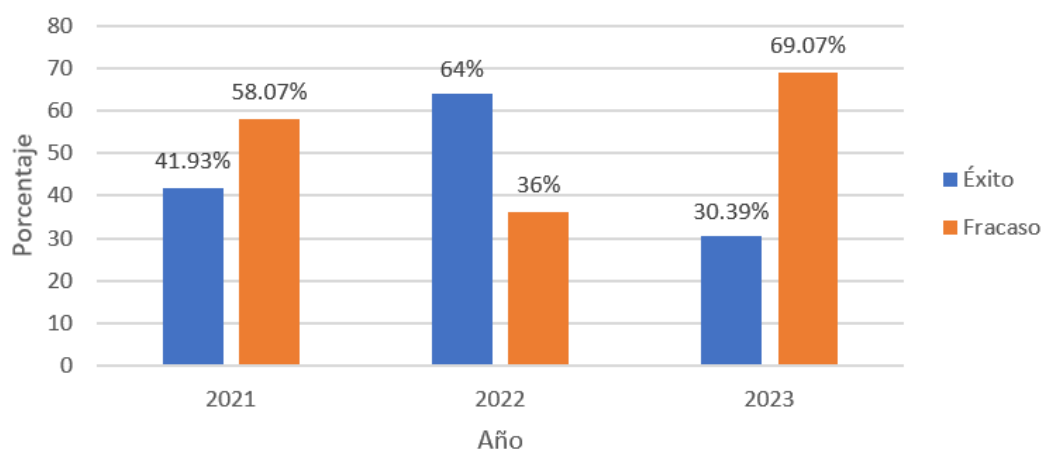


Figura 6. Porcentaje de éxito y fracaso de reproducción de *Himantopus mexicanus* del año 2021 al 2023, en Finca Mayasal, El Salitrillo, Moyuta, Jutiapa.

Se determinó que del año 2021 al 2023, la ubicación en el borde del muro tuvo la mayor influencia en el éxito reproductivo del soldadito, representando el 50% (29 nidos) de éxito. Le siguieron el muro con un 19% (11 nidos), y las ubicaciones en el centro y medio del muro con un 16% (9 nidos) cada una.

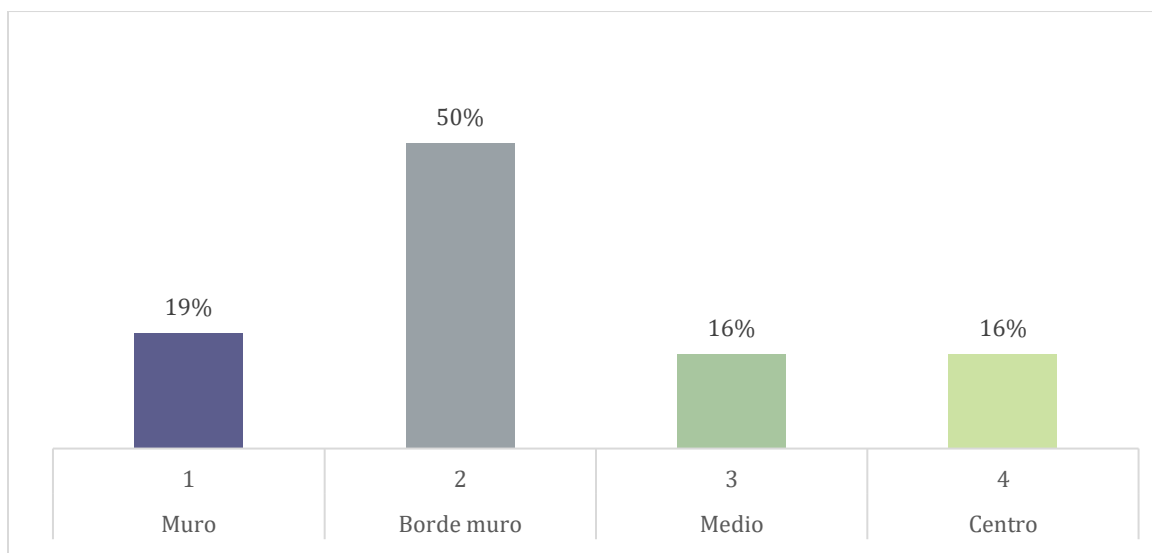


Figura 7. Influencia de la ubicación del nido en el éxito reproductivo de *H. mexicanus* del año 2021 al 2023.

Se emplearon 11 modelos lineales generalizados (GLM) para analizar la relación entre el éxito de eclosión y seis variables explicativas (ver cuadro 1). Se determinó que el modelo 11 es el más parsimonioso, ya que tiene el AIC más bajo entre todos los modelos evaluados. Se encontró que las variables "presencia de vegetación" ($p = 0.0129$) y "heterogeneidad media" ($p = 0.0480$) tienen valores de p inferiores a 0.05 (ver cuadro 2), lo que indica un efecto significativo en el éxito de eclosión. Ambas variables mostraron una relación positiva con el éxito de eclosión, lo que sugiere que un mayor nivel de presencia de vegetación y una mayor heterogeneidad media en los nidos están asociados con un aumento en el éxito de eclosión de *H. mexicanus*. Los otros modelos no revelaron variables significativas y presentaron valores de AIC demasiado altos.

Cuadro 2. Variables significativas generadas en el modelo lineal generalizado 11, las cuales explican el éxito de eclosión de *H. mexicanus* en hábitats artificiales.

Variables	Estimate Std.	Error z	value	Pr(> z)
Intercepto	-1.5821	0.6924	-2.285	0.0223
Presencia de vegetación	1.0563	0.4247	2.487	0.0129
Heterogeneidad del sustrato baja	1.1766	0.7609	1.546	0.1220
Heterogeneidad del sustrato media	1.3058	0.6603	1.978	0.0480

En el cuadro No. 2 se detallan las combinaciones de las variables, el valor de K y AIC que se obtuvieron en los 11 modelos lineales generados en los análisis estadísticos. A continuación, se detalla el significado de los códigos de las variables utilizadas en la investigación: **Éxito_Re** (éxito reproductivo), **veg** (vegetación), **pres_veg** (presencia de vegetación en el nido), **Ub_nido** (Ubicación del nido), **het_sus** (heterogeneidad del sustrato), **sus_fino** (sustrato fino), **sus_grueso** (sustrato grueso), **tipo_sus** (tipo de sustrato), **cant_hue** (cantidad de huevos), **hue_eclo** (huevos eclosionados).

Cuadro 3. Criterios de información de Akaike y combinación de las variables de los 11 modelos de GLM generados, los cuales explican el éxito reproductivo de *H. mexicanus* en hábitats artificiales.

Modelo	Combinación de variables	K	AIC
2	Éxito_Re, Arena, tierra, lodo, veg, otros, pres_veg, Ub_nido, het_sus, sus_fino, sus_grueso, tipo_sus, cant_hue, hue_eclo	15	185.54
3	Éxito_Re, Arena, tierra, lodo, veg, otros, pres_veg, Ub_nido, het_sus, sus_fino, sus_grueso, tipo_sus, cant_hue,	14	185.18
4	Éxito_Re, Arena, tierra, lodo, veg, otros, pres_veg, Ub_nido, het_sus, sus_fino, sus_grueso, tipo_sus,	13	183.45
5	Éxito_Re, Arena, tierra, lodo, veg, otros, pres_veg, Ub_nido, het_sus, sus_fino, sus_grueso,	12	180.94
6	Éxito_Re, Arena, tierra, lodo, veg, otros, pres_veg, Ub_nido, het_sus, sus_fino,	11	178.5
7	Éxito_Re, Arena, tierra, lodo, veg, pres_veg, Ub_nido, het_sus, sus_fino,	10	176.33
8	Éxito_Re, Tierra, lodo, pres_veg, het_sus, sus_fino,	7	170.24
9	Éxito_Re, Tierra, pres_veg, het_sus, sus_fino	6	168.08
10	Éxito_Re, Pres_veg, het_sus, sus_fino	5	166.69
11	Éxito_Re, Pres_veg, het_sus,	4	165.41

La gráfica muestra una clara relación positiva entre todas las variables explicativas (ver cuadro 1) y el éxito reproductivo de el soldadito en hábitats artificiales. La línea ascendente indica que a medida que aumentan los valores de las variables explicativas, también aumentan los valores de la variable de respuesta (éxito reproductivo; visualizando como las variables explicativas influyen en la variable de respuesta. Este patrón sugiere que el modelo utilizado se ajustó adecuadamente a los datos observados, lo que indica que las variables explicativas son predictores importantes del éxito reproductivo de *H. mexicanus*.

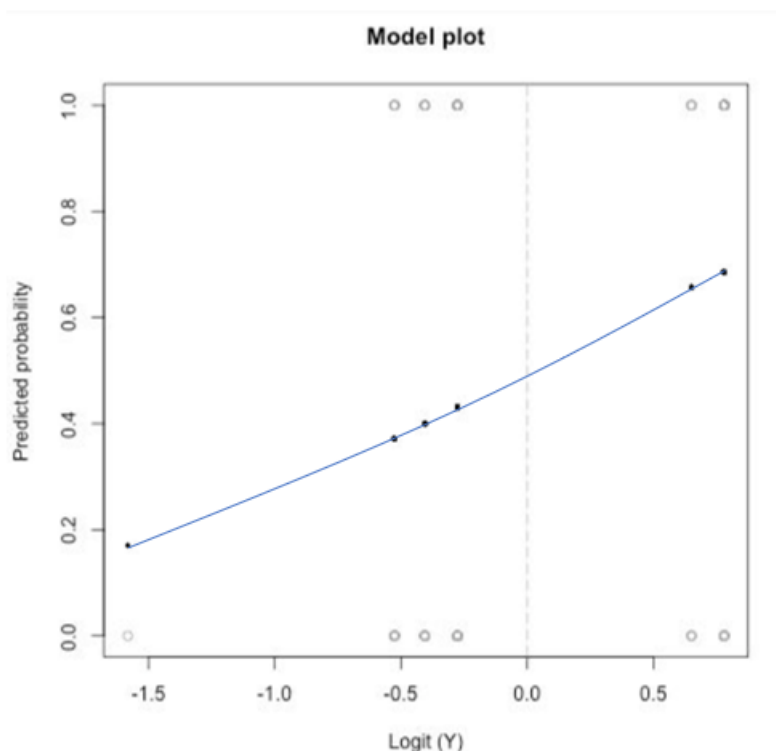


Figura 8. Modelo Lineal Generalizado – GLM- los puntos en el eje “x” corresponden a las variables explicativas (ver Cuadro 1), mientras que la línea inclinada ascendente en el eje “y” representa la variable de respuesta (éxito reproductivo). La línea muestra como todas las variables incluidas en el modelo contribuyen colectivamente a la predicción de la variable de respuesta.

Durante los tres años de monitoreo, se observó que un alto porcentaje de aves prefirió utilizar principalmente lodo y ramas como sustrato para la construcción de sus nidos. Además, se encontró que los materiales principales empleados por los soldaditos en los tres años fueron conchas (67%), percebes (32%) y ramas (74%).

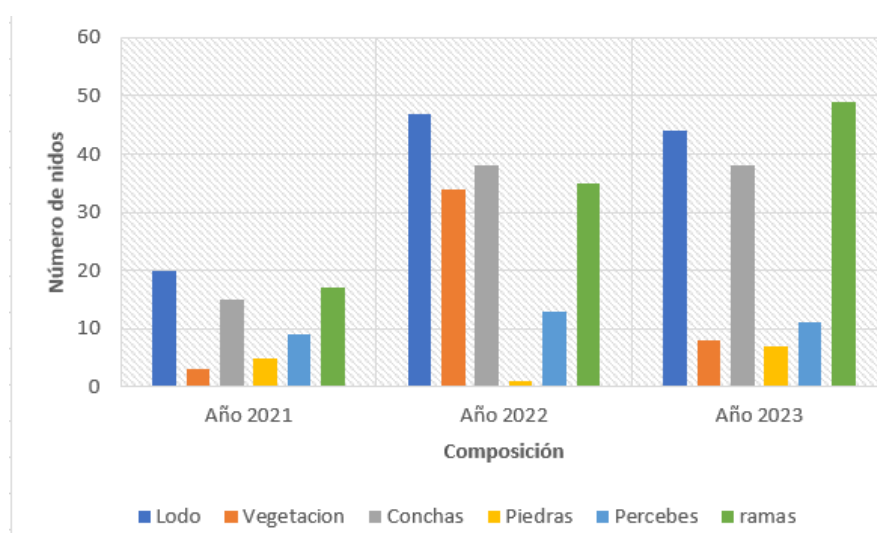


Figura 9. Composición de los nidos de *Himantopus mexicanus*. Clasificaciones de lodo, vegetación, conchas, piedras, percebes y ramas

Durante el monitoreo realizado en Finca Mayasal a lo largo de tres años, se observó que *H. mexicanus* muestra una clara preferencia por utilizar superficies lodosas con vegetación de menos de 10 cm de altura para la construcción de sus nidos. Esta elección se debe a su objetivo de proporcionar camuflaje para los huevos. Los materiales principales utilizados por el "soldadito" en la elaboración del microhábitat del nido incluyen conchas, percebes, ramas secas y ocasionalmente piedras (ver anexo 5). Estos materiales se combinan e intercalan de manera que crean un entorno heterogéneo y camuflado, con el fin de evitar la detección de los huevos por parte de los depredadores. Además, se observó que utilizaban plantas de *Sesuvium portulacastrum* para camuflar sus nidos.



Figura 10. Materiales de construcción de nidos de *H. mexicanus*

10 Discusión

La estructura del hábitat desempeña una función crucial en la selección del sitio de anidación de las aves, ya que diversos factores como la presencia de vegetación, la disponibilidad de materiales para la construcción de los nidos y la presión de depredadores influyen en el éxito reproductivo de las poblaciones (Rojas, 2015).

Durante los tres años de monitoreo de los nidos de *H. mexicanus*, se determinó que la ubicación del nido tuvo un impacto significativo en el éxito reproductivo del soldadito. Los nidos ubicados en el borde del muro de las piscinas de camarón, alcanzaron un éxito del 50% (29 nidos), comparado con otras ubicaciones (ver figura 7), proporcionando condiciones más favorables para la reproducción de la especie. Según Mendonça (2016), *H. mexicanus* es conocida por seleccionar cuidadosamente microhábitats adecuados y utilizar materiales específicos como fragmentos de vegetación, conchas y

cristales de sal para la construcción de nidos, optimizando así el microclima y mejorando la cripsis dentro del nido.

Además, la literatura indica que las aves prefieren ubicaciones de anidación que minimicen los riesgos de depredación y los efectos adversos del entorno, como la inundación (Arroyo, 2003; Cuervo, 2003). Las estrategias para minimizar el riesgo de depredación incluyen la selección de nidos cerca de objetos grandes y vegetación que aumente la cripsis, así como la anidación bajo la protección de especies con respuestas de alerta más activas ante depredadores (Powell, 2001). Esto se refleja en la figura No. 7, que detalla que la ubicación "borde del muro" fue la más seleccionada por los soldaditos para anidar, debido a la alta presencia de vegetación y la presencia de objetos grandes que ocultaban los nidos de depredadores.

Por lo tanto, la elección preferencial de los nidos en el borde del muro por parte de *H. mexicanus* no solo puede estar relacionada con la proximidad al agua y la disponibilidad de recursos alimenticios, sino también con la reducción de la exposición a depredadores terrestres y otros riesgos ambientales.

Los nidos establecidos en sustratos gruesos y heterogéneos suelen tener una mayor supervivencia, ya que son menos propensos a la depredación y proporcionan un mejor microclima para la incubación (Rojas, 2015). Además, estudios han demostrado una asociación positiva entre el tamaño de los sustratos y el éxito de eclosión de los huevos (Colwell et al., 2011), lo que respalda la importancia de la heterogeneidad del sustrato en la reproducción de las aves. La relación positiva entre la variable "heterogeneidad media" y el "éxito de eclosión" de *H. mexicanus* registrada en los tres años de monitoreo respalda esta afirmación.

La presencia de vegetación también se relaciona significativamente con el éxito reproductivo de las aves. En el año 2022, se observó un aumento notable en el uso de vegetación para la construcción de nidos, coincidiendo con el año de mayor éxito de eclosión. Estudios anteriores han sugerido que las aves pueden reducir el riesgo de depredación al seleccionar áreas con vegetación baja para ocultar los nidos mientras mantienen una vigilancia adecuada (Rojas, 2015).

En hábitats naturales, Denis et al. (2002) encontraron un alto éxito reproductivo del 90.9% en una colonia nidificante en la ciénaga de Biramas, Cuba, donde 20 de los 22 nidos encontrados resultaron exitosos. En contraste, Riecke et al. (2019) observaron tasas de éxito reproductivo mucho más bajas en humedales de la costa superior del Golfo de México en Texas, EE. UU. El éxito de los nidos fue del 0.2% en campos de arroz y hasta un máximo del 4.3% en humedales de agua dulce.

En hábitats artificiales, Echeverría (2012) encontró un éxito de eclosión del 80% en piscinas de La Libertad, Ecuador, mientras que Mendonça et al. (2018) registraron un éxito reproductivo del 3.23% en un área artificial en Brasil. Los resultados en Finca Mayasal mostraron un éxito reproductivo del 45.59%, lo que sugiere condiciones favorables para la reproducción de *H. mexicanus* en este hábitat.

La variación en el éxito reproductivo entre hábitats puede atribuirse a varios factores, como la presencia de depredadores, la calidad del sustrato, la disponibilidad de alimento y la competencia con otras especies. En hábitats naturales, *H. mexicanus* tiende a seleccionar áreas con vegetación baja y dispersa para construir sus nidos, lo que les permite maximizar la visibilidad del adulto en incubación y vigilar sus nidos para defenderlos de posibles amenazas (Gómez-Serrano y López-López, 2014). La vegetación también proporciona refugio y protección contra depredadores terrestres y aves rapaces (Jones, 2001), lo que puede influir en el éxito reproductivo de la especie. Además, estudios de seguimiento de nidos han revelado una mayor supervivencia de los polluelos en hábitats naturales debido a una menor presión de depredación y una mayor disponibilidad de recursos alimenticios (Gómez-Serrano & López-López, 2014). En hábitats artificiales, como camaroneras y estanques de piscicultura, *H. mexicanus* también utiliza la vegetación circundante para construir sus nidos. Aunque la composición de la vegetación puede diferir de la de los hábitats naturales, sigue desempeñando un papel crucial en el éxito reproductivo de la especie. Estudios han demostrado que la presencia de vegetación en camaroneras proporciona refugio y protección similar a la vegetación natural, lo que puede influir positivamente en el éxito reproductivo de *H. mexicanus* (Mendonça et al., 2018). En Finca Mayasal, las aves pueden minimizar el riesgo de depredación seleccionando sitios de anidación estratégicos, como áreas cercanas a objetos grandes y vegetación, lo que según los resultados obtenidos explica el éxito reproductivo observado.

Los resultados sugieren que las condiciones del hábitat artificial en Finca Mayasal son favorables para el éxito reproductivo de *H. mexicanus*, con tasas comparables e incluso superiores a las encontradas en algunos hábitats naturales y artificiales. Sin embargo, es importante considerar la conservación y protección de hábitats naturales, ya que estos pueden ofrecer condiciones aún más beneficiosas para la reproducción de esta especie y otras aves playeras. La vegetación desempeña un papel importante en el éxito reproductivo de *H. mexicanus*, tanto en hábitats naturales como artificiales. La conservación y protección de la vegetación circundante en hábitats artificiales pueden ser clave para garantizar condiciones adecuadas para la reproducción de esta especie. En Guatemala, sería muy valioso replicar el presente estudio en hábitats naturales, con el fin de poder conocer el éxito reproductivo del soldadito en este sitio de su área de distribución.

11 Conclusiones

- El año 2022 destacó como el período con el mayor éxito de eclosión, alcanzando un impresionante 64%. Le siguió el año 2021 con un 41.93% de éxito y, en contraste, el año 2023 mostró el porcentaje más bajo de éxito, con un 30.39%.
- El 45.59% de los nidos registrados fue exitoso durante los tres años de monitoreo y demuestra la importancia de la camaronera como sitio alternativo de anidación para las aves playeras.
- Los nidos ubicados en el borde del muro (50 %), tuvieron mayor influencia en el éxito reproductivo de *H. mexicanus* en comparación con las otras ubicaciones dentro de las piscinas de camarón.
- Las variables del microhábitat “heterogeneidad del sustrato media” y “presencia de vegetación” influyen positivamente en el éxito reproductivo de *H. mexicanus* en hábitats artificiales.
- Los componentes más utilizados por *H. mexicanus* para la construcción de los nidos en los 3 años de monitoreo fueron lodo (82%), conchas (67%), percebes (24%) y ramas (74%).

12 Recomendaciones

- Continuar con los proyectos de conservación y monitoreo de aves (y biodiversidad) en la camaronera, implementar el uso de cámaras trampa e iniciar monitoreos de otras especies para obtener más información sobre la importancia de la camaronera para la biodiversidad.
- Replicar el presente estudio en otros hábitats artificiales que reporten presencia de *H. mexicanus*, con el objetivo de tener más información de la ecología reproductiva de la especie en Guatemala.
- Fortalecer alianzas con industrias, universidad, comunidades, entre otras organizaciones, que contribuyan a la conservación e investigación de especies playeras en Guatemala.
- Coordinar y generar ideas y estrategias de manejo y conservación utilizando los datos del monitoreo, para garantizar la sostenibilidad en la producción, pero también de los hábitats y especies en la camaronera.
- Replicar el presente estudio en hábitats naturales de Guatemala con el fin de conocer y comparar el éxito de eclosión de la especie, ya que los hábitats naturales ofrecen condiciones muy beneficiosas para la reproducción de *H. mexicanus* y otras especies de aves playeras.

13 Referencias Bibliográficas

- Alvizuris, A. (2015). *Cultivo de camarón blanco, Litopenaeus vannamei, Finca Acuamaya, aldea El Salitrillo municipio Pasaco, departamento de Jutiapa* [Tesis de Licenciatura]. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Amaro, L., & Goyoneche, G. (2017). The Biologist (Lima). *Biologist* (Lima), 15(1), 155-171.
- Anderson, L., Valderrama, F., Darryl, E., Jory, D. (2019). GOAL 2019: Revisión de la producción mundial de camarones. Global Seafood Alliance. Recuperado de: <https://www.globalseafood.org/advocate/goal-2019-revision-de-la-produccion-mundial-de-camarones/>
- Andrade, L. P., Lyra-Neves, R. M., Andrade, H. M. L. S., Albuquerque, U. P., Siqueira, A. J. S., Guzzi, A., & Telino-Júnior, W. R. (2020). Records of breeding in Wilson's Plover *Charadrius wilsonia* with new localities for Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 80(1), 81–86. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.191183>.
- Arrecis, M. (2023). Política Nacional de Humedales de Guatemala. Guatemala. Editorial RARN Manera de ver. <https://rarn.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2023/11/R257 Politica Nacional de Humedales de Guatemala.pdf>
- Arroyo, G.M. (2000). Influencia de las transformaciones humanas de hábitats costeros supralitorales sobre la ecología de la reproducción de la cigüeñuela *Himantopus himantopus* y la avoceta *Recurvirostra avosetta* (Aves: Recurvirostridae) en la Bahía de Cádiz: aplicación a la gestión de espacios naturales protegidos. Tesis doctoral, Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz.
- Bosarreyes, B., Sagastume-Pinto K.V., Peña, J., Moreira-Ramírez J.F. (2021). *Guía de aves de la costa del Pacífico Guatemalteco*. The Cornell Lab of Ornithology.
- Blanco, D. E. (1999). Los humedales como hábitat de aves acuáticas. *Tópicos Sobre Humedales Subtropicales y Templados de Sudamérica*, 2142(1428), 219–228.
- Burger, J. (1987). Physical and Social Determinants of Nest-Site Selection in Piping Plover in New Jersey. *The Condor*, 89(4), 811. <https://doi.org/10.2307/1368529>.
- Carr, D. L. (2008). Farm households and land use in a core conservation zone of the maya biosphere reserve, guatemala. *Human Ecology*, 36(2), 231–248. <https://doi.org/10.1007/s10745-007-9154-1>CATHALAC.
2012. Cobertura actual de mangle en Guatemala, a través de técnicas de percepción remota. Panamá. Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe.
- Cedillo-Leal, C., Martínez-González, J. C., Briones-Encinia, F., Cienfuegos-Rivas, E., & García-Grajales, J. (2011). Importancia del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en los humedales costeros de Tamaulipas, México. *CienciaUAT*, 6(1), 18-23.
- Coleman, R. A. (1981). *The reproductive biology of the Hawaiian subspecies of the Black-necked Stilt, Himantopus mexicanus knudseni*. The Pennsylvania State University.
- Colwell, M. A., Meyer, J. J., Hardy, M. A., Mcallister, S. E., Transou, A. N., Levalley, R. R., & Dinsmore, S. J. (2011). Western Snowy Plovers *Charadrius alexandrinus nivosus* select nesting substrates that enhance egg crypsis and improve nest survival. *Ibis*, 153(2), 303–311. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2011.01100.x>
- Conabio. (2009). Manglares de México: Extensión y distribución. *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*, 100.
- CONAP, & MARN. (2009). *Biodiversidad marina de Guatemala: análisis de vacíos y estrategias para su conservación*.
- Cuervo, J.J. (2003). Cigüeñuela común – *Himantopus himantopus*. En: Enciclopedia Virtual de los vertebrados españoles. Carrascal, L. M., Salvador, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>

- Denis, D., Jiménez, A., Acosta, M., Mugica, L., Torres, O., & Rodríguez, A. (2002). Aspectos sobre la nidificación de la cachiporra (*Himantopus mexicanus*) en la Ciénaga de Biramas, Cuba. *Journal of Caribbean Ornithology*, 15(1), 34-37.
- Echeverría Martínez, G. E. (2012). *Estado actual de la población nidificante de Cigüeñuela cuellinegra Himantopus h. mexicanus linnaeus, 1758, en las lagunas de Ecuasal-Salinas, durante los meses de marzo a septiembre del 2011* (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2012.).
- FAO. (2007). The world's mangroves 1980-2005. *FAO Forestry Paper*, 153, 89.
- Ferrari, D., Pozzolo, O., & Ferrari, H. (2006). Desarrollo de software para estimación de cobertura vegetal. In *VII Congreso latinoamericano y del caribe de Ingeniería Agrícola. V Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola*.
- Gesundo, C. F., Pohlen, Z. M., Sagastume-Pinto, K. V., Bosarreyes, B., Robards, M., McNab, R., ... & McGuire, R. L. (2021). Abundance and distribution of wintering shorebirds along the Pacific coast of Guatemala.
- Gómez-Serrano, M. A., & López-López, P. (2014). Nest site selection by kentish plover suggests a trade-off between nest-crypsis and predator detection strategies. *PLoS ONE*, 9(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107121>
- Gómez, J., Ramo, C., Troscianko, J., Stevens, M., Castro, M., Pérez-Hurtado, A., ... Amat, J. A. (2018). Individual egg camouflage is influenced by microhabitat selection and use of nest materials in ground-nesting birds. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 72(9). <https://doi.org/10.1007/s00265-018-2558-7>.
- Gras, J. A. (1996). *Métodos y técnicas avanzadas de análisis de datos en ciencias del comportamiento*. Universidad de Barcelona.
- Gutierrez, M., y Windevoxhel, N. (1999). La apicultura y las áreas de manglar. *Manejo Productivo de Manglares En América Central*, pp. 137–151.
- Hamilton, R. (1975). Comparative Behavior of the American Avocet and the Blacknecked Stilt. *Ornithological Monographs*, (17), 1–98. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:COMPARATIVE+BEHAVIOR+OF+THE+AMERICAN+AVOCET+AND+THE+BLACK-NECKED+STILT#3%5Cnhttp://www.jstor.org/stable/40166701>.
- Howell, S. N. G., Webb, S. (1995). *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press.
- IARNA, URL (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar). (2012). Análisis sistémico de la deforestación en Guatemala y propuesta de políticas para revertirla. Guatemala. 48 p.
- López, J., Morales, A., Soberanis, H., & Ramírez, M. (2016). Restauración ecológica participativa del ecosistema de manglar en la reserva natural de usos múltiples Monterrico. Guatemala.
- Land, H. C. (1970). *The Birds of Guatemala*. Livingston Publishing Company.
- MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales). (2009). Política para el manejo integral de las zonas-marino costeras de Guatemala. Acuerdo Gubernativo 328-2009. Guatemala.
- Mendonça, M. L. A., Elias, A. P. R., Lunardi, D. G., & Lunardi, V. O. (2018). Four-years of monitoring a breeding colony of black-necked stilt (*Himantopus mexicanus*) on the Rio Grande do Norte State coast, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 79, 158-161.
- Morales, S., Reyes, E., & Navedo, J. G. (2019). *Aves playeras y camaronicultura: Análisis de la camaronicultura y su importancia para las Aves Playeras en Centroamérica*. Oficina ejecutiva de la Red Hemisferica de Reservas de Aves Playeras, Manomet, Massachusetts, USA.
- Morales, S., Reyes, E., & Navedo, J. G. (2019). *Aves playeras y camaronicultura: Análisis de la camaronicultura y su importancia para las Aves Playeras en Centroamérica*. Oficina ejecutiva de la Red Hemisferica de Reservas de Aves Playeras, Manomet, Massachusetts, USA.

- Navedo, J. G., y Fernández, G. (2019). Use of semi-intensive shrimp farms as alternative foraging areas by migratory shorebird populations in tropical areas. *Bird Conservation International*, 29(2), 263–276. <https://doi.org/10.1017/S0959270918000151>
- Navedo, J. G., Fernández, G., Fonseca, J., & Drever, M. C. (2015). A Potential Role of Shrimp Farms for the Conservation of Nearctic Shorebird Populations. *Estuaries and Coasts*, 38(3), 836–845. <https://doi.org/10.1007/s12237-014-9851-0>
- Navedo, J. G., Fernández, G., Valdivia, N., Drever, M. C., & Masero, J. A. (2017). Identifying management actions to increase foraging opportunities for shorebirds at semi-intensive shrimp farms. *Journal of Applied Ecology*, 54(2), 567–576. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12735>.
- Noszály, G., & Székely, T. (1993). Clutch and egg-size variation in the Kentish Plover (*Charadrius alexandrinus*) during the breeding season. *Aquila*, 100, 161–179.
- Osborne, P. L. (2012). Lakes, energy flow and biogeochemical cycling. *Tropical Ecosystems and Ecological Concepts*, 142–203. <https://doi.org/10.1017/cbo9781139057868.006>.
- Ricci, L. (2012). Modelos lineales generalizados pt.1. *Curso Regresion II*, 1–31.
- Riecke, T. V., Conway, W. C., Haukos, D. A., Moon, J. A., & Comer, C. E. (2019). Nest survival of Black-Necked Stilts (*Himantopus mexicanus*) on the Upper Texas Coast, USA. *Waterbirds*, 42(3), 261–271.
- Rodríguez, C., y Ramírez, M. (2018). Dinámica de la cobertura de manglar y del carbono asociado en Sipacate-Naranjo, Guatemala. *Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático*, 2(4), 17–26. <https://www.revistayuam.com/wp-content/uploads/2018/09/Artículo-científico-Mangle-ICC.pdf>.
- Rodríguez, B. (2023). Impacto de animales sinantrópicos sobre el éxito reproductivo del Pilpilén común (*Haematopus palliatus*) en el Humedal marino de Coihúin y Chamiza, Puerto Montt, Chile.
- Robinson, J. A., Reed, J. M., Skorupa, J. P., & Oring, L. W. (2020). Black-necked Stilt (*Himantopus mexicanus*). *Birds of the World*. <https://doi.org/10.2173/bow.bknsti.01>
- Rojas, W. (2015). *Selección del hábitat de anidación de tres especies de chorlitos (Charadrius nivosus, C. wilsonia y C. vociferus) en la Bahía de Ceuta, Sinaloa* [Tesis de Licenciatura]. Universidad Autónoma de Puebla.
- Saalfeld, S. T., Conway, W. C., Haukos, D. A., y Johnson, W. P. (2012). Alleviation of nest thermal extremes by incubating snowy plovers in the Southern high plains of Texas. *Wader Study Group Bulletin*, 119(2), 77–83.
- Secretaría de la Convención de Ramsar, (2013). *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 6a. edición*. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT), Rainforest Alliance (RA), & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2018). Estrategia Nacional de Investigación Marino-Costera para Guatemala. Guatemala.
- Smith, A., Johnson, B., & Williams, C. (2020). "Effects of Habitat Type on Hatching Rates of Eggs in *Himantopus mexicanus*." *Journal of Avian Ecology*, 45(3), 112–125.
- Székely, T., Kosztolányi, A., y Küpper, C. (2008). Practical guide for investigating breeding ecology of Kentish plover *Charadrius alexandrinus*. *University of Bath*, (September), 22. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Practical+guide+for+investigating+breeding+ecology+of+Kentish+plover+Charadrius+alexandrinus#0>.
- Stiles, F. G., Skutch, A. F. (1989). A Guide to the Birds of Costa Rica. Cornell University Press.
- Tay, C. A. (2014). *La camaronicultura en la costa sur de Guatemala, contexto, avance 2005-2012 y su perspectiva de expansión futura*. 1–116.
- Team, R. C. (2016). R: A language and environment for statistical computing. <http://www.R-project.org>.

Anexo 2. Método de Noszaly y Szekely (1993) para estimar el número de días de incubación. Los estados de flotación corresponden al número de días de incubación calibrados en el sur de Turquía. Tener en cuenta que la etapa F puede estar entre 10 días y 25-27 días.

A tojás pozíciója és hossz tengelyének a vízszintessel bezárt szöge position of egg and angle of its longitudinal axis horizontal		lebegési stádium stage of floating
	az edény alján fekszik lays on the bottom of the dish 0	A
	az edény alján fekszik, a hegyes vég leér, de a tompa vég nem emelkedik fel the pointed edge approaches the bottom, but the blunt edge has not risen < 45	AB
	az edény alján fekszik, a hegyes vég leér, a tompa vég felemelkedik the pointed edge is on the bottom, the blunt edge takes off < 45	B
	az edény alján fekszik, a hegyes vég leér, a tompa vég emelt the pointed edge is on the bottom, the blunt edge erected 45 < és < 90	C
	áll az edény alján, a hegyes vég leér the egg stands at the bottom on the pointed edge 90	D
	lebeg the egg takes off and floats	E
	a tompa vég a felszínre bukkan, a tojás úszik the blunt egg appears on the water surface	F

Incubation stage	A	AB	B	C	D	E	F
Number of days incubated (mean ± SE)	0 ± 0	0.8 ± 0.3	2.4 ± 0.4	5.0 ± 0.7	8.0 ± 0.7	10.0 ± 0.8	11.2 ± 1.2
Number of eggs used for calibration	5	7	7	6	3	3	3

Anexo 3. Tabla sobre uso de hábitats por las aves playeras en el Delta del Estero Real, Golfo de Fonseca.

HABITAT	USOS	ESPECIES DE AVES PLAYERAS	NOTAS
Planos lodosos intermareales	Alimentación	20 especies en total <i>Tringa semipalmata</i> <i>Haematopus palliatus</i> <i>Pluvialis squatarola</i> <i>Númenius phaeopus</i> <i>Calidris mauri</i> <i>C. pusilla</i> <i>C. semipalmatus</i> <i>Charadrius wilsonia</i> <i>Limnodromus griseus</i> <i>Limosa fedoa</i> <i>Calidris canutus</i> <i>Calidris virgata</i> <i>Calidris minutilla</i>	Accesible dos veces al día durante la marea baja
Salitrales Naturales (Playones, saladares)	Alimentación	<i>Calidris Himantopus</i> <i>Himantopus mexicanus</i> <i>Tringaflavipes</i> <i>Tringa melanoleuca</i> <i>Phalaropus tricolor</i>	Se usa sólo cuando tiene agua Lo utilizan más especies que requieren
	Anidación	<i>Charadrius wilsonia</i> <i>Himantopus mexicanus</i>	
	Descanso	<i>Calidris mauri</i> <i>C. pusilla</i>	
Humedales de agua dulce temporales	Alimentación	<i>Jacana spinosa</i> <i>Calidris melonotos</i> <i>Calidris minutilla</i> <i>Himantopus mexicanus</i>	
Manglares/Marismas	Descanso Refugio	<i>Numenius phaeopus</i> <i>Calidris mauri</i> <i>C. pusilla</i> <i>Tringa semipalmata</i> <i>Calidris canutus</i>	
Playa de Arena y Grava	Anidación	<i>Haematopus palliatus/ Charadrius wilsonia</i>	Uso temporal sólo para anidar o descansar
	Alimentación Descanso	<i>Calidris alba</i>	
Fincas Camaroneras	Alimentación	23 especies en total	La alimentación es efímera sólo los primeros días post cosecha
	Descanso	<i>Himantopus mexicanus</i>	
		<i>Tringa flavipes</i> <i>Tringa melanoleuca</i> <i>Charadrius collaris</i> <i>más las 20 especies del plano losodo</i>	
	Seguridad		
	Anidación	<i>Himantopus mexicanus</i>	

Anexo 4. Trabajo en Campo

© Jorge Rodríguez



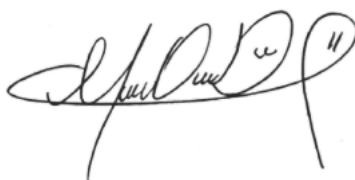
© Jorge Rodríguez

Anexo 5. Composición del Nido

La composición de los nidos se determinó para el área establecida en el cuadrante de área 2,500 cm². Los elementos utilizados para la elaboración y como sustrato del nido, se categorizaron como:

Materiales	Descripción	Imagen
Lodo	mezcla de tierra y abundante agua observado con una coloración oscura uniforme	
Tierra Seca	sustrato con grietas, coloración clara y fragmentos sueltos alrededor	
Vegetación viva	gramíneas y suculentas con coloración verde y apariencia hidratada	
Ramas secas	hojas de apariencia deshidratada y coloración marrón	
Conchas	principalmente de bivalvos	
Piedras	fragmento sólido y duro de material mineral que se forma de manera natural en la Tierra	
Percebes	conchas blancas vermiformes alrededor de los nidos	

Otros	clasificados como materiales inusuales, plumas y huesos	
-------	---	---



Br. Melanie Alin Ortiz de León

Autora



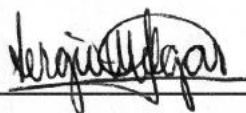
M.Sc Karla Varinia Sagastume Pinto

Asesor



Dra. Rosa Alicia Jiménez

Revisora



Dr. Sergio Alejandro Melgar Valladares

Director de Escuela



Dr. Juan Francisco Pérez Sabino

Decano en Funciones

