

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Escuela de Ciencias Biológicas
Licenciatura Biología Tropical con énfasis en Manejo de Recursos Naturales
Estudiante: Bach. Ariel A. Fonseca-Arce
Tutora: M. Sc. Carmen Hidalgo
Asesores: M. Sc. Oscar Ramírez, M. Sc. Víctor Acosta

**Caracterización de la comunidad de correlimos y análisis de aguas y
sedimentos durante sus épocas migraciones latitudinales en las salinas de
Cocoroca, Chomes, Puntarenas**

Introducción

El orden Charadriiformes agrupa aves principalmente acuáticas y terrestres (Stiles & Skutch, 2007). Dicho orden está compuesto por 19 familias, entre ellas Burhinidae, Haematopodidae, Jacanidae, Laridae, Stercorariidae, Recurvirostridae, Scolopacidae y Charadriidae, las tres últimas son llamadas aves playeras o correlimos ya que habitan principalmente humedales (O'Brien, Crossley & Karlson, 2006; Stiles & Skutch, 2007). Las aves playeras o correlimos se caracterizan por llevar a cabo procesos migratorios desde las áreas de reproducción hacia sitios de invernación y viceversa, por ejemplo, desde Norteamérica hacia Centroamérica y Suramérica (Hayman, Marchant & Prater, 1991; O'Brien et al., 2006; Elphick, 2007).

En Costa Rica se han registrado 2 especies de la familia Recurvirostridae, 10 especies para la familia Charadriidae, y 32 especies de Scolopacidae, las que suman un total de 44 especies (Sandoval, 2013; Garrigues & Dean, 2014; Garrigues et al., 2016). Según su estatus para el país hay 32 especies migratorias (M), 3 especies con poblaciones residentes y migratorias (R, M), 2 especies residentes (R) y 2 especies accidentales (A) (Garrigues et al., 2016). Además, 2 especies registradas en Costa Rica de la familia Charadriidae (*Charadrius melodus* y *Charadrius nivosus*) y cuatro de la familia Scolopacidae (*Calidris canutus*, *Calidris ferruginea*, *Calidris subruficollis*, *Calidris pusilla*) tienen estatus de conservación casi amenazadas (Piersma & Bonan, 2018a; Piersma & Bonan, 2018b).

Las aves playeras en general son un grupo poco estudiado (Davidson, Stroud, Rothwell & Pienkowski, 1998). Una de las razones puede ser la dificultad para su identificación dada la variedad de plumajes, y que en general estos no son muy llamativos. Por ejemplo, Davidson et al. (1998) exponen los grandes vacíos de información que existe en cada área de reproducción de estas aves por continente. No obstante lo anterior, actualmente contamos con guías de identificación y trabajos sobre su historia natural, editados principalmente en Norteamérica (Taylor & Message, 2005; O'Brien et al., 2006; Chandler 2009; Colwell, 2010). Así como estrategias y planes de conservación, planes de manejo, y planes de recuperación a nivel americano (Agreda, 2017; Senner, Andres & Gates, 2017).

El aspecto más estudiado de las aves playeras es la migración, aunque la mayoría de investigaciones hacen referencia a zonas templadas. Ha sido posible conocer las rutas que las aves siguen durante sus movimientos migratorios (Elphick, 2007). También sabemos

que la ruta de vuelo más común es la del este del Atlántico (Davidson et al., 1998). Myers (1983) determinó para cada especie migratoria de Norteamérica cual era su límite sureño de migración en países latinoamericanos.

En México, Engilis, Oring, Carrera, Nelson & Lopez (1998) encontraron una riqueza importante y gran abundancia de aves playeras, las cuales utilizaban dos bahías para invernar, y sugirieron que esos ecosistemas fueran designados sitios Ramsar, ya que son un santuario para estas aves. Además, determinaron que el sitio es más relevante en cuanto a la riqueza, que varios sitios similares en territorios invernales de Estados Unidos.

Suramérica también cuenta con estudios sobre algunas especies; en la Patagonia, Morrison, Ross & Niles (2004), investigaron el declive poblacional de *Calidris canutus*, y ha tenido como posible respuesta que la alteración de los sitios de paso y reabastecimiento durante su migración influye directamente en la mortalidad. En Brasil, se estudió la abundancia temporal de aves migratorias en dos playas y una isla, y tomando el tiempo de llegada de las especies encontradas pudieron inferir que algunas llegan primero a otros países más al norte antes de llegar las áreas de estudio, actualizando datos sobre rutas conocidas de migración (Naranjo, Franke & Beltrán, 1994).

En Perú, Podestá, Cotillo & Segura-Cobeña (2017) estudiaron durante tres años la riqueza y abundancia de aves playeras en un humedal y determinaron que la familia Scolopacidae es la más representativa en el sitio, que en primavera e invierno sucede la mayor ocurrencia de individuos y destacaron un año en particular como el de mayor registros migratorios. En Colombia, el estudio que realizaron Cohen-Ballesteros, Mendoza-Polo, Borja-Acuña & Martínez-Hernández (2013), sobre la composición y estructura de poblaciones de aves playeras en un área costera señaló que junto con otros lugares aledaños era el área de mayor diversidad de un departamento. Además, recalcaron que la diversidad en el lugar es favorecida por la existencia de una leve influencia antropogénica, y en cuanto a la composición determinaron que los microhábitats estudiados fueron visitados por casi todas las especies debido a que la disponibilidad de recursos presentaba cierta estabilidad.

En Costa Rica las aves playeras han sido poco estudiadas. Los primeros dos estudios se llevaron a cabo por Stiles & Smith (1977) y Smith & Stiles (1979), según los cuales anillaron aves playeras en el noroeste de la costa Pacífica, y también gracias a observaciones, brindaron nuevos aportes al conocimiento de la ocurrencia de algunas especies en el país. Es importante mencionar que estos investigadores resaltaron la carencia de información que en ese entonces había en el país sobre aves playeras.

Posteriormente, en Playa Chomes, se realizaron tres investigaciones, Pereira (1990) estudió la dieta de tres especies de correlimos, Barrantes & Pereira (1992) registraron la permanencia y la cantidad de aves playeras observadas y Pereira (1996) mostró que la característica fangosa de Playa Chomes alberga recursos alimentarios importantes para los correlimos. Estos cinco estudios a los que se ha hecho referencia son los únicos acerca de las aves playeras en Costa Rica, y permitieron identificar a los manglares y la franja costera de Nicoya como parte de las áreas importantes para la conservación de las aves en Costa Rica (Barrantes & Pereira, 2012).

Adicionalmente, la Unión de Ornitólogos de Costa Rica (UOCR) ha llevado a cabo el Censo Nacional de Correlimos a partir del año 2007, según el cual en un único día al año durante el periodo de migración neártica se muestrean varios sitios conocidos por albergar aves playeras, entre ellos las salinas de Cocoroca en Chomes. Estos censos se realizan con el objetivo de contar con información que contribuya a la protección de los correlimos (Sandoval, 2013), aunque todavía no tenemos conocimiento de propuestas en este sentido.

Con respecto a las amenazas a las que se ven expuestos los ecosistemas de humedales en los que suelen ocurrir las aves playeras, Rodríguez-Jorquera et al. (2017), se refirió en el caso de Latinoamérica a que existe gran cantidad de reportes de contaminación química en áreas protegidas producto del urbanismo, agricultura, silvicultura, industria, y minería. Los autores destacan el hecho de que a pesar de la existencia de casos de contaminación, es difícil que el tema de la prevención y afectación a la biodiversidad sea tomado en cuenta.

Investigadores expusieron la idea de que durante la migración las aves tienen amenazas potenciales debido al uso indebido y despreocupado de agroquímicos en los sitios que las aves frecuentan (Mineau, 2004; Mineau, 2009; Mineau & Palmer, 2013). Parsons, Mineau & Renfrew (2010) mencionaron algunos procedimientos de reducir la contaminación sobre aves en cultivos de arroz, y a la vez señalaron la falta de estudios sobre los pesticidas en aves.

Pretendemos que esta investigación contribuya a llenar vacíos en el conocimiento existente sobre los correlimos en Costa Rica, mediante el estudio de este grupo de aves en Cocoroca, Chomes, ya que actualmente no contamos con un estudio similar. Varios autores han descrito el escaso conocimiento acerca de este grupo de aves en el país, y además han señalado de manera muy general, las amenazas a los sitios de invernación y lugares de paso de la zona del Pacífico costarricense, necesarios para su supervivencia (Stiles & Smith, 1977; Myers, 1983; Barrantes & Pereira 1992; Barrantes & Pereira, 2012; Sandoval; 2013). La carencia de información adecuada impone límites a la conservación, puesto que entorpece y oculta la determinación de medidas necesarias y oportunas para tal fin. Al perderse el hábitat también se pierde la diversidad biológica, de la cual las aves son un factor clave.

También podríamos contribuir a reforzar la importancia del sitio, para la conservación de las aves y de los humedales involucrados. Este tipo de lugares goza de protección mundial, para lo cual existen diversos instrumentos jurídicos nacionales e internacionales. De acuerdo con Myers (1983), es difícil contar con lugares protegidos para las aves playeras migratorias. El autor menciona que esta situación se da aún en países que se hacen llamar conservacionistas, de los cuales Costa Rica podría convertirse en un ejemplo si los entes competentes no prestan atención a la pérdida de los hábitats.

Este trabajo también beneficiaría a la comunidad científica al disponer de más información acerca de este componente biológico en el sitio y de algunos aspectos del componente hidrológico como la identificación de contaminantes. Los lugareños también podrían beneficiarse conociendo la riqueza de las aves presentes y utilizando dicha

información con fines de turismo rural comunitario lo que mejoraría sus condiciones de vida a la vez que el medio ambiente del lugar sería objeto de mayores esfuerzos para su conservación.

La información obtenida podría contribuir a los esfuerzos para ampliar la existente sobre los componentes geográfico, biológico e hidrológico previstos en el Inventario Nacional de Humedales, la cual se considera muy limitada en el mismo inventario (Proyecto Humedales de SINAC-PNUD-GEF, 2018). Este inventario forma parte de la Política Nacional de Humedales 2017-2030, y es una herramienta de mejoramiento de la gestión de los mismos, finalidad también del Proyecto de Humedales y del Programa Nacional de Humedales del SINAC Decreto Ejecutivo N°36427-MINAET.

También, dicha información ayudaría a establecer cuándo llegan y cuánto permanecen las aves en el país, contribuyendo a actualizar la existente sobre la presencia en una o en ambas épocas migratorias, tal y como lo indican Stiles & Skutch (2007), Sandoval (2013), Garrigues & Dean (2014). Además, colaboraría a estudiar el comportamiento de las especies en cuanto al uso del sitio, lo cual tampoco se ha hecho en el país. En cuanto al uso del sitio en atención de necesidades ecológicas, Senner & Howe (1984) invitan a que sean investigadas en todo el ciclo anual de las aves migratorias a fin de poder conservarlas de la mejor manera.

Por otra parte, documentos realizados en el país y de carácter oficial citados anteriormente como el Inventario y la Política Nacional de Humedales y normativa nacional e internacional sobre los ecosistemas humedales de aplicación en el país como la Convención de Ramsar, destacan entre otros aspectos la importancia de esos ecosistemas en tanto hábitat de aves acuáticas, mantenimiento de nutrientes, aprovisionamiento de recurso alimentario y lugares de descanso. Asimismo, la documentación señala la dependencia de los humedales del agua, y la interacción constante entre agua y sedimento.

En consideración del valor del ecosistema humedal para las aves y las interrelaciones antes señaladas, se procederá a identificar la condición química del agua y los sedimentos en la salinas de Cocoroca y alrededores; condición que como es sabido puede dejar señales de contaminación o no en el ecosistema. Se ha planteado la necesidad del estudio de la exposición de las aves a ambientes acuáticos con pesticidas y otros contaminantes, como se indica en la Estrategia de Conservación de las Aves Playeras de la Ruta del Pacífico de las Américas (Senner, Andres & Gates, 2017).

El propósito de esta investigación es contribuir al conocimiento de la biología y algunas condiciones del hábitat al que migran los correlimos en las zonas invernales utilizadas en Costa Rica como es el Golfo de Nicoya, y específicamente en Cocoroca, Chomes. Además, de alentar a la realización de estudios de este grupo de aves en humedales para determinar la relevancia de otros sitios invernales del país.

Objetivo General

Establecer el ensamblaje taxonómico de la comunidad de correlimos en las salinas de Cocoroca, Chomes y la condición del agua y sedimento mediante la observación directa y el análisis de estos componentes.

Objetivos específicos

- Identificar la riqueza, abundancia, estadio de plumaje, preferencia del hábitat por familias y especies de correlimos en las salinas de Cocoroca.
- Reconocer los periodos de permanencia cronológica en el sitio por familias y especies de correlimos.
- Analizar parámetros químicos en agua y sedimento de manera puntual en las áreas de uso del hábitat de los correlimos.

Metodología

Área de estudio

Chomes se encuentra a cuatro m.s.n.m (Instituto Geográfico Nacional, 2005) y presenta una marea semidiurna, típica del Golfo de Nicoya (Vargas, 1988). Además, las playas y esteros son bañados por las aguas del Río Tempisque. Es una zona donde domina la estación lluviosa durante siete meses, desde mayo a noviembre, y la estación seca se muestra por cinco meses, desde diciembre a abril; en estos periodos la precipitación mensual promedio oscila entre 50-600mm (Barrantes & Pereira, 2012). El sitio pertenece al Área de Conservación Pacífico Central, y ha sido incorporado dentro del Área Importante para la Conservación de las Aves conocida como Manglares y Franja Costera de Nicoya (Barrantes & Pereira, 2012). Las salinas se encuentran entre los manglares de Cocoroca y Chomes en el límite con el Humedal Estero Puntarenas.

El sitio de estudio es una salina ubicada en el poblado de Cocoroca del distrito de Chomes, Puntarenas, Costa Rica (10° 3'34.13"N, 84°56'33.83"O, datum WGS84). Al norte de la salina hay parches pequeños de manglar mezclado con áreas de bosque en regeneración y existen caseríos que crecen de forma desordenada. A 400m se encuentra una camaronera. Al sur de la salina hay un área de manglar de aproximadamente 8ha y a 150m se encuentra una playa lodosa. Al este se encuentran pequeños cultivos de Teca (*Tectona grandis*), charrales, áreas deforestadas; además en las cercanías de este río se encuentran cultivos de papaya, melón, sandía y un establecimiento industrial de producción de alimentos concentrados. Al oeste se destaca el estero del que depende la salina.

Monitoreo de aves migratorias latitudinales

El estudio se realizará durante los meses principales de migración de las aves playeras a Costa Rica: marzo, abril y mayo, y agosto, setiembre y octubre (Stiles & Skutch, 2007; Sandoval, 2013). Se seleccionarán cinco puntos de conteo fijos por estrato debido a las condiciones irregulares del sitio. Los puntos fijos serán para no alterar a las aves con grandes desplazamientos (Ralph et al., 1996; Engilis et al., 1998). Se tomarán datos en cada punto en intervalos de 30 minutos, y cada punto será muestreado de manera aleatoria.

Los conteos se realizarán tres veces por semana cada semana de por medio. En total serían seis días de conteo por mes, y 36 días durante todo el tiempo de estudio. Se trabajará durante la mañana y tarde desde el inicio de la marea hasta faltando una hora para la marea más baja. De acuerdo con Sandoval (2013), esto ayuda a una mayor oportunidad de registrar las aves playeras que llegan a ese sitio durante esta etapa de marea.

Se registrará la riqueza y abundancia de especies presentes en la salina de Cocoroca, Chomes por conteo directo (Engilis et al., 1998). Para esto se utilizarán binoculares Vortex Diamondback 8x42 y un telescopio Swarovski Habicht AT80 HD. En cuanto a los plumajes de las especies observadas se registrarán el reproductivo y el no reproductivo de acuerdo con O'Brien et al. (2006) y Taylor & Message (2016). Además, debido a la dificultad que representa la transición de algunos plumajes de algunas especies, se utilizará una cámara Nikon COOLPIX P900 para tomar fotografías cuando haya dudas de identificación y posteriormente se hará la revisión de las mismas cuidadosamente. Se anotarán los periodos de llegada, permanencia y partida por familias, especies y estadios de plumaje durante los meses de muestreo.

La preferencia de hábitat de la salina se determinará mediante presupuestos de tiempo, por familia, especie y estadio de plumaje. Para esto se describirán y clasificarán los diferentes estratos dentro de la salina, como lo son las terrazas, eras, diques, bordes de los estanques, canales, y se usarán categorías de comportamiento para registrar estados mediante el método de barrido (Altmann, 1974), cabe destacar que este método es ideal para utilizarse en presupuestos de tiempo; dichos estados serán acicalamiento, alimentación, descanso y movimiento. Para registrar estos comportamientos se trabajará con los primeros 20 individuos por especie que se encuentren en el borde de las bandadas, debido a que la actividad de estas aves tiende a ser muy dinámica al igual de que puede haber cantidades de cientos individuos por especie lo que dificulta estudiarlos en su totalidad. Si se encuentra un número igual o menor al establecido se describirá el comportamiento para todos los individuos por especie. Estas observaciones se desarrollarán en los mismos puntos de conteo fijos y se realizarán luego de los 30 minutos de conteos por punto, y la extensión por cada punto sólo dependerá del tiempo que dure cada barrido.

Análisis químico para determinación de residuos de agroquímicos en agua y sedimento

Para identificar la presencia de contaminantes se tomarán muestras de agua y sedimento en Cocoroca y cercanías de la salina en un radio de 3 Km, y se analizarán en el Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas (LAREP) ubicado en la sede central de la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA). Tanto para agua como para sedimento se tomarán cinco puntos, los cuales serán escogidos en sitios críticos determinados mediante observación, los cuales serían principalmente en la salina, el estero cerca de la salina, la playa fangosa, y el Río Lagarto. La toma de muestras se hará durante un día, y se realizará en ambas épocas migratorias, específicamente en el mes de inicio de cada época, debido a que los análisis de laboratorio durarán aproximadamente un mes. Para cada muestra de agua se tomará 1 L de manera puntual, y se almacenará en botellas de vidrio del mismo volumen, con tapa de teflón; las botellas se mantendrán refrigeradas o en hielo y serán analizadas en periodos no mayores a 48 horas.

La variable de sedimento se tomará en cada punto mediante muestras compuestas utilizando una espátula. La muestra compuesta consistirá en recoger cantidades de 250 g de cuatro puntos cercanos al punto central escogido, y se pondrán en un balde para

mezclarlas y así extraer un contenido final de 250 g por punto; esta mezcla se hará para lograr abarcar un ámbito mayor de contaminantes presentes en una misma zona. Estas muestras de sedimento se depositarán en recipientes plásticos que luego serán congelados hasta su respectivo análisis; en estas condiciones dichas muestras se mantienen en buen estado varias semanas hasta que sean analizadas.

Tanto para aguas como para sedimentos se analizarán contaminantes emergentes, donde de manera inicial a cada muestra se le realizará una extracción en fase sólida. Luego se procesarán en una cromatografía líquida con detector de masas con el equipo WATERS XEVO TQ-S micro, y en una cromatografía de gases con el equipo AGIENT TECHNOLOGIES 7890 A. Ambas para lograr un reconocimiento amplio de posibles plaguicidas. Y sólo para sedimentos se medirá el mercurio con el equipo NIPPON MA-3000.

Además, en el Laboratorio de Calidad de Aguas de la Escuela de Ciencias Biológicas de la UNA, ubicado en Puntarenas en la Estación de Biología Marina, se analizarán nutrientes en muestras de aguas tomadas en el sitio de estudio con la misma metodología anterior, en los mismos cinco puntos y de igual manera en ambas épocas del año. Los nutrientes analizados serán: amonio-amoniaco ($\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$), nitritos (NO_2^-), nitratos (NO_3^-) y ortofosfatos (PO_4^{3-}). Las muestras serán analizadas mediante métodos espectrofotométricos basados en colorimetría y se usará un espectrofotómetro marca Shimadzu UV Mini-1240, siguiendo la metodología propuesta por Strickland & Pearson (1972). Se aclara que estos análisis de agua y sedimento serán producto de muestras puntuales, en ambas épocas migratorias, por lo tanto no es posible esperar conclusiones determinantes de la condición hídrica del ecosistema. Para lograr esto se requiere de más muestras, en diferentes momentos del año y condiciones climáticas, además de un muestreo sistemático y consideración de otras variables que entran en juego en la valoración de un cuerpo de agua. Sin embargo, estos análisis significarían un punto de partida para investigar más.

Análisis estadístico

Se utilizarán los conteos y se obtendrán los promedios por intervalo de tiempo y estos se considerarán para estimar la abundancia relativa. Además, se utilizarán índices de similitud de Jaccard para comparar la variación mensual. También utilizarán estimadores de abundancia relativa por especie, mes y por estadios, así como métodos no paramétricos para estimación de riqueza mediante curvas de acumulación de rarefacción, y se complementará con el índice de Chao para determinar especies no registradas. Además, se realizará una lista de todas las especies registradas durante el estudio con su estatus según la Lista Oficial de Aves de Costa Rica (Garrigues et al., 2016). Los comportamientos serán comparados mediante tablas de contingencia (χ) para ver si existe dependencia de la época migratoria. Y la cronología de las aves playeras en las salinas se analizará mediante estadística descriptiva utilizando el promedio y la desviación estándar como medida de variación.

Referencias

- Agreda, A. E. (2017). Plan de Conservación para Aves Playeras en Ecuador. Resumen Ejecutivo. Aves y Conservación / BirdLife en Ecuador, Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras. Quito, Ecuador. p58
- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49(3), 227- 266.
- Barrantes, G. & Pereira, A. (1992). Abundancia y fluctuaciones de aves limícolas (Charadriiformes) en una playa fangosa de Chomes, Costa Rica. *Revista Biología Tropical*, 40, 303-307.
- Barrantes, G. & Pereira, A. (2012). Manglares y franja costera de Nicoya (CR004). En: *Áreas importantes para la conservación de las aves en Costa Rica* (Sandoval, L. & Sánchez, C., eds.) (pp. 61-65). Unión de Ornitólogos de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Chandler, R. J. (2009). *Shorebirds of North America, Europe, and Asia*. Princeton University Press.
- Cohen-Ballesteros, S., Mendoza-Polo, J., Borja-Acuña, R., & Martínez-Hernández, N. (2013). Composition and structure of shorebirds in Punta Astillero, Atlántico, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 17(1), 129-143.
- Colwell, M. A. (2010). *Shorebird ecology, conservation, and management*. California, E.E.U.U.: University of California Press.
- Davidson, N. C., Stroud, D. A., Rothwell, P. I., & Pienkowski, M. W. (1998). Towards a flyway conservation strategy for waders. *International Wader Studies*, 10, 24-38.
- Engilis, Jr. A., Oring, L. W., Carrera, E., Nelson, J. W., & Lopez, A. M. (1998). Shorebird surveys in Ensenada Pabellones and Bahía Santa María, Sinaloa, Mexico: critical winter habitats for Pacific flyway shorebirds. *The Wilson Bulletin*, 332-341.
- Elphick, J. (2007). *The atlas of bird migration: tracing the great journeys of the world's birds*. New York, E.E.U.U: Firefly Books.
- Garrigues, R., Araya-Salas, M., Camacho-Varela, P., Montoya, M., Obando-Calderón, G., & Ramírez-Alán, O. (2016). Lista Oficial de las Aves de Costa Rica – Actualización 2016. Comité de Especies Raras y Registros Ornitológicos de Costa Rica (Comité Científico), Asociación Ornitológica de Costa Rica. *Zeledonia* 20:2. San José, Costa Rica. (Versión Online. Incluye últimos cambios aceptados por el Comité publicados primero en-línea).
- Garrigues, R. & Dean, R. (2014). *The birds of Costa Rica*. San José, Costa Rica: A Zona Tropical Publication.

- Hayman, P., & Marchant, J., T. Prater. (1991). *Shorebirds. An identification guide to the waders of the world*. London: Christopher Helm (A. & C. Black).
- Mineau, P. (2004). Birds and Pesticides: Are Pesticide Regulatory Decisions Consistent with the Protection Afforded Migratory Bird Species Under the Migratory Bird Treaty Act? *William & Mary Environmental Law and Policy Review*, 28(2), 313.
- Mineau, P. (2009). Birds and pesticides: is the threat of a silent spring really behind us?. *Pesticides News*, (86), 12-18.
- Mineau, P., & Palmer, C. (2013). *The impact of the nation's most widely used insecticides on birds*. American Bird Conservancy.
- Morrison, G. R. I., Ross, K. R., & Niles, L. J. (2004). Declines in wintering populations of Red Knots in southern South America. *The Condor*, 106(1), 60-70.
- Myers, J. P. (1983). Conservation of migrating shorebirds: staging areas, geographic bottlenecks, and regional movements. *American Birds*, 37(1), 23-25.
- Naranjo, L. G., Franke, R., & Beltrán, W. (1994). Migration and Wintering of Western Sandpipers on the Pacific Coast of Colombia (Migración e Invernada de *Calidris mauri* en el Litoral Pacífico de Colombia). *Journal of Field Ornithology*, 194-200.
- O'Brien, M., Crossley, R., & Karlson, K. (2006). *The shorebird guide*. New York, E.E.U.U: Lugar, País: Houghton Mifflin Harcourt.
- Parsons, K. C., Mineau, P., & Renfrew, R. B. (2010). Effects of pesticide use in rice fields on birds. *Waterbirds*, 193-218.
- Pereira, A. (1990). *Ecología de la alimentación de los correlimos (Aves: Scolopacidae) de una playa fangosa del Golfo de Nicoya, Costa Rica*. (Tesis de Maestría). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Pereira, A. (1996). The impact of foraging by sandpipers (Scolopacidae) on populations of invertebrates in the intertidal zone of Chomes Beach, Gulf of Nicoya, Costa Rica. *International Water Studies* 8.
- Piersma, T. & Bonan, A. (2018a). Plovers (Charadriidae). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona. (retrieved from <https://www.hbw.com/node/52243> on 8 April 2018).
- Piersma, T. & Bonan, A. (2018b). Sandpipers, Snipes, Phalaropes (Scolopacidae). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.). *Handbook of the*

Birds of the World Alive. Lynx Edicions, Barcelona. (retrieved from <https://www.hbw.com/node/52244> on 8 April 2018).

Podestá, J., Cotillo, A., & Segura-Cobeña, E. (2017). Variación temporal de la riqueza y abundancia de aves playeras limícolas en el humedal costero “Poza de la Arenilla”-La Punta, Callao. *The Biologist*, 15(1).

Proyecto Humedales de SINAC-PNUD-GEF. (2018). Inventario Nacional de Humedales. SINAC/PNUED/GEF. 172 pp

Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F., & Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. *Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159*. Albany, CA: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. 46 p, 159.

Rodríguez-Jorquera, I. A., Siroski, P., Espejo, W., Nimptsch, J., Choueri, P. G., Choueri, R. B., Moraga, C.A., Mora, M., & Toor, G. S. (2017). Latin American protected areas: Protected from chemical pollution?. *Integrated environmental assessment and management*, 13(2), 360-370.

Sandoval, L. (2013). *Guía de correlimos de Costa Rica*. San José, Costa Rica: Unión de Ornitólogos de Costa Rica.

Senner, S. E., Andres, B. A., & Gates, H. R. (2017). Estrategia de Conservación de las Aves Playeras de la Ruta del Pacífico de las Americas. National Audubon Society, Nueva York, EE.UU. Disponible en: <http://www.shorebirdplan.org>

Senner, S. E., & Howe, M. A. (1984). Conservation of nearctic shorebirds. In *Shorebirds* (pp. 379-421). Springer, Boston, MA.

Smith, S.M. & Stiles, F.G. (1979). Banding studies of migrant shorebirds in northwestern Costa Rica. *Studies in Avian Biology*, (2), pp 41-47.

Stiles, F.G., & Skutch, A.F. (2007). *A guide to de birds of Costa Rica*. Santo Domingo, Heredia. Instituto Nacional de Biodiversidad.

Stiles, F. G., & Smith, S. M. (1977). New information on Costa Rican waterbirds. *The Condor*, 79(1), 91-97.

Strickland, J.D.H., & T.P. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. 2° ed. Bulletin, vol 167. Fisheries Research Board of Canada.

Taylor, D. W., & Message, S. (2005). *Shorebirds of North America, Europe and Asia: a guide to field identification*. E.E.U.U.: Princeton University Press.

Taylor, D. W., & Message, S. (2016). *Waders of Europe, Asia and North America*. London: Bloomsbury Publishing.

Vargas, J. A. (1988). Community structure of macrobenthos and the results of macropredator exclusion on a tropical intertidal mud flat. *Revista de Biología Tropical*, 36(2A), 287-308.

Presupuesto

Se le solicita a la AOCR un monto de \$ 1000 para la investigación. Este dinero será utilizado para los viáticos en los seis meses del trabajo de campo. El presupuesto total del proyecto es de aproximadamente \$ 5000, de los cuales los viáticos representan una tercera parte. No se tienen otras fuentes ni confirmadas ni pendientes de financiamiento para el proyecto.

Además de esto se solicita el préstamo del telescopio de la AOCR para utilizarlo durante el muestreo. El investigador se compromete a llevarlo a las giras mensuales de la AOCR, ya que no hay choque de fechas entre estas giras con las de la investigación.

Cronograma

Cuadro 1. Actividades de la investigación a partir de marzo 2019=Mes 1.

Actividades	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10
Registro de riqueza y abundancia de correlimos	■	■	■		■	■	■			
Registro de permanencia cronológica de correlimos	■	■	■		■	■	■			
Registro de comportamiento dentro de la salina	■	■	■		■	■	■			
Toma de muestras de agua y sedimento	■				■					
Procesamiento de muestras en el laboratorio	■				■					
Registros de resultados de contaminantes			■				■			
Análisis de datos				■				■		
Borrador TFG									■	
Defensa TFG										■