

Anidación del chorlo nevado (*Charadrius nivosus*) en Atotonilco, Jalisco, México

Nesting of the snowy plover (*Charadrius nivosus*) in Atotonilco, Jalisco, Mexico

Raúl Said Quintero-Félix¹

<https://orcid.org/0000-0002-7182-5988>
saidfelix@gmail.com

Filiberto González-Martín del Campo*^{1, 2}

<https://orcid.org/0000-0001-5558-219X>
fili.gmd@gmail.com,

Carlos Contreras-Terrazas¹

<https://orcid.org/0000-0003-3910-2015>
ccontrerast100@gmail.com

Gibrán Sánchez-Hernández³

<https://orcid.org/0000-0002-0152-1380>
gisah16@gmail.com

*Corresponding author

1. Eco Kaban A.C., Ciudad Granja, Zapopan, Jalisco, México.

2. El Colegio de la Frontera Sur, Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

3. El Colegio de la Frontera Sur, Conservación de la Biodiversidad, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

Citación

Quintero-Félix RS, González-Martín del Campo F, Contreras-Terrazas C, Sánchez-Hernández G. 2022. Anidación del chorlo nevado (*Charadrius nivosus*) en Atotonilco, Jalisco, México. Revista peruana de biología 29(4): e23131 001- 008 (Noviembre 2022). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v29i4.23131>

Presentado: 07/07/2022

Aceptado: 27/10/2022

Publicado online: 02/10/2022

Cierre de número: 25/11/2022

Editor: Leonardo Romero

Resumen

El chorlo nevado (*Charadrius nivosus*) es una de las aves playeras menos abundantes. Es una especie amenazada cuyas poblaciones se encuentran en constante declive. México es importante para las poblaciones de esta especie, pero existe poca información sobre su reproducción y amenazas. Con el objetivo obtener datos sobre su anidación y potenciales amenazas existentes, realizamos un monitoreo de la población del chorlo nevado en la laguna de Atotonilco durante la temporada reproductiva (marzo-julio) del año 2020. Efectuamos conteos de individuos y nidos, tamaño de nidada, fecha aproximada de puesta de los huevos y observaciones sobre las amenazas presentes durante este periodo. Los machos representaron el 85% (n = 140) de la población total y el mes con la mayor cantidad de nidos fue mayo (n = 15). El tamaño promedio de la nidada fue de 2.5 huevos. La superficie de agua fue variable durante los meses de muestreo, pero no se comprobó estadísticamente que a mayor desecación el tamaño de la nidada disminuyera (p = 0.09). Las principales amenazas identificadas fueron los vehículos motorizados y la ganadería. La laguna de Atotonilco es un sitio clave para la reproducción del chorlo nevado y se deben implementar acciones de manejo que permitan ampliar la presencia de agua y regulen las actividades humanas.

Abstract

The snowy plover (*Charadrius nivosus*) is one of the least abundant shorebirds. It is an endangered species whose populations are in steady decline. Mexico is important for the populations of this species, but there is little information on its reproduction and threats. To obtain data on nesting and potential threats, we monitored the snowy plover population at Atotonilco Lagoon during the breeding season (March-July) in 2020. We conducted counts of individuals and nests, clutch size, approximate egg-laying date, and observations on threats present during this period. Males represented 85% (n = 140) of the total population and the month with the highest number of nests was May (n = 15). The average nest size was 2.5 eggs. Water surface area was variable during the sampling months, but it was not statistically proven that the greater the desiccation, the smaller the nest size (p = 0.09). The main threats identified were motorized vehicles and livestock. The Atotonilco Lagoon is a key site for snowy plover reproduction and management actions should be implemented to increase the presence of water and regulate human activities.

Palabras clave:

Amenazas; aves playeras; conservación; humedales; reproducción.

Keywords:

Conservation; reproduction; shorebirds; threats; wetlands. .

Introducción

Se estima que más del 50% de los humedales en el mundo han sufrido perturbaciones humanas (Ma et al. 2010), situación que tiene un efecto negativo sobre las especies que hacen uso de este tipo de hábitat. Para las aves playeras, principalmente para las migratorias, la conservación de estos hábitats es un punto clave para su supervivencia (Haig et al. 1998). Desde 1970 se ha identificado un decremento en las poblaciones de aves acuáticas en América, asociado a la degradación de los hábitats por actividades humanas y condiciones climáticas cambiantes (Conway et al. 2005).

El chorlo nevado *Charadrius nivosus* (Cassin, 1858) es un ave playera de talla pequeña que se distribuye ampliamente en América, desde Canadá hasta Chile (BirdLife International 2021). A pesar de su amplia distribución, se encuentra amenazada debido a factores como la perturbación de los humedales y la pérdida de hábitat (del Hoyo et al. 1996, Lafferty et al. 2006). El tamaño poblacional del chorlo nevado se estima en 25869 individuos reproductores para toda Norteamérica (Thomas et al. 2012), pero su tendencia poblacional indica una disminución constante (Andres et al. 2012). Para México se estima que el tamaño poblacional del chorlo nevado corresponde al 9% de la población total de la especie, su distribución incluye ambas vertientes, pero ocurre principalmente en las costas del Pacífico mexicano y el noroeste del país, mientras que sus registros en cuerpos de agua del interior son escasos (Thomas et al. 2012, Monterrubio-Rico et al. 2020, BirdLife International 2021).

En la vertiente del Pacífico y el centro de México se ha identificado la presencia y sitios de reproducción de *C. nivosus* (Mellink et al. 2009); sin embargo, la mayoría de los trabajos se ha realizado en las playas de Ceuta (Sinaloa) donde se han estudiado detalladamente sus poblaciones (Cruz-López et al. 2017), mismas que están disminuyendo (Galindo-Espinoza & Palacios 2015). Algunos sitios del interior identificados para su reproducción en México, incluyen el lago de Cuitzeo en Michoacán (Monterrubio-Rico et al. 2020) y la laguna de Texcoco en el estado de México (DeSucre et al. 2011). Esta especie ha sido registrada en Jalisco, en la laguna de Sayula (Güitrón-López et al. 2018) y en la Laguna de Atotonilco (Monterrubio-Rico et al. 2020) donde se tienen datos desde hace seis años de una colonia reproductiva (Quintero-Félix, datos sin publicar).

El chorlo nevado prefiere hábitats arenosos que coinciden con el color pálido de su lomo, hábitats costeros de arena seca, y masas de agua interiores, por lo general desprovistos de vegetación (Muir & Colwell 2010, BirdLife International 2021). La temporada reproductiva va de abril a julio, pero puede iniciar desde marzo y extenderse hasta agosto (Conway et al. 2005, Eberhart-Phillips et al. 2020). Es un ave que presenta fidelidad al sitio de nacimiento, y a sitios donde ha tenido éxito como reproductor primerizo (Pearson & Colwell 2014). Su comportamiento reproductivo está caracterizado por la poliandría con un sesgo hacia mayor abundancia de machos y predominio de cuidados paternos (Eberhart-Phillips

et al. 2020). Las hembras pueden poner hasta tres nidadas, mientras que es menor en los machos debido a la demanda energética del cuidado de los nidos (Pearson & Colwell 2014). Los nidos son crípticos, siendo difíciles de identificar para el ojo no entrenado (Colwell et al. 2005), y por lo regular contienen tres huevos.

La presencia de agua es un factor importante en los sitios de reproducción de esta especie (Saalfeld et al. 2011), alivia el estrés calórico e influye en la presencia de individuos y en la disponibilidad de alimento (Coonway et al. 2005, Andrei et al. 2009). La ausencia de agua, la perturbación constante por ganado y vehículos, así como la presencia de depredadores son factores que afectan la reproducción del chorlo nevado (Saalfeld et al. 2011, Pearson & Colwell 2014, Cruz-López et al. 2017). Ya que el chorlo nevado desarrolla su ciclo de vida en distintas regiones geográficas, y es una de las aves playeras menos abundantes de Norteamérica (Thomas et al. 2012), la viabilidad de los nidos es un factor importante para la conservación de sus poblaciones (Ellis et al. 2015).

Los objetivos del presente trabajo fueron: 1) describir las proporciones mensuales de machos y hembras de *C. nivosus* en la colonia reproductiva en la laguna de Atotonilco, 2) analizar el tamaño de las nidadas entre meses y su relación con la presencia de agua, y 3) identificar factores de perturbación que afectan la reproducción de los chorlos nevados en la laguna de Atotonilco, Jalisco, México. Las poblaciones del chorlo nevado en cuerpos de agua de interior son las menos estudiadas y existen pocos sitios registrados de anidación y distribución de la especie en este aspecto; por esta razón, el estudio y descripción de estas zonas sería una importante herramienta para la conservación de la especie en México y Norteamérica.

Material y métodos

La laguna de Atotonilco se encuentra aproximadamente a 40 km al suroeste de Guadalajara, Jalisco (20°22'N, 103°39'W, 1352 m de altitud). Abarca parte de los municipios de Villa Corona, Zacoalco de Torres y Acatlán de Juárez (SEMADES 2007). El polígono de la laguna tiene una superficie de 2850 ha y fue designado como sitio Ramsar el 18 de marzo de 2006 (Ramsar 2021). Se considera que la superficie cubierta por agua es variable y es dependiente de los regímenes y aportaciones de agua que recibe (SEMADES 2007). De acuerdo a la clasificación de Köppen el sitio tiene un clima semicálido, encontrando las variantes subhúmedo (A) C (w), y árido semiseco (BS1h) (García 2004). Se caracteriza por una temperatura media anual entre los 18 °C y 22 °C y lluvias en verano con precipitaciones que van de 600 a 800 mm anualmente. La laguna es un sitio importante para la economía local, ya que se llevan a cabo diversas actividades, como pesca, turismo (presencia de balnearios), ganadería, entre otras (SEMADES 2007).

La colonia de anidación estudiada se localizó en las coordenadas 20°24'17"N, 103°39'47"W, a excepción de un nido ubicado en la parte sureste de la laguna. La zona urbana del poblado de Villa Corona se encuentra aproxi-

madamente a 600 m lineales de donde se localizaban los nidos. La cobertura de suelo de la zona de anidación es principalmente arenosa, con la particularidad de presencia de fragmentos pequeños de obsidiana. En las inmediaciones de la zona y en algunos puntos de la colonia de anidación, se encuentran manchones de pasto del género *Distichlis* sp. (SEMADES 2007).

Para los conteos de individuos y nidos, se utilizó un telescopio de aumento (Vortex modelo WaterProof Fully Multi Coated 20x60x80), ambos conteos fueron efectuados dentro de la ventana de censos propuesta por el *U. S. Pacific Coast Distinct Population Segment* (USFWS 2007). Durante las observaciones se registró el sexo y la edad cuando fue posible. Se llevó a cabo una salida por mes con excepción de mayo, mes en el que realizamos dos salidas con la intención de observar nidos próximos a eclosionar. Las fechas de observación fueron 8 de marzo, 5 de abril, 16 y 24 de mayo, 14 de junio, y 4 de julio de 2020. Los conteos de individuos comenzaron aproximadamente 30 minutos después de la salida del sol y terminaron después de 5 horas, acumulando un esfuerzo de muestreo total de 30 horas aproximadamente. Ya que la mayoría de los individuos no se encuentran marcados, no realizamos estimaciones sobre la población y reportamos simplemente la media del muestreo y la proporción mensual de machos y hembras. Hicimos una búsqueda de nidos, localizándolos por la presencia de adultos en incubación (Fig. 1), o por exhibición del comportamiento de distracción de los adultos (Székely et al. 2011). Utilizamos un escondite móvil para reducir la perturbación durante la búsqueda y poder acercarnos lo más posible sin que los adultos los abandonaran. Se registraron las coordenadas de cada nido usando un GPS (Garmin Modelo eTrex 10) y

se marcaron con una estaca y cinta numerada para evitar pisarlos y no volver a contarlos, en cada uno se registró el tamaño de la nidada (número de huevos encontrados).

Se calculó la superficie de agua en la laguna por mes de muestreo utilizando imágenes satelitales Sentinel-2A corregidas atmosféricamente, obtenidas de los meses de monitoreo (marzo a julio de 2020) descargadas de la plataforma EO Browser (EO Browser 2021). Los análisis fueron realizados en el software QGIS 3.12 (QGIS Development Team 2021) utilizando la extensión *Semi Automatic Classification Plug In* (Congedo 2020). Calculamos el índice Normalizado de Agua (NDWI) con las bandas 3 y 11 $((3-11)/(3+11))$, la imagen resultante fue reclasificada a dos clases utilizando el valor de 0.81 como punto de corte, los valores superiores fueron considerados como agua, mientras que los inferiores se clasificaron como otra cobertura. Los valores obtenidos se utilizaron para identificar si la cobertura de agua (ha) es un factor que influye en el tamaño de nidada (número de huevos), para ello, realizamos el test exacto de Fisher. Por último, para la identificación de las posibles amenazas a la colonia reproductiva registramos eventos que consideramos como elementos de perturbación y han sido reportados por otros autores como factores de pérdida de nidos o individuos (e.g. Cruz-López et al. 2017).

Resultados

Durante la temporada reproductiva se contabilizaron un total de 165 individuos de *C. nivosus*, los cuales correspondieron a 140 machos (85%) y 25 hembras (15%); además de 15 individuos a los que no fue posible identificar el sexo, por lo que no se tomaron en cuenta en el conteo total (Tabla 1).



Figura 1. Macho adulto del chorlo nevado *Charadrius nivosus* en un nido con tres huevos durante la temporada reproductiva de 2020 en laguna de Atotonilco, Jalisco, México.

Tabla 1. Abundancia mensual de machos y hembras del chorlo nevado durante la temporada reproductiva de 2020 en la laguna de Atotonilco, Jalisco, México. Los números entre paréntesis señalan el aporte porcentual de hembras y machos por mes de observación.

	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total
Machos	19 (59)	94 (96)	8 (62)	9 (100)	10 (77)	140
Hembras	13 (41)	4 (4)	5 (38)	0 (0)	3 (13)	25
Total	32	98	13	9	13	165

Fueron registrados 21 nidos durante todo el monitoreo, siendo mayo el mes que presentó la mayor cantidad. El total de huevos observados en los nidos fue de 53, con un promedio de 2.5. No obstante, del total de nidos, únicamente se encontró evidencia de eclosión de los huevos en nueve de ellos (Fig. 2), mientras que se desconoce el destino del resto de los huevos (Tabla 2).

La superficie de agua en la laguna fue muy variable dentro de los meses de muestreo, siendo marzo el mes con mayor cobertura de agua con 1772 ha, mientras que durante junio la laguna se secó completamente (Fig. 3). Sin embargo, no se identificó una relación dependiente entre el tamaño de la nidada y la cobertura de agua de la laguna a lo largo del monitoreo ($P = 0.09$).

Las actividades que se identificaron como amenazas para la colonia de anidación fueron la presencia de vehículos motorizados (racers y motocicletas, Fig. 4A), el pastoreo de ganado en todas las fechas del monitoreo (Fig. 4B), además de la presencia de huellas de vacas a distancias de 10 cm de los nidos, la presencia de perros ferales y sus huellas en la colonia de anidación; otras actividades como el aeromodelismo y los vuelos bajos de helicópteros también fueron registradas durante los monitoreos. No se observó la depredación por parte de mamíferos silvestres, sin embargo, se observaron huellas de mapache (*Procyon lotor* (Linnaeus, 1758)) y lince (*Lynx rufus* (Schreber, 1777)) cercanas a los nidos. Durante una de las visitas se observó a un halcón peregrino (*Falco peregrinus* Tunstall, 1771) cazar y matar a una hembra de *C. nivosus* anillada en 2018.

Tabla 2. Localización geográfica de los nidos y tamaño de la nidada (número de huevos) de la colonia de chorlos nevados en la laguna de Atotonilco, Jalisco, México.

Fecha de registro	Zona UTM	X	Y	Tamaño de nidada (n)	Destino
10 de mayo de 2020	13 Q	639635.00 m E	2256836.00 m N	3	Eclosionó
10 de mayo de 2020	13 Q	639513.00 m E	2256919.00 m N	2	Eclosionó
10 de mayo de 2020	13 Q	639519.00 m E	2256830.00 m N	3	Desconocido
10 de mayo de 2020	13 Q	639482.00 m E	2256897.00 m N	3	Eclosionó
10 de mayo de 2020	13 Q	639490.00 m E	2256851.00 m N	3	Desconocido
16 de mayo de 2020	13 Q	639467.00 m E	2256902.00 m N	3	Eclosionó
16 de mayo de 2020	13 Q	639482.00 m E	2256691.00 m N	3	Eclosionó
16 de mayo de 2020	13 Q	639410.00 m E	2256907.00 m N	3	Eclosionó
16 de mayo de 2020	13 Q	639438.00 m E	2256890.00 m N	2	Desconocido
16 de mayo de 2020	13 Q	639438.00 m E	2256921.00 m N	2	Desconocido
21 de mayo de 2020	13 Q	640056.00 m E	2256863.00 m N	3	Desconocido
24 de mayo de 2020	13 Q	639510.00 m E	2256869.00 m N	3	Eclosionó
30 de mayo de 2020	13 Q	639539.00 m E	2256884.00 m N	3	Eclosionó
30 de mayo de 2020	13 Q	639497.00 m E	2256863.00 m N	3	Eclosionó
30 de mayo de 2020	13 Q	639439.00 m E	2256802.00 m N	3	Abandonado
06 de junio de 2020	13 Q	639447.00 m E	2256870.00 m N	1	Desconocido
06 de junio de 2020	13 Q	639513.00 m E	2256919.00 m N	1	Desconocido
06 de junio de 2020	13 Q	639443.00 m E	2256867.00 m N	1	Desconocido
17 de junio de 2020	13 Q	639551.00 m E	2256882.00 m N	3	Desconocido
04 de julio de 2020	13 Q	639428.00 m E	2256896.00 m N	2	Desconocido
04 de julio de 2020	13 Q	639495.00 m E	2256925.00 m N	3	Desconocido



Figura 2. Polluelo de chorlo nevado *Charadrius nivosus* recién eclosionado en la laguna de Atotonilco, Jalisco, México.

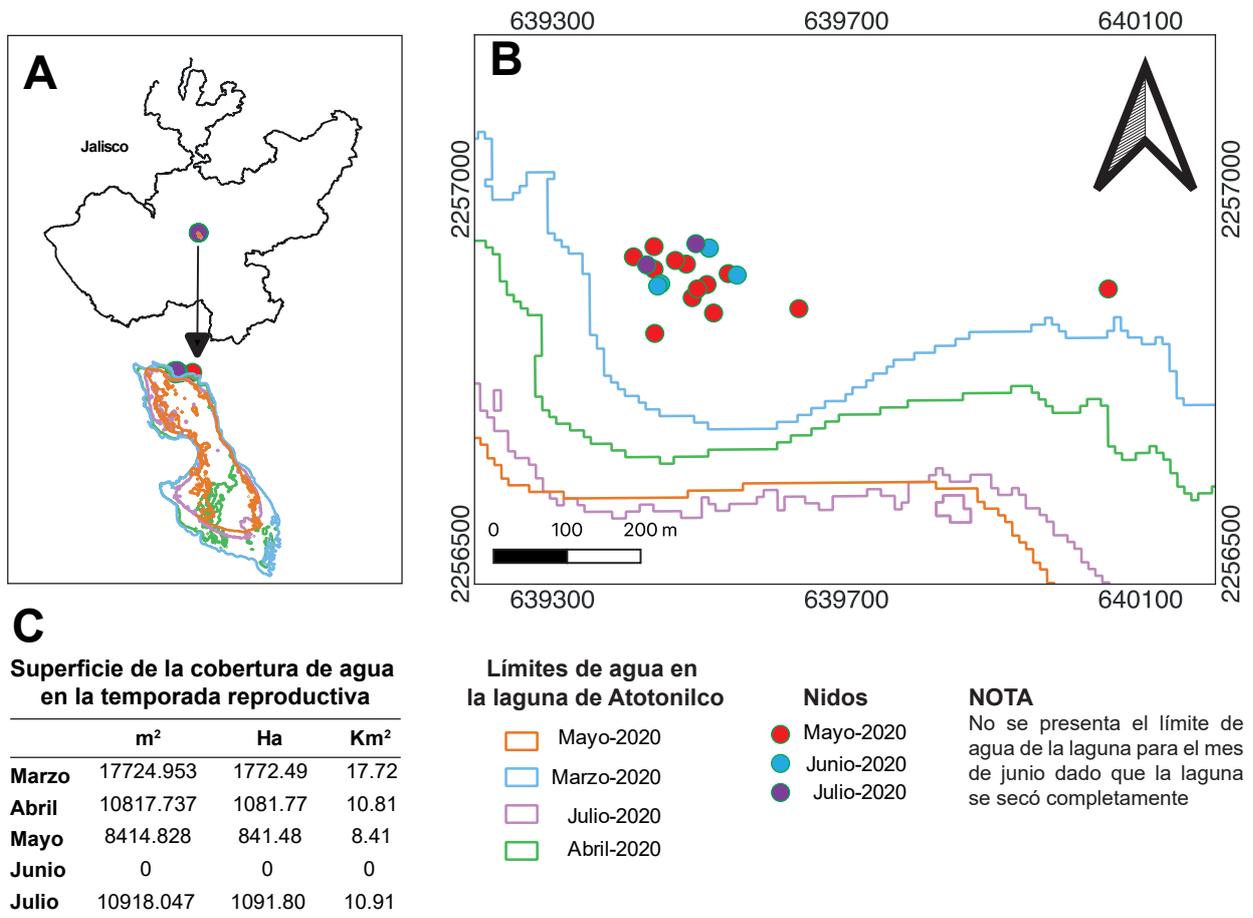


Figura 3. A) Localización de la laguna de Atotonilco en el estado de Jalisco, México, B) límite de agua y distribución de los nidos de *Charadrius nivosus* en la zona de anidación de la laguna y, C) superficie total de agua por mes de observación durante la temporada reproductiva de 2020.



Figura 4. Actividades identificadas como las principales amenazas para la colonia de chorlo nevado *Charadrius nivosus* en la laguna de Atotonilco, Jalisco, México. A) uso de diversos tipos de vehículos, B) presencia de ganado.

Discusión

El chorlo nevado tiende a tener un cuidado biparental, aunque sesgado hacia los machos y las poblaciones reproductivas están compuestas en su minoría por hembras (Küpper et al. 2011, Stenzel et al. 2011, Halimubieke et al. 2019), condición que también se presenta en la colonia reproductiva de la laguna de Atotonilco, donde la población registrada tanto para toda la temporada como en los conteos mensuales, los machos conformaron la mayor parte de la población. Se estima que las poblaciones de chorlo nevado en todos sus linajes han estado sufriendo un “cuello de botella”, por lo que las poblaciones efectivas de la especie son bajas y la especie es vulnerable (Jackson et al. 2020).

Desde esta perspectiva, la laguna de Atotonilco puede representar un punto clave para la especie, ya que se tiene registro de chorlos nevados anillados en la laguna que han sido reavistados los años subsecuentes, y se tiene un registro hasta 2021 de la presencia de un individuo anillado en Ceuta, Sinaloa (González-Martín del Campo, observación personal), lo que puede representar que Atotonilco sirva como una fuente o sumidero, ya que se tiene conocimiento que la especie puede desplazarse distancias largas, superiores a los 1000 km (Stenzel et al. 1994). Además, en la península de Baja California, Galindo-Espinoza y Palacios (2015) identificaron que la inmigración de individuos del norte es importante para las poblaciones reproductoras residentes.

La calidad de hábitat es importante para la reproducción del chorlo nevado (Saafeld et al. 2011), por ejemplo, en el lago de Cuitzeo, Michoacán, existen zonas inundables con una superficie aproximada de 100000 ha, y se estima que puede haber de 9 a 12 nidadas posibles (Monterrubio-Rico et al. 2020), si la superficie de Cuitzeo es comparada con la de la laguna de Atotonilco, estimada en 2859 ha (SEMADES 2007), resalta la importancia de Atotonilco como un sitio potencialmente prioritario para la reproducción y conservación de la especie ya que bajo un manejo adecuado de la laguna se maximizaría la eclosión de huevos y sobrevivencia de los pollos de chorlo nevado.

En años anteriores, en la laguna Atotonilco se han podido observar en reproducción individuos anillados, situación que resalta la importancia de la conservación del sitio. Existen factores que determinan la sobrevivencia de los nidos, tales como la temperatura, la precipitación, el sustrato, depredadores, y cuerpos de agua. Para este último, se ha reportado que la proximidad a los cuerpos de agua influye en la supervivencia de los nidos (Ellis et al. 2015), además, la ausencia de agua es considerada como una de las principales amenazas para las poblaciones de interiores de *C. nivosus* (Shuford & Gardali 2008). En este sentido, y basado en el comportamiento reproductivo del chorlo nevado, cuyo cortejo comienza aproximadamente un mes antes de la puesta de los nidos, realizar un análisis más detallado, que incluya un mayor número de observaciones y un análisis más profundo, podría arrojar una relación directa entre la cobertura de agua en la laguna y la presencia de individuos, nidos y tamaño de nidada.

En los Estados Unidos, como una de las principales causas de fallas de los nidos se ha descrito a la depredación, principalmente por aves y mamíferos (Saafeld et al. 2011). Sin embargo, nuestras observaciones difieren en cuanto a las principales amenazas para los chorlos nevados en Atotonilco, aunque si se observó evidencia de la presencia de potenciales depredadores, en este sitio la presencia constante de vehículos motorizados y la ganadería, además de las actividades recreativas que realizan las personas, se consideraron como las amenazas principales situación que también ha sido reportada por Saafeld et al. (2011) en Estados Unidos, Cruz-López et al. (2017) en México, y Küpper et al. (2011) en Perú. Por otro lado, las condiciones ambientales y conservación del hábitat, particularmente el hidroperíodo y la presencia de agua pueden influir en la anidación (Conway et al. 2005, Cruz-López et al. 2017). En este sentido, los datos recabados en 2020 sientan una línea base para entender los patrones de reproducción y uso de hábitat del chorlo nevado en la laguna de Atotonilco.

Aunque desconocemos con certeza el número de huevos que eclosionaron, es importante considerar que también durante el periodo de crianza es relevante el manejo

del sitio y la reducción de la perturbación. Ruhlen et al. (2003) encontraron que la sobrevivencia de los pollos de los chorlos nevados puede verse afectada negativamente por las actividades humanas en los feriados y fines de semana; de igual manera, en Atotonilco el mayor uso recreativo que se hace en la laguna ocurre durante los fines de semana. Por esto, consideramos necesario que exista una regulación más estricta sobre los usos y actividades desarrolladas en la laguna de Atotonilco, y que se declare Área Natural Protegida, ya que además de albergar a la colonia reproductiva existe una considerable riqueza de aves y es un humedal de importancia biológica y económica para la región.

Literatura citada

- Andrei AE, Smith LM, Haukos DA, Johnson WP. 2009. Foraging Ecology of Migrant Shorebirds in Saline Lakes of the Southern Great Plains. *Waterbirds* 32(1): 138-148. <https://doi.org/10.1675/063.032.0117>
- Andres BA, Smith PA, Morrison RG, Gratto-Trevor CL, Brown SC, Friis CA. 2012. Population estimates of North American shorebirds, 2012. *Wader Study Group Bulletin* 119(3): 178-194. <https://www.waderstudygroup.org/article/1967/>
- BirdLife International. 2021. Species factsheet: *Charadrius nivosus*. Acceso 2021/03/23. <http://www.birdlife.org>
- Colwell MA, Millett CB, Meyer JJ, Hall JN, Hurley SJ, McAllister SE, Transou AN, Valley RR. 2005. Snowy Plover reproductive success in beach and river habitats. *Journal of Field Ornithology* 76(4): 373-382. <https://doi.org/10.1648/0273-8570-76.4.373>
- Conway WC, Smith L, Ray JD. 2005. Shorebird Breeding Biology in Wetlands of the Playa Lakes, Texas, USA. *Waterbirds* 28(2): 129-138. [https://doi.org/10.1675/1524-4695\(2005\)028\[0129:SBBIWO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1675/1524-4695(2005)028[0129:SBBIWO]2.0.CO;2)
- Cruz-López M, Eberhart-Phillips LJ, Fernández G, Beamonte-Barrientos R, Székely T, Serrano-Meneses MA, Küpper C. 2017. The plight of a plover: Viability of an important snowy plover population with flexible brood care in Mexico. *Biological Conservation* 209: 440-448. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2017.03.009>
- Del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J. 1996. *Handbook of the Birds of the World* (vol. 3): Hoatzin to Auks. Barcelona, Spain: Lynx Edicions; 821 pp.
- DeSucre MAE, Cervantes ZO, Ramírez BP, Gómez del Ángel GS. 2011. Notas sobre la biología reproductora del chorlo nevado (*Charadrius nivosus*) en el Lago de Texcoco, México. *Huitzil* 12(2): 32-38. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2011.12.2.129>
- Eberhart-Phillips LJ, Cruz-López M, Lozano-Angulo, L, Gómez del Ángel S, Rojas-Abreu W, Bucio-Pacheco M, Küpper C. 2020. CeutaOPEN, individual-based field observations of breeding snowy plovers *Charadrius nivosus*. *Scientific Data* 7: 149. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0490-y>
- Ellis K, Cavigli J, Larsen R. 2015. Factors Influencing Snowy Plover (*Charadrius nivosus*) Nest Survival at Great Salt Lake, Utah. *Waterbirds* 38(1): 58-67. <https://doi.org/10.1675/063.038.0108>
- EO Browser. 2021. Modified Copernicus Sentinel data [2020]/ Sentinel Hub. Accessed 2021/03/25. Available from <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>
- Galindo-Espinoza, D, Palacios E. 2015. Estatus del chorlo nevado (*Charadrius nivosus*) en San Quintín y su disminución poblacional en la península de Baja California. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86(3): 789-798. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.06.005>
- García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (5a edición). México: Universidad Nacional Autónoma de México; 90 pp.
- Güitrón-López M, Huerta-Martínez F, Báez-Montes O, Estrada-Sillas F, Chapa-Vargas L. 2018. Temporal and spatial variation of waterbirds at Sayula Lagoon, Jalisco, Mexico: a five-year winter season study. *Arxius de Miscel·lània Zoològica* 16: 135-150. <https://doi.org/10.32800/amz.2018.16.0135>
- Haig S, Mehlman D, Oring L. 1998. Avian Movements and Wetland Connectivity in Landscape Conservation. *Conservation Biology* 12(4): 749-758. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1998.97102.x>
- Halimubieke N, Valdebenito JO, Harding P, Cruz-López M, Serrano-Meneses MA, James R, Kupán K, Székely T. 2019. Mate fidelity in a polygamous shorebird, the snowy plover (*Charadrius nivosus*). *Ecology and Evolution* 9: 10734-10745. <https://doi.org/10.1002/ece3.5591>
- Jackson JD, Bruford MW, Székely T, DaCosta JM, Sorenson MD, Russo RIM, Maher KH, Cruz-López M, Galindo-Espinoza D, Palacios E, De Sucre-Medrano AE, Cavitt J, Pruner R, Morales AL, González O, Brurke T, Küpper C. 2020. Population differentiation and historical demography of the threatened snowy plover *Charadrius nivosus* (Cassin, 1858). *Conservation Genetics* 21:387-404. <https://doi.org/10.1007/s10592-020-01256-8>
- Küpper C, Aguilar E, González O. 2011. Notas sobre la ecología reproductiva y conservación de los chorlos nevados *Charadrius nivosus occidentalis* en Paracas, Perú. *Revista Peruana de Biología* 18(1): 091-096. <https://doi.org/10.15381/rpb.v18i1.153>
- Lafferty KD, Goodman D, Sandoval CP. 2006. Restoration of breeding by snowy plovers following protection from disturbance. *Biodiversity and Conservation* 15: 2217-2230. <https://doi.org/10.1007/s10531-004-7180-5>
- Congedo L. 2020. Semi-Automatic Classification Plugin Documentation. Accessed 2021/03/25. Available from <https://semiautomaticclassificationmanual-es.readthedocs.io/>
- Luévano J, Mellink E, Riojas-López M. 2010. Plovers Breeding in the Highlands of Jalisco, Aguascalientes, Zacatecas, and San Luis Potosí, Central México. *Western North American Naturalist* 70(1): 121-125. <https://doi.org/10.3398/064.070.0114>
- Ma Z, Cai Y, Li B, Chen J. 2010. Managing Wetland Habitats for Waterbirds: An International Perspective. *Wetlands* 30: 15-27. <https://doi.org/10.1007/s13157-009-0001-6>
- Mellink E, Riojas-López M, Luévano J. 2009. Breeding locations of seven Charadriiformes in coastal Southwestern Mexico. *Waterbirds* 32: 44-53. <https://doi.org/10.1675/063.032.0105>
- Monterrubio-Rico T, Cancino-Murillo R, Pérez-Arteaga A, Lemus-Ortiz E. 2020. Nueva localidad de reproducción para *Charadrius nivosus* en el centro de México. *Huitzil* 21(1): e-576. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2020.21.1.453>
- Muir JJ, Colwell MA. 2010. Snowy plovers selects open habitats for courtship scrapes and nests. *The Condor* 112(3): 507-510. <https://doi.org/10.1525/cond.2010.090196>

- Pearson WJ, Colwell MA. 2013. Effects of nest success and mate fidelity on breeding dispersal in a population of Snowy Plovers *Charadrius nivosus*. *Bird Conservation International* 24: 342-353. <https://doi.org/10.1017/S0959270913000403>
- QGIS Development Team. 2021. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- RAMSAR (Convención de humedales de importancia internacional) 2021. Servicio de información sobre sitios RAMSAR, Laguna de Atotonilco. Consultado el 2021/04/27. Disponible en <https://rsis.ramsar.org/es/ris/1607?language=es>
- Ruhlen TD, Abbot S, Stenzel LE, Page GW. 2003. Evidence that human disturbance reduces Snowy Plover chick survival. *Journal of Field Ornithology* 74(3): 300-304. <https://doi.org/10.1648/0273-8570-74.3.300>
- Saalfeld ST, Conway WC, Haukos DA, Johnson WP. 2011. Nest success of Snowy Plovers (*Charadrius nivosus*) in the southern high plains of Texas. *Waterbirds* 34(4): 389-399. <https://doi.org/10.1675/063.034.0401>
- SEMADES (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible). 2007. Programa de Conservación y Manejo del sitio Ramsar Laguna de Atotonilco. Consultado el 25 de abril de 2021. Disponible en: https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/programa_de_conservacion_y_manejo_0.pdf
- Shuford WD, Gardali T. 2008. California bird species of special concern: a ranked assessment of species, subspecies, and distinct populations of birds of immediate conservation concern in California. *Studies of Western Birds* 1. Camarillo, Calif., Sacramento, Calif.: Western Field Ornithologists; California Dept. of Fish and Game.
- Stenzel LE, Page GW, Warriner JC, Warriner JS, Wilson KS, Bidstrup FC, Page GW. 1994. Long-Distance Breeding Dispersal of Snowy Plovers in Western North America. *Journal of Animal Ecology*. 63(4) 887-902. <https://doi.org/10.2307/5266>
- Stenzel LE, Page GW, Warriner JC, Warriner JS, Neuman KK, George DE, Eyster CR, Bidstrup FC. 2011. Male-skewed adult sex ratio, survival, mating opportunity and annual productivity in the Snowy Plover *Charadrius alexandrinus*. *Ibis* 153(2): 312-322. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2011.01118.x>
- Székely T, Argüelles-Ticó A, Kosztolányi A, Küpper C. 2011. Practical guide for investigating breeding ecology of Kentish plover *Charadrius alexandrinus*. Version 4. Bath: University of Bath.
- Thomas SM, Lyons LE, Andres BA, T-Smith EE, Palacios E, Cavitt JF, Royle JA, Fellows SD, Maty K, Howe WH, Melink E, Melvin S, Zimmerman T. 2012. Population size of Snowy Plovers breeding in North America. *Waterbirds* 35(1): 1-15. <https://doi.org/10.1675/063.035.0101>
- USFWS (United States Fish and Wildlife Service). 2007. Recovery Plan for the Pacific Coast Population of the Western Snowy Plover (*Charadrius alexandrinus nivosus*). Consultado 2021/04/20. Disponible en <http://www.westernsnowyplover.org/pdfs/WSP%20Final%20RP%2010-1-07.pdf>

Agradecimientos / Acknowledgments:

A Tracy Aviary por el financiamiento para llevar a cabo este proyecto. Al señor Eduardo en Villa Corona por permitir el ingreso a su predio y facilitar el trabajo de campo. A la Junta Intermunicipal de la Región Lagunas (JIMAL) por la disposición y las gestiones que se llevaron a cabo para avanzar en la protección de la zona de anidación.

Conflicto de intereses / Competing interests:

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Rol de los autores / Authors Roles:

RSQ-F: Conceptualización; Investigación; Redacción-revisión y edición.

FG-MdC: Conceptualización; Investigación; Escritura-Preparación del borrador original; Redacción-revisión y edición.

CC-T: Investigación; Redacción-revisión y edición.

GS-H: Redacción-revisión y edición.

Fuentes de financiamiento / Funding:

Financiado por Tracy Aviary, Grant No. TACF24_2020.

Aspectos éticos / legales; Ethics / legals:

Los autores declaran no haber incurrido en aspectos antiéticos. Se trabajó con el permiso de colecta SGPA/DGVS/2631/19 y con aviso y consentimiento de las autoridades municipales de Villa Corona, Jalisco, México.

Los autores declaran no haber violado u omitido legales al realizar la investigación y esta obra.