



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

CARRERA DE BIOLOGÍA
LABORATORIO DE ZOOLOGÍA
ÁREA DE ORNITOLOGÍA

BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL CHORLO NEVADO
(Charadrius alexandrinus) EN LA ZONA FEDERAL DEL
EX LAGO DE TEXCOCO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I Ó L O G O
PRESENTA: GÓMEZ DEL ANGEL SALVADOR

MÉXICO 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice de contenido

RESUMEN.....	5
1.- INTRODUCCION.....	1
1.1.- Sistemática y descripción.....	1
1.2.- Distribución y hábitat.....	1
1.3.- Biología reproductora.....	1
1.4.- Selección del sitio de anidación.....	2
1.5.- Sistema de apareamiento.....	2
1.6.- Éxito reproductor.....	2
1.7.- El chorlo nevado en México.....	3
2.- JUSTIFICACIÓN.....	4
3.- PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	4
4.- OBJETIVO GENERAL.....	5
4.1.- OBJETIVOS PARTICULARES.....	5
5.- ZONA DE ESTUDIO.....	6
5.1.- Hidrología.....	6
5.2.- Vegetación.....	6
5.3.- Fauna.....	7
5.4.- Uso de suelo.....	7
5.5.- Clima.....	7
6.- MÉTODOS.....	9
6.1.- ASPECTOS GENERALES.....	9
6.2.- Captura y marcaje de individuos.....	10
6.3.- TAMAÑO DE LA POBLACIÓN REPRODUCTORA.....	11
6.4.- PROPORCIÓN DE SEXOS.....	11
6.5.- CRONOLOGÍA DE EVENTOS REPRODUCTORES.....	11
6.6.- DIMORFISMO SEXUAL.....	12
6.7.-DESCRIPCIÓN DE LOS NIDOS.....	12
6.8.-NIDOS EXITOSOS.....	13
6.9.- HUEVOS PRODUCIDOS.....	13
6.10.- IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO.....	14
7.- RESULTADOS.....	15
7.1.- TAMAÑO DE LA POBLACIÓN REPRODUCTORA.....	15
7.2.- PROPORCIÓN DE SEXOS EN LA POBLACIÓN REPRODUCTORA.....	15
7.3.- CRONOLOGÍA DE EVENTOS REPRODUCTORES.....	15
a) Conductas de cortejo y construcción del nido.....	15
b) Fechas de puesta.....	16
c) Periodo de incubación.....	17
d) Fechas de eclosión.....	17
e) Periodo de desarrollo de pollo a volantón.....	17
7.4.- DIMORFISMO SEXUAL.....	18
7.5.-DESCRIPCIÓN DE LOS NIDOS.....	19
7.6.-NIDOS EXITOSOS.....	19
7.7.- HUEVOS PRODUCIDOS.....	20
7.8.- IDENTIFICACIÓN LOS FACTORES DE RIESGO.....	21
8.- DISCUSIÓN.....	23
8.1.- TAMAÑO DE LA POBLACIÓN REPRODUCTORA.....	23

8.2.- PROPORCIÓN DE SEXOS.....	23
8.3.- CRONOLOGÍA DE EVENTOS REPRODUCTORES.....	24
a) Conductas de cortejo y construcción del nido.....	24
b) Fechas de puesta.....	25
c) Periodo de incubación.....	25
e) Periodo de desarrollo de pollo a volantón.....	25
8.4.- DIMORFISMO SEXUAL.....	26
8.5.-DESCRIPCIÓN DE LOS NIDOS.....	26
8.6.-NIDOS EXITOSOS.....	27
8.7.- HUEVOS PRODUCIDOS.....	28
8.8.- IDENTIFICACIÓN LOS FACTORES DE RIESGO.....	29
9.- CONCLUSIONES.....	31
10.- LITERATURA CITADA.....	32
11.- ANEXO 1. Formato MoSI.....	37
12.- AGRADECIMIENTOS.....	39

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa general de la zona federal ex Lago Texcoco.....	8
Figura 2. Técnica de observación y búsqueda del chorlo nevado.....	9
Figura 3. Sistema de anillamiento en pollos y adultos.....	10
Figura 4. Niveles de exposición de los nidos.....	13
Figura 5. Machos y hembras en reproducción capturados.....	15
Figura 6. Fechas de puesta y proporción de nidos puestos en cada día.....	16
Figura 7. Dimorfismo sexual por la forma de la barra frontal en el chorlo nevado	18
Figura 8. Variación en el volumen promedio de nidadas puestas durante cada mes.....	20
Figura 9. Factores de riesgo registrados dentro de la zona federal ex lago de Texcoco	21

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Promedio y desviación estándar (\pm) de los datos morfométricos, tarso y culmen en mm, peso en grs, obtenidos de 22 polluelos.....	17
Cuadro 2. Promedio y desviación estándar (\pm) de los datos morfométricos obtenidos de 33 chorlos nevados.....	18
Cuadro 3. Destino final de los nidos registrados en las diferentes áreas de estudio	20

RESUMEN

En este estudio se aportan los primeros registros detallados de la biología reproductora del chorlo nevado (*Charadrius alexandrinus nivosus*) que anida en la zona federal ex algo de Texcoco. El trabajo de campo se llevo a cabo de marzo a octubre de 2009 en las charcas conocidas como El Caracol, Casa Colorada y Cuatro Caminos. Se capturaron adultos y pollos en el nido empleando tres redes de niebla colocadas en forma de “U” y a mano. Cada individuo capturado fue anillado con una combinación única de colores y un anillo de metal, fueron tomadas las siguientes morfometrías: Largo del tarso, culmen expuesto, cuerda alar, peso, ancho de la barra frontal de machos y hembras adultos. Los nidos fueron localizados a pie, mediante la conducta de los individuos en despliegues de atracción y estos fueron revisados constantemente.

Se capturaron un total de 27 individuos adultos (18 hembras y 9 machos) que se reprodujeron desde mediados de marzo a finales de junio de 2009, con picos en la fechas de puesta en el mes de mayo, pico de eclosión en junio y un periodo de incubación de 31 días. Existe dimorfismo sexual en el ancho de la barra frontal, siendo significativamente mayor en los machos ($t = 2.38$, $P = 0.02$), también se reporta como nuevo elemento de dimorfismo sexual la presencia de dos proyecciones perpendiculares a la barra frontal del macho una a cada extremo de esta. Se localizaron 32 nidos principalmente en áreas abiertas sin vegetación y alejados de los cuerpos de agua, el 75% ($n=24$) en Casa Colorada, el 15.62% ($n=5$) en El Caracol y el 9.38% ($n=3$) en Cuatro Caminos. El éxito de nido aparente de esta población es del 68.75% ($n=22$ nidos), mientras que el número de huevos exitosos es de solo el 50% ($n=47$ huevos).

Biología Reproductora Del Chorlo Nevado (*Charadrius alexandrinus*) En La Zona Federal Ex Lago De Texcoco.

1.- INTRODUCCION

1.1.- Sistemática y descripción

La especie *Charadrius alexandrinus*, es un ave ribereña de tamaño medio (17 cm largo y 46 grs de peso en promedio) perteneciente a la familia Charadriidae y al orden Charadriiformes (AOU 2010). Son reconocidas seis subespecies en el mundo de la cuales en México se encuentran dos de las tres subespecies que habitan en América (*Ch. a. nivosus* y *Ch. a. tenuirostris*, Page et al. 1995, AOU 2010, Küpper et al. 2010).

Las tres subespecies que habitan en Eurasia se denominan en conjunto como el chorlo de Kentish (*Ch. a. alexandrinus*, *Ch. a. dealbatus* y *Ch. a. seebohmi*) y recientemente se ha propuesto considerar a las subespecies americanas como una nueva especie, por las diferencias fenotípicas y genéticas respecto a las de Eurasia (Amat 2003, Funk et al. 2007, Küpper et al. 2010).

Ch. a. nivosus, especie conocida como el chorlo nevado, es un ave blanca en la parte ventral y café pálido al dorso, presenta marcas auriculares, a los lados del cuello y una barra frontal de color negro, las patas son de color grisáceo. El dimorfismo sexual en plumaje no es tan marcado como en las subespecies del viejo mundo, donde entre otras características, el macho presenta una corona naranja y es más oscuro que la hembra (Kis y Székely 2003, Küpper et al. 2010).

1.2.- Distribución y hábitat

Como especie, *Charadrius alexandrinus*, presenta una distribución cosmopolita habitando hasta en cuatro continentes. El chorlo nevado (*Ch. a. nivosus*) en México está distribuido al oeste, desde Baja California hasta Guerrero por la costa del pacífico (Palacios et al. 1994, Mellink et al. 2009) En tierras altas existen reportes de su presencia en los estados de Coahuila, Zacatecas, San Luis potosí, Guanajuato, Jalisco, Puebla, Morelos, México y el Distrito Federal (Howell y Webb 1994) y solo Urbina-Torres (2000) lo ha reportado para el estado de Morelos.

El hábitat preferido por el chorlo nevado son zonas abiertas con poca vegetación, playas, costas, lagunas costeras, marismas, salinas, ríos y cuerpos de agua salobres tierra adentro (Page et al. 1995, Colwell et al. 2005).

1.3.- Biología reproductora

La cronología reproductora varía dependiendo de la región geográfica. En Norte América las conductas de cortejo pueden comenzar desde febrero y concluir a finales del mes de junio. Las fechas de puesta se concentran en el mes de mayo y abril (Paton 1995, Norte y Ramos 2004), existiendo simples,

Biología Reproductora del Chorlo nevado

dobles y hasta triples puestas (Page et al. 1995).

1.4.- Sitios de anidación

El chorlo nevado es un ave constructora de nidos a nivel del suelo (Page et al. 1995) y existe en ciertos casos una correlación positiva con la cobertura de la vegetación así como la distancia a esta, al igual que a objetos varios, como madera, rocas y la cercanía con otras colonias de reproducción (Page et al. 1985, Fraga y Amat 1996, Mabee y Estelle 2000, Powell 2001, Colwell et al. 2005).

Los nidos suelen ser oquedades pequeñas y estar cubiertas de materiales como restos de conchas, algas y pequeños tallos secos (Page et al. 1995). El chorlo de Kentish (*Ch. a. alexandrinus*) cubre los huevos con pequeñas rocas, ramas y hojas secas durante el día y la noche para protegerlos del calor y frío y posiblemente para brindarles un camuflaje cuando el macho y hembra no están en el nido (Szentirmai y Székely 2004).

1.5.- Sistema de apareamiento

El sistema de apareamiento estudiado en su mayoría por investigadores europeos con el chorlo de Kentish, es muy variable, considerando reportes de poblaciones monógamas hasta incidencia de poliandria y poliginia secuencial (Rittinghaus 1956, Lessells 1984, Warriner et al. 1986, Székely et al. 2007b).

Durante la incubación de los huevos la hembra tiende a permanecer durante las primeras horas de la mañana y a medio día, para ser relevada después por el macho en las primeras horas de la tarde y durante la madrugada (Fraga y Amat 1996, Torre y Ballesteros 1997).

Después de la eclosión de los pollos la hembra puede permanecer con ellos en un periodo de 0 a 15 días, abandonando a su pareja e intentar anidar de nueva cuenta con un macho nuevo, mientras que el primer macho se hace cargo del cuidado parental; en otros casos ambos padres se hacen cargo de su progenie, sin embargo la alta movilidad y la dispersión de los padres post-eclosión de su progenie hace difícil el seguimiento de los adultos para confirmar la real incidencia de poligamia secuencial (Székely y Lessells 1993, Székely y Williams 1994, Székely y Cuthill 2000, Székely et al. 2006, 2007a).

1.6.- Éxito reproductor

Estudiado por investigadores norteamericanos, sus resultados han demostrado que las poblaciones del chorlo nevado se encuentran Amenazadas. En Europa el chorlo de Kentish es categorizado como Vulnerable (USFWS 2001, Amat 2003). En México recientemente se ha colocado en la categoría de Amenazada bajo la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 de especies en riesgo (SEMARNAT 2010).

Los riesgos que enfrenta el chorlo nevado son varios y afectan en forma distinta el éxito reproductor, el cual es citado como bajo a nivel mundial (Pineau 1993, Page et al. 1995, Paton 1995, Fraga y Amat 1996, USFWS 2001, Amat 2003). Principalmente son depredadores, como el zorro rojo (*Vulpes vulpes*), zorrillo (*Mephitis mephitis*), mapaches (*Procyon lotor*), córvidos (*Corvus corax*), halcón peregrino (*Falco peregrinus*), y las actividades de recreación del ser humano en las zonas de reproducción del chorlo nevado (Paton 1995, Domínguez y Vidal 2003, Ruhlen et al. 2003, Colwell et al. 2007).

1.7.- El chorlo nevado en México

En México, la investigación es escasa en comparación a la existente en otras partes del mundo, destacan los trabajos en la costa del océano Pacífico en Estados Unidos . Palacios et al. (1994), registraron la presencia de esta especie durante la época de reproducción desde La Salina en Baja California hasta Cabo San Lucas en Baja California Sur, encontrando un total de 1344 chorlos nevados adultos y 36 nidos.

En la costa del pacífico, Mellink et al. (2009) al llevar a cabo una prospección ornitológica para ubicar colonias de reproducción de especies de aves marinas desde Jalisco hasta Guerrero, encontraron cuatro polluelos, dos nidos, un adulto en incubación y varias conductas de distracción del chorlo nevado, reportando a Laguna las Jaibas, Salina Paramán, y una planicie inundable al oeste de esta zona, como nuevas zonas de reproducción en el estado de Jalisco.

En tierras altas, Howell y Webb (1994) reportan actividades de reproducción del chorlo nevado en Jalisco, Zacatecas, San Luis potosí, México, y repitiendo lo mencionado por Wilson y Ceballos-Lascurain (1986) sugieren que el chorlo nevado podría estar reproduciéndose en los lagos y charcas de la Zona Federal ex Lago Texcoco y en Xochimilco en el Distrito Federal, aunque no presentan evidencia alguna de actividad reproductora.

Años más tarde, Meza (2000) reporta el avistamiento de 3 pollos y 2 nidos del chorlo nevado en el Lago Nabor Carrillo dentro del complejo lagunar del lago de Texcoco, posteriormente la organización DUMAC (2005) lo incluye dentro de las especies que se reproducen dentro de la zona federal, sin embargo estos autores no ofrecen más datos acerca de la biología reproductora. Actualmente este lago ha sido inundado en su totalidad careciendo de hábitat para el chorlo nevado (observación personal).

Biología Reproductora del Chorlo nevado

2.- JUSTIFICACIÓN

A pesar de que en los últimos años se han publicado avistamientos y nuevas zonas de reproducción del chorlo nevado en zonas costeras del pacífico y en tierras altas (Urbina-Torres 2000, Mellink et al. 2009, Luévano et al. 2010), no se ha realizado un seguimiento de la reproducción de esta especie en México.

A nivel internacional se indica para la especie éxito reproductor bajo, declive poblacional, distribución limitada, límites de distribución desconocidos y discusión sobre su posición taxonómica (Pineau 1993, Page et al. 1995, USFWS 2001, Powell 2001, Amat 2003, Neuman et al. 2004, Colwell et al. 2005, Funk et al. 2007, Küpper et al. 2010), En México a pesar de estar en la categoría de Amenazada (SEMARNAT 2010), el conocimiento de esta especie respecto a varios temas como su biología reproductora, dimorfismo sexual, densidad poblacional, éxito reproductor, etc; es aún poco.

Por otro lado la zona federal del ex Lago de Texcoco es una zona incluida en el sistema de Áreas de Importancia para la Conservación de Aves en México (AICAS; Arizmendi y Márquez-Valdelamar, 2000) que a pesar de ser un complejo de lagos y lagunas artificiales, el hábitat creado ha beneficiado a aproximadamente 200 especies de aves, albergando más de 350,000 individuos en el periodo de 1986-1987 y alrededor de 120, 000 en 2000-2001 (Alcántara y Escalante 2005).

3.- PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Ésta es una investigación pionera que da los primeros registros detallados de la biología reproductora de *Charadrius alexandrinus nivosus*, al interior de México, este interés ha sido marcado por las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es el tamaño de la población reproductora que anida en las lagunas y charcas someras de la zona federal ex lago Texcoco?
2. ¿Cuál es la proporción de sexos en la población?
3. ¿Cuál es la cronología de eventos reproductores?
4. ¿Existe dimorfismo sexual en peso y/o medidas en esta población?
5. ¿Cuáles son las características de los sitios de anidación?
6. ¿Cuál es el número de huevos producidos en la población?
7. ¿Cuál es el éxito de nido del chorlo nevado?
8. ¿Cuáles son los factores de riesgo que se presentan en esta población?

4.- OBJETIVO GENERAL

Describir la cronología de eventos reproductores de *Charadrius alexandrinus nivosus* para conocer el sistema de apareamiento y el éxito reproductor de esta especie en la Zona Federal del ex-Lago de Texcoco durante el periodo reproductor de 2009.

4.1.- OBJETIVOS PARTICULARES

1. Determinar el tamaño de la población reproductora.
2. Estimar la proporción de sexos de la población.
3. Determinar la cronología de los eventos reproductores.
4. Estimar el dimorfismo sexual mediante morfometría.
5. Describir las características de los sitios de anidación.
6. Determinar el número de nidos exitosos en la muestra.
7. Determinar el número de huevos exitosos en la muestra.
8. Identificar los factores de peligro en la población.

Biología Reproductora del Chorlo nevado

5.- ZONA DE ESTUDIO

Localizada en el Estado de México y en la parte noreste de la Cuenca de México (Figura 1), incluida en los Municipios de Ecatepec, Atenco, Chimalhuacán, Texcoco y Nezahualcóyotl. Entre los 19°25' y 19°35' N y los 98°55' y 99°03' W, tiene una superficie de aproximadamente 11600 ha. Actualmente, está constituido por varios lagos permanentes y charcas someras estacionales que reciben aportes de agua proporcionados principalmente de manera artificial por la Comisión Nacional del Agua (Alcántara y Escalante 2005) quien a su vez tiene a su cargo la administración de esta zona federal.

5.1.- Hidrología

Este sistema Hidro-ecológico es alimentado por distintos afluentes, destacando los siguientes: río Churubusco, el más importante siendo el de mayor caudal del sistema, ríos La Compañía, Los Remedios y río San Juan Teotihuacán, en los que, durante la época de estiaje sus aguas son casi nulas, los ríos Papalotla, Xalapango, Coxacoaco y Texcoco que en la actualidad funcionan como drenaje sanitario de la zona conurbana de Texcoco (Ezcurra et al. 2006).

Otros cuerpos de agua son los siguientes: Lago Nabor Carrillo, el cual es uno de los más importantes y de mayor volumen del complejo, lago de Regulación Horaria, lago Churubusco, lago Texcoco norte, laguna Recreativa, Lagunas Facultativas y El Caracol, Casa Colorada, Cuatro Caminos y Laguna La Cruz, estos últimos son sitios donde se concentran gran número de chorlos y playeros (DUMAC 2005).

Durante el periodo de estiaje gran parte de estos cuerpos de agua se secan por completo o reducen sus niveles de agua drásticamente, además de que existen varias planicies inundables durante la época de lluvias que son importantes para la alimentación de playeros y chorlos (observación personal).

5.2.- Vegetación

De acuerdo a la clasificación de Rzedowski (1957), se pueden observar dos tipos de vegetación: halófila y acuática. La vegetación halófila es la mejor distribuida dentro de la zona. Es una comunidad sumamente resistente a condiciones extremas y según Rzedowski (1957), es la primera colonizadora de los terrenos emergidos de Texcoco. Este tipo de vegetación actualmente esta representada por la especie dominante *Distichlis spicata*, lo cual es resultado del proceso activo de pastización para la compactación del suelo (observación personal) .

Vegetación acuática: aquí se integran las comunidades vegetales ligadas al medio acuático, o bien a suelos saturados permanentemente con agua. En el área hasta hace poco se contaba con pequeñas agrupaciones de tulares representados por *Scirpus lacustris* y *Typha angustiflora* como especies dominantes, sin embargo han sido destruidos en su mayoría (Ezcurra et al. 2006)

Las algas del genero *Spirulina sp.* Son abundantes en la zona, en años anteriores se explotaba de

manera comercial en la laguna El Caracol (observación personal).

5.3.- Fauna

De la fauna ictiológica nativa únicamente subsiste el pescado amarillo *Gyrardinichtis viviparus*, y existen diferentes variedades de la carpa y tilapia introducidas con fines de cultivo (DUMAC 2005).

Con relación a los Anfibios, se reportan sapos *Chaunus marinus* y ranas del Género *Rana spp.* De los reptiles existe la llamada culebra ranera (*Tamnophis sp.*) y el sincuate (*Pituophis deppeii*), así como lagartijas del género *Sceloporus sp* (DUMAC 2005)

El grupo de las aves es el más numeroso y representativo, además de ser el grupo más estudiado del área. Con base a los datos de la Gerencia del Lago de Texcoco de la CONAGUA, éste grupo está compuesto por 134 especies, de las cuales el 85 % son migratorias (Alcántara y Escalante 2005). Alcántara y Escalante (2005) con base a revisiones de documentos a los cuales tuvieron acceso, determinaron que para la zona existen más de 200 especies de aves, entre migratorias y residentes.

Respecto a los mamíferos, se pueden observar ratones de la familia Cricetidae, roedores *Microtus mexicanus* y *Peromyscus miniculatus*, tuzas (*Papogeomys sp.*) comadreja de cola negra *Mustela frenata*, ardillas terrestres *Spermophilus mexicanus* y conejos *Sylvilagus floridanus* (DUMAC 2005).

5.4.- Uso de suelo

El suelo es de tipo salino-sódico (gleysoles cálcicos y andosoles vitricos). La literatura menciona que el principal uso del suelo es para actividades agrícolas y comprende el 42.6 %. A este le sigue el suelo de vocación forestal (programa de reforestación) con 35.9 % y el pecuario con 11.3 %. Cabe destacar que 60 % del territorio tiene un cierto grado de erosión. Se puede suponer que el cambio de uso del suelo ha sido de agrícola a urbano y de forestal a agrícola-pecuario (Cruickshank 1994).

A pesar de estos datos es menester diferir de esta información. La agricultura no es una actividad propia de la zona federal, se construyen nuevas lagunas, elevando los bordos de las charcas existentes, además del intenso trabajo de nivelación del suelo y de dragado de canales, el programa de reforestación utilizando la especie *Tamarix sp.* sigue activo avanzando en la parte noreste de la zona federal, del mismo modo la extracción de salmuera de manera industrial es una actividad recurrente (observación personal).

5.5.- Clima

El clima es de tipo BS, Kw (w) (1'), semiárido templado con verano cálido y lluvioso, e invierno con lluvias del 5 % del total anual. Presenta una temperatura media anual de 15.3°C con variación de 6.4°C, registrando una temperatura máxima de 32°C (en abril y junio) y mínima de -5°C (en enero). La precipitación es de 810 mm/año repartidos de Mayo a Octubre (DUMAC 2005)

Biología Reproductora del Chorlo nevado



1. Lago Nabor Carrillo
2. Lago Recreativo
3. Lagunas Facultativas
4. Lago Churubusco
5. La Cruz
6. Charcas de Sosa Texcoco
7. Dren del Lago Texcoco Norte
8. Cuatro Caminos
9. Caracol
10. Laguna de Xalapango
11. Zona de Reserva de Vida Silvestre Lago de Texcoco

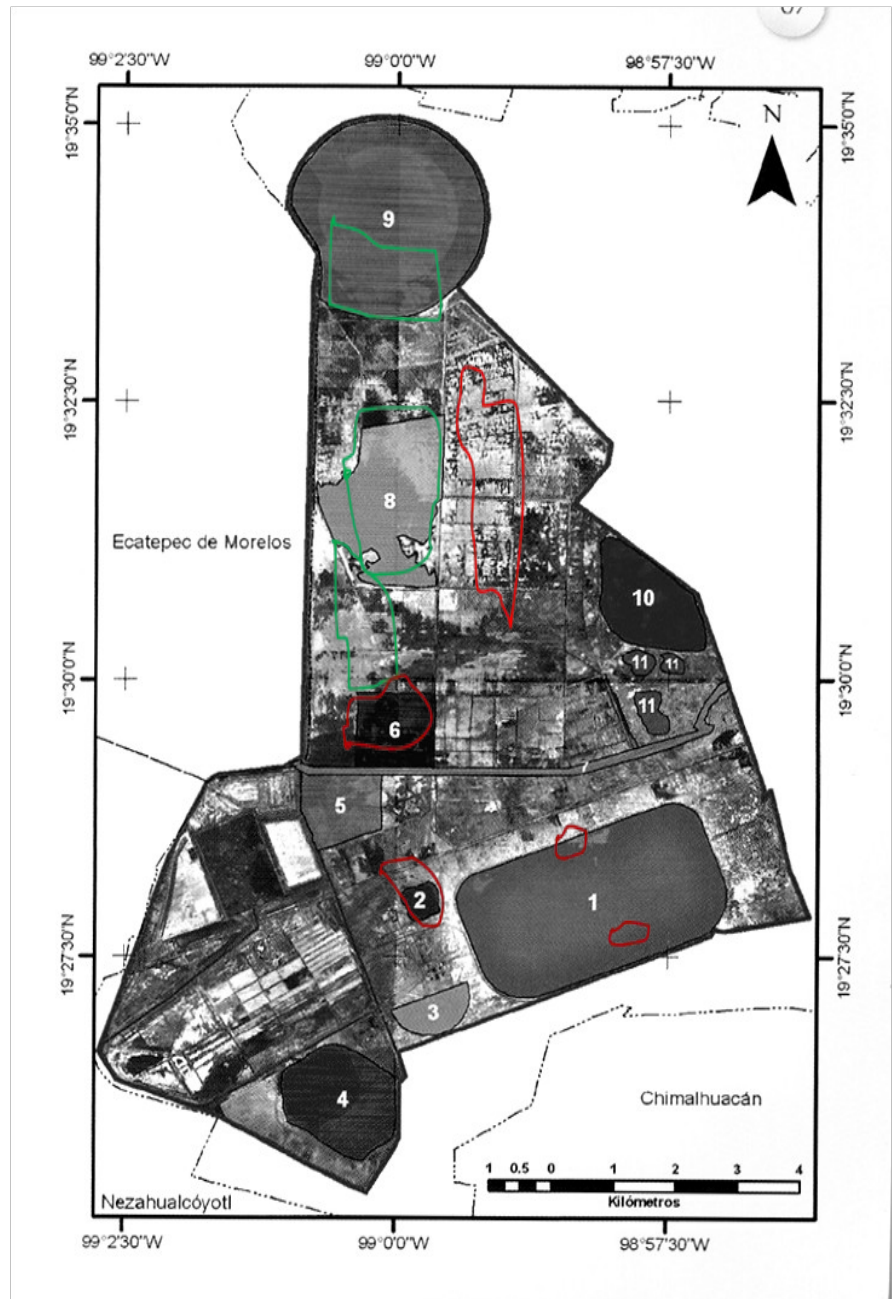


Figura 1. Mapa general de la zona federal ex Lago Texcoco. Se Indica en color verde (de arriba hacia abajo) El Caracol (CACO) Cuatro Caminos (CUCA) y Casa Colorada, zonas donde únicamente se localizó al chorlo nevado en reproducción, durante marzo a junio de 2009, en rojo se muestran las zonas potenciales para la anidación del chorlo nevado exploradas pero que no fue observada la especie. (Modificado de DUMAC 2009).

6.- MÉTODOS

6.1.- ASPECTOS GENERALES

El trabajo de campo se llevó a cabo de durante el periodo reproductor de 2009 de marzo a octubre, en un horario de las 0730 a las 1400 hrs en promedio, recorriendo a pié y a bordo de un vehículo las planicies y bordos de los lagos de la zona federal en visitas de dos a cuatro días por semana según las fases del ciclo reproductor.

El trabajo de campo se centró en las lagunas temporales y someras conocidas como Cuatro Caminos, Casa Colorada y El Caracol (en adelante CUCA, CACO, CARA) respectivamente, debido a que presentaron las características del hábitat potenciales para el chorlo nevado. También se realizaron visitas regulares al lago Nabor Carrillo, lago Recreativo, lagunas Facultativas, lago Churubusco y la Laguna La Cruz, así como en las planicies inundables dentro de la zona de estudio.

Durante cada visita se realizaron observaciones con ayuda de binoculares Tasco de 20x60 y un telescopio Eagle optics de 15-45x60 aumentos. Para evitar perturbar a los organismos, las observaciones se efectuaron desde los bordes de los cuerpos de agua y desde distancias entre 50 a 200 m de los individuos, usando tela de camuflaje color arena de 1.2 X 2.2 m para cubrirse, situándose detrás de objetos y/o de la vegetación del lugar o recostándose a nivel del suelo (Figura 2).

La determinación de la especie fue confirmada con ayuda de las guías de campo Sibley (2000) y National Geographic Society (2002), O'Brien et al. (2006)



Figura 2. Técnica de observación a nivel del suelo, utilizada para la búsqueda y seguimiento del chorlo nevado en las charcas someras en Texcoco de marzo a octubre de 2009.

Biología Reproductora del Chorlo nevado

6.2.- Captura y marcaje de individuos

Se emplearon tres redes de neblina de 12 m de largo por 2.6m de altura y abertura de malla de 32 mm, colocándolas en forma de “U” cada vez que se localizará un nido, dejando la apertura hacia la dirección en la que el ave escapara. Estas redes permanecieron abiertas hasta 2 hr como máximo retirándolas siendo o no efectiva la captura del adulto en incubación. En zonas de alimentación las redes permanecieron abiertas un máximo de 3 hr y aquí se colocaron en forma de “T” (Karr 1981, Keyes y Grue 1982, Gratto-Trevor 2004, Székely et al. 2007 a).

A los adultos capturados se les determinó la edad por el estado de la muda y el plumaje de las alas bajo los criterios establecidos por Pyle (2008).

Cada ave fue marcada con un anillo de acero inoxidable y tres bandas de plástico, utilizando siete colores en una combinación única, lo que permitió diferenciar a cada ave individualmente (Figura 3) Este sistema de anillamiento se efectuó de la siguiente forma: X M / X X. La X indica un color, la M el anillo de metal y la diagonal divide la pata izquierda de la derecha. Cada marcaje se lee así: pata izquierda arriba, pata izquierda abajo / pata derecha arriba, pata izquierda abajo (White 1983, Colwell y Oring 1988 a,b, Whitfield 1990, Betts y Jenni 1991, Ralph et al. 1994, Emlen et al. 1998, Gratto-Trevor 2004, Székely et al. 2007b).



Figura 3. Sistema de anillamiento en pollos y adultos. Un anillo de color y metal pata izquierda, y dos anillos de colores en la pata derecha.

Todo lo anterior fue anotado en una tabla diseñada siguiendo el formato de trabajo del Proyecto MoSI (Monitoreo de Supervivencia Invernal; DeSante et al. 2008), adaptándola a los propósitos del presente trabajo (Anexo 1)

6.3.- TAMAÑO DE LA POBLACIÓN REPRODUCTORA

Para conocer el tamaño de la población reproductora, se llevó a cabo la captura de los individuos que estuvieran en incubación, es decir sobre el nido, lo cual se consideró como la certeza de su reproducción.

La captura se centró en CUCA, CARA y CACO (Figura 1). En el lago Nabor Carrillo, lago Recreativo, lagunas Facultativas, lago Churubusco, laguna Xalapango y laguna La Cruz no se observaron individuos, además de que no presentaron planicies extensas propicias para la anidación del chorlo nevado.

En este estudio, aquellos individuos fuera de los sitios de reproducción no fueron considerados como parte de la población reproductora ya que no se tuvo la certeza de que tuvieran pareja o algún nido, excepto que estuvieran marcados. De este modo, del número de organismos capturados y anillados en sus nidos, se obtuvo el número de individuos que se reprodujeron.

6.4.- PROPORCIÓN DE SEXOS

Los organismos en incubación capturados, fueron sexados con base en las características distintivas en el plumaje citadas en la literatura, por ejemplo el macho es ligeramente más oscuro que la hembra en la parte dorsal, así como en las marcas frontales, auriculares y a los lados del cuello (Page et al. 1995, Gratto-Trevor 2004, Székely et al. 2007 a, Pyle 2008).

La captura únicamente se llevó a cabo en las mañanas debido al horario de trabajo impuesto por la Comisión Nacional del Agua, y se concentró en aquellos adultos en incubación. Éste horario ocasionó que capturáramos a más hembras que machos ya que estas suelen incubar de día, mientras que los machos lo hacen durante la noche (Fraga y Amat 1996, Page et al. 1995, Torre y Ballesteros 1997, Gratto-Trevor 2004, Székely et al. 2007 a, b.).

Al final del periodo reproductor y del total de organismos capturados y anillados se obtuvo el porcentaje de machos y hembras que se reprodujeron en la población.

6.5.- CRONOLOGÍA DE EVENTOS REPRODUCTORES

Cada evento fue determinado mediante la observación directa en el campo. Se consideraron las siguientes fases:

- a) conductas de cortejo y construcción del nido
- b) fechas de puesta
- c) periodo de incubación
- d) fechas de eclosión y
- d) desarrollo de los polluelos hasta que alcanzaron el vuelo.

Biología Reproductora del Chorlo nevado

De los nidos localizados, 31 fueron encontrados con la puesta de huevos completa. De este modo las fechas de puesta se estimaron al conocer la fecha de eclosión de estos nidos y restándole los días de incubación considerados en este estudio (31 días). Por efectos de estos hallazgos fue imposible determinar las fechas de puesta para los nidos que fueron pérdidas o de los cuales se desconoció su suerte.

En los hallazgos de volantones o polluelos sin procesar, se consideró como parámetro para estimar su edad, la presencia o ausencia del diente de eclosión que según Page et al. (1995) dura hasta dos días, el peso, longitud del tarso además del estado de desarrollo del plumaje (Lessells 1984)

El inicio del periodo de incubación fue considerado desde la colocación del primer huevo, hasta la eventual eclosión de algún pollo, en este caso fue de 31 días. (Page et al. 1995, Fraga y Amat 1996, Székely et al. 2007 a).

6.6.- DIMORFISMO SEXUAL

Fueron tomadas, con un calibrador milimétrico (0.1 mm) las siguientes medidas en machos y hembras: culmen expuesto, longitud del tarso, cuerda alar, largo y ancho de la barra frontal en machos y hembras. El peso fue medido con una balanza granataria (0.1 gr). También se evaluó el estado reproductor de cada adulto capturado representado por el parche de incubación, protuberancia cloacal, cantidad de grasa, muda del cuerpo y del vuelo (Anexo 1). La morfometría fue analizada mediante una prueba de t de Student, (Fraga y Amat 1996) usando un nivel de significancia de $P < 0.05$ (Zar 1984) para establecer posibles diferencias entre machos y hembras.

6.7.-DESCRIPCIÓN DE LOS NIDOS

En este estudio, se describieron los sitios de anidación de la siguiente manera: en cada nido fue medido el diámetro externo (considerado como la zona hasta donde el ave haya construido el nido) y el diámetro interno (considerado como la zona cubierta únicamente por los huevos). Adicionalmente se midió la profundidad del nido y los materiales utilizados para su construcción (lodo, rocas, plumas, ramas y pasto).

Cada nido fue ubicado dentro de las siguientes categorías de exposición:

“0” cuando el nido estuvo completamente descubierto

“1” cuando el nido fuera visible en más del 75%,

“2” entre el 74% y el 25% y,

“3” cuando fuese visible en menos del 24%

Considerando como obstáculo para su visibilidad la vegetación o alguno otro material utilizado por los adultos (Fraga y Amat 1996).



Figura 4. Niveles de exposición de los nidos, nido totalmente expuesto "0" y nido con categoría "2"

6.8.-NIDOS EXITOSOS

La búsqueda de los nidos se llevó a cabo a pie. Algunos sitios potenciales de reproducción fueron descubiertos mediante caminatas en la zona (Székely et al. 2007 a) pero comúnmente por la conducta del macho o la hembra en actividades de incubación, o en despliegues de atracción.

Al momento de localizar algún nido, éste fue señalado en el sitio con rocas o algún otro material de la zona, colocados seis pasos al norte del nido, de tal manera que no fuera delatada su ubicación.

A cada nido localizado en las diferentes áreas de estudio se le asignó una de las siguientes categorías: "Exitoso" si es que al menos eclosionó un polluelo del nido.

"Pérdida" ningún polluelo eclosionó (porque los huevos fueron infértiles o el embrión murió dentro del huevo y/o los padres abandonaron el nido).

"Desconocido" la suerte del nido no pudo ser confirmada.

Se incluyó una categoría denominada:

"Asignado" la cual describe el hallazgo de un grupo familiar compuesto por uno, dos o tres pollos atendidos por un adulto, el cual no fue localizado desde la construcción o incubación del nido. De este modo este tipo de hallazgos fueron considerados como nidos exitosos.

Con la información del seguimiento de la población, se obtuvo el número de nidos construidos totales y se estableció cuántos de éstos produjeron polluelos (Paton 1995, Colwell et al. 2005).

6.9.- HUEVOS PRODUCIDOS

A cada huevo de cada nido localizado se le tomaron los siguientes datos: largo, ancho, peso, fecha de

Biología Reproductora del Chorlo nevado

puesta, hallazgo o de pérdida. El largo y ancho fue obtenido con un calibrador milimétrico (0.1 mm), el peso con una balanza granataria (0.1 gr), y el volumen fue calculado mediante la ecuación siguiente: $V = K_v (LW^2)$ (Douglas 1990), donde $K_v = (0.5236 \times 2(L/W)/100)$, L=longitud del huevo (cm) y W= ancho del huevo (cm).

De la suma del tamaño de la puesta de cada nido, se obtuvo el número total de huevos producidos. Para establecer el número de huevos exitosos, se sumaron aquellos huevos de donde eclosionó un polluelo y esta suma fue dividida entre el número total de huevos puestos durante la temporada reproductora de 2009.

En este estudio se consideró medir el tamaño promedio de las nidadas por mes, como parámetro que nos ofreciera una idea de las fluctuaciones en la disponibilidad de recursos, los cuales probablemente están marcados por la permanencia de los cuerpos de agua a lo largo del periodo reproductor, y se ven reflejados en el volumen de los huevos puestos por la hembra, o de la capacidad de la hembra de conseguir alimento y soportar la producción de “X” número de huevos (Amat et al. 2001).

6.10.- IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO

Como factores de riesgo, fueron considerados los depredadores potenciales de adultos, polluelos y huevos del chorlo nevado citados por Page et al (1995) y que estuvieran localizados en las zonas de trabajo, además de los que se considerarán potenciales durante la realización de este trabajo.

La identificación de estos factores se realizó de manera visual durante la revisión de los nidos y de las familias formadas (Colwell et al 2005). Del mismo modo fueron considerados como factores de riesgo las actividades humanas de extracción de salmuera y de una larva de mosquito comestible llamada “ahuautle”, cuya actividad puede disminuir el tiempo de incubación o de protección, accidentalmente destruir nidos o polluelos, o promover la dispersión de individuos fuera del área.

También se revisaron los alrededores del nido cuando se encontraron nidos o huevos destruidos, buscando rastros de serpientes, huellas de mamíferos y/o aves, del mismo modo se revisó el cascarón en busca de picotazos u otro indicio de destrucción.

7.- RESULTADOS

7.1.- TAMAÑO DE LA POBLACIÓN REPRODUCTORA

Durante la búsqueda de nidos, fueron capturados un total de 27 individuos del chorlo nevado sobre sus nidos (Figura 5).

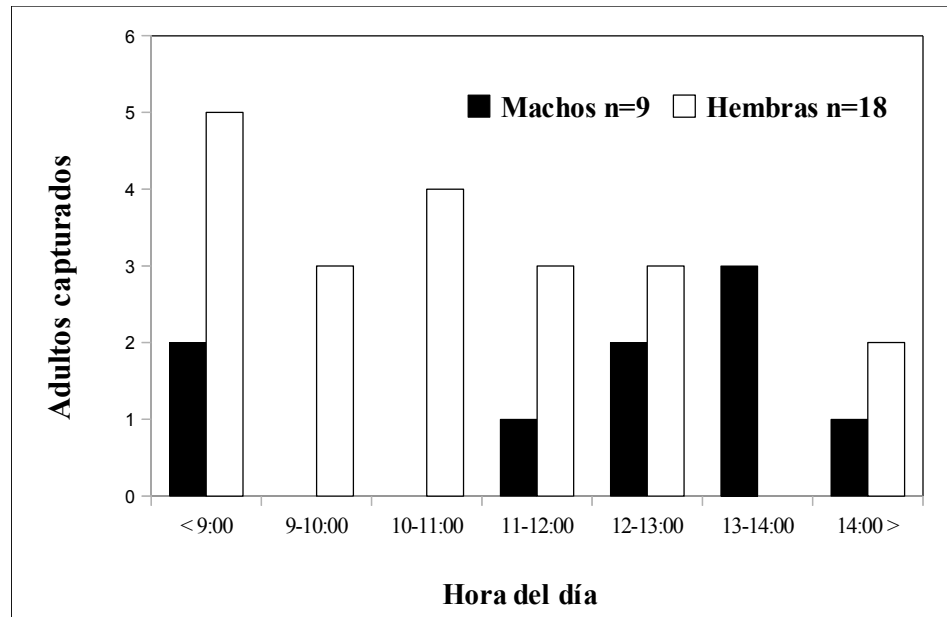


Figura 5. Machos y hembras en reproducción que fueron capturados durante el horario de visita en las charcas de la Zona Federal del ex-Lago de Texcoco (abril a octubre de 2009)

De los individuos capturados, el 60% de las hembras se capturaron antes de las 1200 hrs, mientras que el 77.77% de los machos fueron localizados y capturados después de esta hora.

En CACO se observó la mayor actividad reproductora con el 81.48% de las capturas de individuos en incubación (15 hembras y 7 machos); en CARA se capturó el 11.11% (una hembra y dos machos), y en CUCA solo fue capturado el 7.4% (dos hembras).

7.2.- PROPORCIÓN DE SEXOS EN LA POBLACIÓN REPRODUCTORA

De los 27 individuos capturados durante la incubación, 18 fueron hembras y nueve fueron machos, resultando una proporción de 66.67% de hembras y 33.33% para machos.

7.3.- CRONOLOGÍA DE EVENTOS REPRODUCTORES

a) Conductas de cortejo y construcción del nido

Durante el trabajo de campo fueron observadas 16 instancias de cortejo, a partir del 1-abril-2009 en CARA hasta el día 13-jul-2009 en CUCA. Estos registros fueron mayores durante el mes de mayo (siete registros) y junio (cinco registros). Las conductas de cortejo observadas constan de diversas fases que no

Biología Reproductora del Chorlo nevado

ocurren en una secuencia establecida. En nueve ocasiones se observó al macho frente a la hembra acicalándose y realizando vuelos de persecución.

En tres ocasiones se observó al macho junto a la hembra construyendo el nido, rascando el suelo y aventando pequeños trozos de lodo, posteriormente la hembra se echaba sobre este agujero y después de ello salían volando, el macho intentó la construcción de un nido en más de una ocasión.

En tres ocasiones más hubo intentos de cópula, donde el macho montaba a la hembra pero ella volaba o lo agredía, esta conducta sucedió cuando eran dos machos y una hembra. Finalmente solo en un caso se observó una verdadera cópula.

b) Fechas de puesta

El periodo de puesta se inició el día 23-marzo-2009 y con el registro de nido número 25 el día 25-mayo-2009 se tiene última fecha de puesta, dando una duración de 63 días.

La primera puesta se estimó en marzo, mes en el que se localizó solo un nido (3.13%, Figura 6). En abril fueron construidos seis nidos, lo que equivale al 18.75% del total. Durante mayo se registró la mayor actividad de puestas con la construcción de 16 nidos, equivalentes al 50%, de los cuales 14 (37.45%) se encontraron en CACO y dos nidos (6.25%) en CARA.

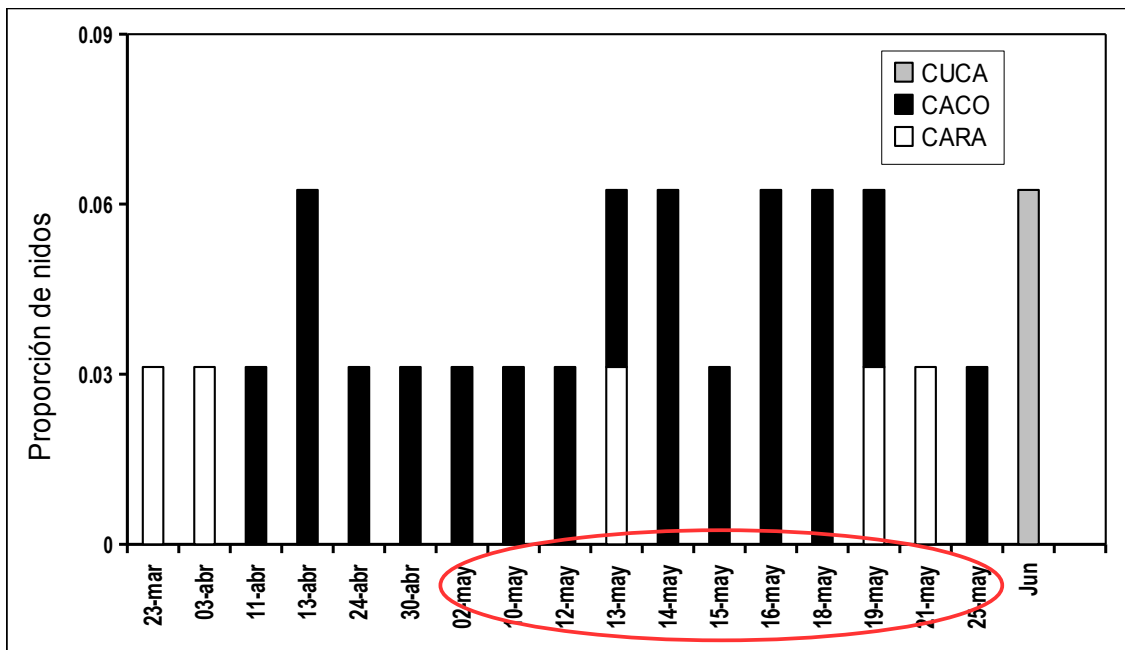


Figura 6. Fechas de puesta y proporción de nidos puestos en cada día, en las diferentes charcas de la Zona Federal del ex-Lago de Texcoco (abril a mayo de 2009; CARA = El Caracol, CACO = Casa Colorada, CUCA = Cuatro Caminos, en rojo se resalta el mes de mayo donde se concentra la mayor proporción de nidos puestos)

De los 32 nidos localizados, el 28.13% (9 nidos), se desconoce su fecha de puesta ya que fueron encontrados con la nidada completa y su destino fue desconocido.

c) Periodo de incubación

El periodo estimado de incubación para la población reproductora fue de 122 días, que se inició el 24-marzo-2009 y se prolongó hasta el 24-julio-2009, que fue el último día que se observó a la hembra XR/00 dueña del nido 29 incubando dos huevos, que se perdieron entre el 25-jul al 12-ago de 2009.

El periodo de incubación de los huevos pudo ser estimado solo para el nido ocho y fue de 31 días, considerando el tiempo desde la fecha estimada de puesta del primer huevo el día 13-mayo hasta la eclosión de dos polluelos, que ocurrió el día 13-jun-2009.

d) Fechas de eclosión

El Nido 1 fue el primero donde eclosionaron dos pollos el día 24-abril-2009, mientras que el último día de eclosión fue el 26-junio-2009 en el nido 25 del cual nació solo un polluelo y ambos padres abandonaron los restantes dos huevos colocándolos fuera del nido. Por otra parte, el 20-julio-2009 se registró la pérdida del nido 28, donde se encontraron restos de dos embriones y un huevo sin embrión.

El proceso de eclosión se concentró en el mes de junio, cuando 15 nidos (46.88 %) fueron productivos y de éstos, el 37.5% (12 nidos) se localizaron en CACO y el 9.37% (tres nidos) en CARA.

e) Periodo de desarrollo de pollo a volantón

No fue posible estimar el periodo de desarrollo de pollo a volantón y a juvenil, debido a que los polluelos fueron alejados del nido inmediatamente después de su eclosión por parte de ambos padres. Además de presentarse una inundación que provocó la dispersión de adultos fuera de las áreas de trabajo. A pesar de que fueron capturados y anillados 22 pollos en el nido, solo tres pudieron ser re-observados a una distancia mayor de 500 m de sus nidos, una semana después de su eclosión en compañía del macho solamente.

En el siguiente cuadro se sintetiza la morfometría de estos polluelos capturados:

Cuadro 1. Promedio y desviación estándar (\pm) de los datos morfométricos, tarso y culmen en mm, peso en grs, obtenidos de 22 polluelos capturados en la zona federal ex lago Texcoco (abril a octubre de 2009).

	Tarso	Culmen	Peso
Polluelos (n=22)	15.77 \pm 0.9	6.67 \pm 1.1	5.5 \pm 0.47

Biología Reproductora del Chorlo nevado

7.4.- DIMORFISMO SEXUAL

En las medidas de longitud del tarso, culmen expuesto, cuerda alar y el peso no se presentó diferencia estadística significativa. En el caso de las medidas de la barra frontal (ancho y largo) solo en el ancho de esta se presentó diferencia estadística significativa ($t = 2.38$, $P = 0.02$, Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedio y desviación estándar (\pm) de los datos morfométricos obtenidos de 33 chorlos nevados en la Zona Federal del ex-Lago de Texcoco de marzo a julio de 2009 (BF= barra frontal)

Sexo	Tarso	Culmen	Cuerda alar	Peso	Ancho BF	Largo BF
Machos (n=13)	23.20 \pm 1.52	13.03 \pm 1.94	105.59 \pm 3.62	39.67 \pm 3.39	5.08 \pm 1.26	15.34 \pm 1.86
Hembras (n=20)	22.25 \pm 1.74	13.55 \pm 1.32	104.45 \pm 3.61	42.26 \pm 3.62	4.05 \pm 1.07	14.32 \pm 2.78
Prueba de t	1.60	0.91	0.88	1.33	2.38	0.78
P	0.11	0.41	0.38	0.05	0.02	0.42

Durante la obtención de datos morfométricos de machos y hembras, se notó que la marca de la frente es distinta. Los machos presentaron una extensión perpendicular en cada extremo de la barra frontal a manera de “cuerno”, presentando una longitud promedio de 7.93 ± 1.57 mm, con 5.55 y 10.05 mm como valor mínimo y máximo respectivamente (Figura 7A). Por su parte las hembras presentaron la barra de manera rectangular y uniforme (Figura 7B).

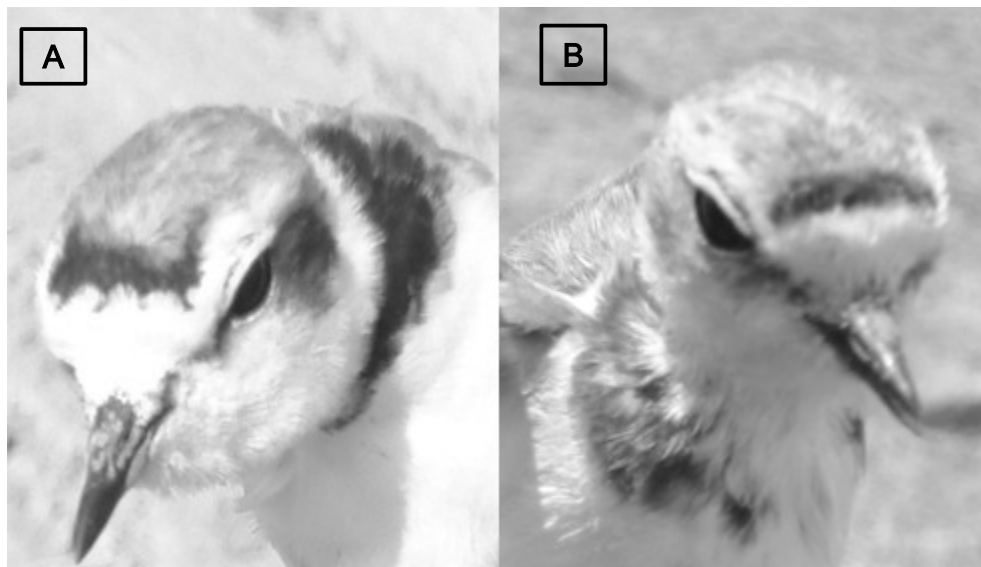


Figura 7. Dimorfismo sexual por la forma de la barra frontal en el chorlo nevado que anida en la Zona Federal ex Lago de Texcoco (marzo a octubre de 2009; A) Macho, B) Hembra)

7.5.-DESCRIPCIÓN DE LOS NIDOS

Para estos cálculos fueron utilizados los datos de 22 nidos, los cuales tuvieron en promedio un diámetro interno de 57.51 mm (± 10.37) X 49.60 mm (± 2.70) y un diámetro externo de 98.13 mm (± 17.07) X 85.23 mm (± 18.90) y una profundidad promedio de 13.76 mm (± 5.52).

Respecto a los niveles de exposición de los nidos, el 3.85 % de los nidos (n=1) presentó una exposición menor al 24% de visibilidad, 19.23 % (n=5) fueron incluidos en la categoría de visibilidad de entre el 25% y 74% mientras que el 11.54 % (n=3) de un 75%. El mayor porcentaje de nidos que correspondió al 65.38% (n=13), tuvieron la categoría de exposición “0”.

El principal material para la construcción del nido fue lodo seco y solo en dos ocasiones se encontraron pequeñas rocas lisas y planas, las cuales al igual que el lodo fueron acarreados por el macho (observación personal). En la base del Nido 2 se encontraron dos plumas y tres ramas secas y pequeñas del pasto salado *Distichlis spicata*.

En los nidos que presentaron niveles de visibilidad menores al 100%, el obstáculo principal fueron pequeños macollos de herbáceas. Por ejemplo en el nido 18, los huevos fueron puestos debajo de dos macollos de herbáceas y, en el caso del nido 29, los dos huevos fueron puestos entre cuatro macollos de gramíneas, separados uno de otro por menos de 5 cm (Figura 4). Además de estos hallazgos, se observó que utilizaron la huella de una bota y la trampa para la larva de ahuatle, que consiste en un amarrado de varas que después de un tiempo quedán en forma de arco, para la colocación de sus nidos.

7.6.-NIDOS EXITOSOS

Se registraron un total de 32 nidos en las charcas de CARA, CACO y CUCA. Estos nidos tuvieron una media de 2.93 y una moda de tres huevos. Del total de nidos construidos, el 93.75% (30 nidos) tuvieron una puesta de tres huevos mientras que el 6.25% (dos nidos) tuvieron una puesta de solo dos huevos.

Los nidos 17 y 29, son los únicos donde se registró la puesta de dos huevos. La hembra responsable de cada uno de estos nidos fue ubicada en la Categoría de Edad 1 (AHY: After Hatching Year; Pyle 2008), con un plumaje más pálido entre las hembras, y desgaste mayor en las plumas de las alas.

De estos 32 nidos, el 75 % (n=24) se localizó en CACO, el 15.62% (n=5) en CARA y el 9.38% (n=3) en CUCA. De este modo, 22 nidos fueron ubicados en la categoría de “Exitoso”, 15.63% (n=5) fueron pérdidas, otro 15.63% (n=5) se desconoció su suerte al no encontrar ningún rastro de los huevos y/o polluelos en el nido, mientras que el 18.75% (n=6) se encuentran dentro de la categoría “asignado”. (Cuadro 3).

De los cinco nidos registrados en CARA, el 80% (4 de 5) fue exitoso, en CACO el 70.83% (18 de 24) y en CUCA ningún nido fue exitoso (Cuadro 3).

Biología Reproductora del Chorlo nevado

El número de nidos exitosos es de 22 de 32 nidos localizados, es decir el éxito de nido aparente de esta población es del 68.75% durante el periodo reproductor de 2009 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Destino final de los nidos registrados en las diferentes áreas de estudio de la Zona Federal del ex-Lago de Texcoco (marzo a octubre de 2009; CARA = El Caracol, CACO = Casa Colorada, CUCA = Cuatro Caminos)

	Exitoso	Pérdida	Desconocido	Asignado	Total de Nidos
CARA	4		1	1	5
CACO	18	3	3	3	24
CUCA		1	2	1	3
Total	22	4	6	4	32

7.7.- HUEVOS PRODUCIDOS

Fueron registrados un total de 94 huevos con las siguientes dimensiones promedio: largo: 3.04 ± 0.19 cm, ancho; 2.18 ± 0.17 cm. y volumen promedio de: 7.46 ± 1.38 cm³.

El volumen promedio de las nidadas para el mes de marzo fue de 24.93 cm³, 17.58 ± 4.69 cm³ en abril, mes en el que se observó el menor volumen de agua en las tres lagunas de estudio, 23.69 ± 3.03 cm³ en mayo y 20.35 ± 6.75 cm³ en junio (Figura 8).

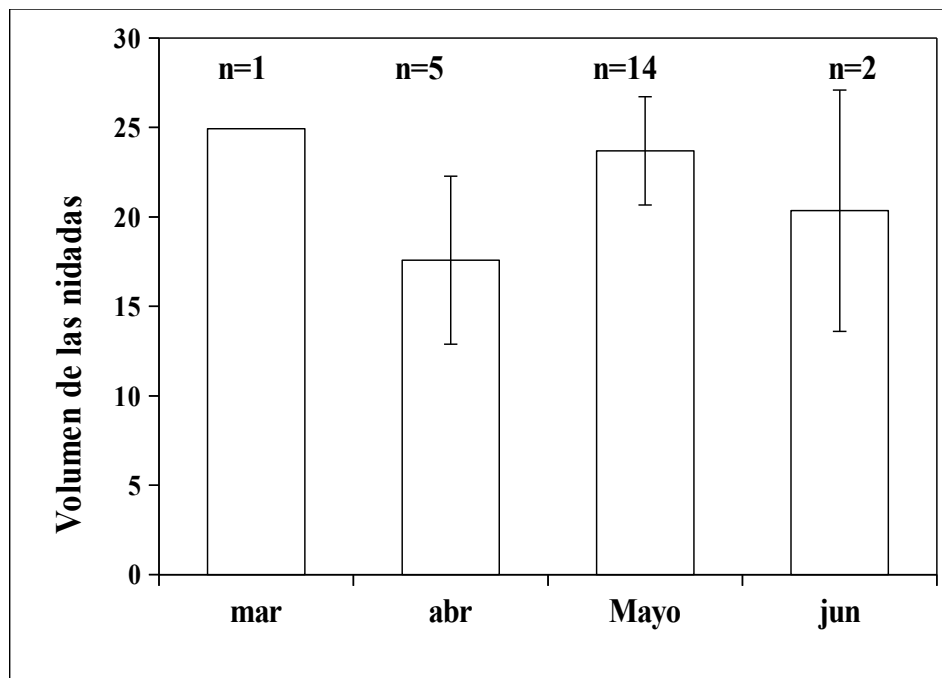


Figura 8. Variación en el volumen promedio de nidadas puestas durante cada mes en la Zona Federal del ex-Lago de Texcoco (marzo a junio de 2009)

Se observó una tendencia en la disminución del volumen de los huevos durante las puestas del mes de abril y un incremento del volumen de los huevos el siguiente mes, mostrando diferencia estadística significativa ($F_{28} = 3.23$, $P = 0.005$, Cuadro 8).

Del total de huevos puestos, 47 produjeron un polluelo. De este modo, el 50% de los 94 huevos colocados por las hembras fueron productivos, mientras que el otro 50% fueron pérdidas.

En la mayoría de los nidos eclosionaron solo dos pollos (40.63%, $n=13$), en el 21.88% ($n=7$) eclosionaron los tres pollos, en el 6.25% ($n=2$) solamente uno, mientras que en el 15.63% de los casos no se produjo ningún polluelo.

7.8.- IDENTIFICACIÓN LOS FACTORES DE RIESGO

Durante el trabajo de campo se registraron 33 eventos de distintos factores de riesgo para la reproducción en la zona federal ex lago Texcoco. Se observó en seis ocasiones al halcón peregrino (*Falco peregrinus*), ocho veces al tecolote llanero (*Athene cunicularia*), nueve manadas de perros ferales de tres a diez integrantes y 10 registros de actividades de extracción de salmuera.

En CARA se concentró la mayor cantidad de factores con el 50% de registros del halcón peregrino, 83% del tecolote llanero, el 33% y 10% para jaurías de perros y actividades de extracción de salmuera respectivamente.

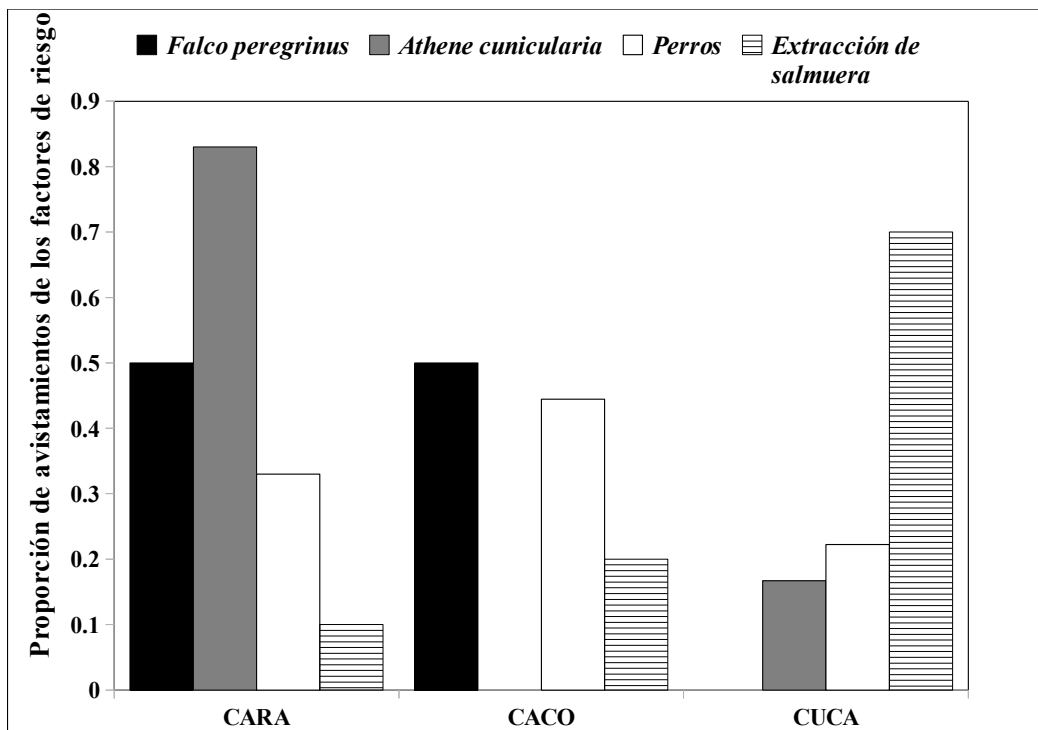


Figura 9. Factores de riesgo registrados dentro de la zona federal ex lago de Texcoco (marzo a octubre de 2009, CARA = El Caracol, CACO = Casa Colorada y CUCA = Cuatro Caminos)

Biología Reproductora del Chorlo nevado

En CACO se localizaron dos sitios de percha del halcón peregrino (*Falco peregrinus*) que están cercanos a las zonas donde se localizó un nido del chorlo nevado en abril y posteriormente cuatro nidos en mayo, en un radio aproximado de 50 m.

Más adelante, fueron registrados seis nidos durante junio en un radio aproximado de 70 m del sitio de percha del halcón peregrino. Sin embargo, nunca se observó que el halcón intentara alimentarse de los chorlos nevados adultos a su llegada o salida de los nidos.

Por otro lado, fueron registradas manadas de perros de tres a 10 individuos, que en su búsqueda de presas pueden destruir algunos nidos del chorlo nevado. Sin embargo, cada vez que fueron detectados se encontraban lejos del área de anidación de los chorlos nevados y al parecer su presa eran conejos y aves de mayor tamaño como avocetas (*Recurvirostra americana*). Del mismo modo sucedió con las actividades de extracción de la salmuera que solo fueron vistas en CUCA.

Por otro lado es importante mencionar la probabilidad de que las serpientes del género *Tamnophis* y *Pituophis* que se encuentran dentro de la zona federal, depreden huevos, lo cual es un poco más difícil de registrar al no dejar rastro de ello en el nido.

8.- DISCUSIÓN

8.1.- TAMAÑO DE LA POBLACIÓN REPRODUCTORA

En este trabajo, la población reproductora capturada y anillada fue únicamente de 27 individuos. Sin embargo, durante un censo llevado a cabo en el mes de abril de 2009 se contabilizaron un máximo de 68 individuos del chorlo nevado en zonas de alimentación en CARA. Así mismo, fueron registrados siete adultos y 10 polluelos no anillados en CACO en el mes de junio, en agosto fueron observados 28 adultos y seis juveniles en CUCA los cuales no fueron capturados.

Alcántara y Escalante (2005) mencionaron que el número máximo de individuos del chorlo nevado registrados mediante los censos llevados a cabo por el personal de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) fueron 122 organismos. Esta información sugiere que el tamaño de la población que se reproduce en la zona federal puede ser mayor de lo que en este estudio se reporta, posiblemente existan alrededor de 100 parejas en reproducción cada año en la zona federal.

Aunque en CACO se concentró la mayor actividad reproductora, los individuos, tanto machos como hembras, presentaron movimientos constantes entre los tres sitios de estudio durante o después del periodo de puesta e incubación. Por ejemplo, fue observada la hembra del Nido 9 que fue capturada en CARA el 15-mayo-2009 y anillada con la combinación YX/YG, intentando copular en CACO el 13-junio-2009, una semana después de la eclosión de los pollos de su primera nidada.

Meza (2000) registro actividad reproductora, con el avistamiento de 3 pollos y 2 nidos en el lago Nabor Carrillo, sin embargo como se mencionó anteriormente este lago fue inundado en su totalidad, por lo que se esperaba que este lago ya no fuera una zona de reproducción para la especie. En este estudio se confirmó la ausencia de esta especie en este lago. Tampoco se registraron individuos en la laguna Recreativa, lagunas Facultativas y/o en el lago Churubusco, incluso no se observaron individuos de esta especie en ninguno de estos sitios. También fueron visitadas la laguna La Cruz y Xalapango sin encontrar al chorlo nevado en ninguno de los dos sitios, lo que realza la importancia de la zona del CARA, CACO y CUCA, que están en constante cambio del paisaje (Observación personal)

8.2.- PROPORCIÓN DE SEXOS

Nuestros resultados muestran un sesgo en la proporción sexual hacia las hembras, no obstante no fueron capturados todos los machos ni todas las hembras de los nidos localizados. Lo cual se debe al patrón de incubación que se presenta en el chorlo nevado el cual es registrado por Fraga y Amat (1996) y por Torre y Ballesteros (1997), quienes concuerdan en que es más probable encontrar incubando a la hembra en las primeras horas de la mañana y al macho en la noche, y la actividad de captura solo se llevó en un horario impuesto de 0730 a 1500 hrs por la CONAGUA, evitando la realización de una investigación más completa de una especie Amenazada (SEMARNAT 2010)

Biología Reproductora del Chorlo nevado

Estos datos sugieren que es indispensable realizar capturas de los chorlos nevados durante las noches, con el propósito de obtener valores cercanos a la realidad en la proporción de sexos.

Por otro lado, es menester considerar que en esta especie ha sido reportada en mayor frecuencia la manifestación de poliandria secuencial en otras latitudes, en especial con el chorlo de Kentish en Europa (Lessells 1984, Paton 1995; Fraga y Amat 1996; Székely et al. 2007a) lo cual puede ser explicado por un mayor número de machos que hembras dentro de la población (Székely et al. 2006)

Existen tres evidencias que sugieren que lo anterior mencionado sucede también en Texcoco. En primer lugar se reporta un caso de poliandria secuencial en esta población, registrado en CARA entre la hembra YX/YG y un macho no anillado, después de haber tenido una nidada exitosa con un macho marcado solo con un anillo amarillo, además del registro de “tríos” (dos machos y una hembra) durante el cortejo.

Segundo, el inicio temprano de la temporada de reproducción (estimada en el mes de marzo), podría permitir a las hembras capaces de conseguir recursos necesarios para abandonar a su pareja inicial, dejarla al cuidado de los pollos y buscar un nuevo macho para una nueva anidación.

Tercero, el tiempo de duración de la incubación es de solo 31 días y considerando 122 días totales de incubación durante el período reproductor en 2009, se abren mayores posibilidades para atender más de una nidada tanto para hembras como para los machos, considerando además que las terceras puestas en la Costa Central de California se inician a partir del 4 de Junio (Page et al. 1995) y en este estudio se registraron instancias de cortejo hasta el 13-jul-2009.

8.3.- CRONOLOGÍA DE EVENTOS REPRODUCTORES

a) Conductas de cortejo y construcción del nido

En Texcoco, la estimación del inicio de las conductas de cortejo fue a principios de marzo, lo que concordaría con las fechas de inicio en las poblaciones de la costa del Pacífico de los Estados Unidos y con el inicio de la reproducción con la subespecie *Ch. a. alexandrinus* en Europa (Paton 1995, Colwell et al. 2005, Amat 2003)

El inicio del período reproductor desde las conductas de cortejo puede verse influido por la cantidad de alimento disponible (Amat et al. 2001) y por el volumen de agua en las charcas estacionales, así como la cantidad de planicies abiertas disponibles para la construcción de sus nidos. Además el período reproductor puede estar influenciado por la temporada de lluvias (De Sucre-Medrano 2000)

En este estudio se observó que el macho lleva a cabo varios intentos de construcción de nido, en una ocasión se observó a un macho intentando en tres ocasiones la construcción del nido en compañía de una hembra.

b) Fechas de puesta

La estimación del inicio de la fecha de puesta en la zona federal ex lago Texcoco fue el 23-marzo-2009 y es similar a lo reportado por Warriner et al. (1986) en el lago Mono en tierras altas de California, cuyo inicio fue el 23-marzo-1978. Sin embargo, estos datos contrastan con el trabajo de Paton (1995) en el Lago Salado en Utah, quien reportó que el inicio de las puestas fue el día 10-abril-1992.

En Texcoco, la duración del periodo de puesta fue de nueve semanas (63 días) aunque existe la posibilidad de que la duración sea mayor a esto debido a la observaron de seis juveniles no marcados en CUCA, dos meses después del hallazgo del último nido.

El número de puesta en el área de estudio pudo estar influenciado por un retraso en el inicio de la temporada de lluvias como sucede en otras aves, por ejemplo en la jacana norteña (*Jacana spinosa*), lo cual posiblemente ocasionó menor cantidad de alimento disponible para las hembras y condiciones adversas para la fabricación de huevos (De Sucre-Medrano 2000, Amat et al. 2001).

c) Periodo de incubación

El periodo de incubación en este estudio fue de 31 días, considerado desde la puesta del primer huevo, aunque la hembra ni el macho estén de manera permanente en el nido hasta la colocación del último huevo. En Norte América el promedio del periodo de incubación es de 27.2 días, teniendo como máximo una duración de hasta 32 días y una mínima de 24 días (Powell 2001, Colwell et al. 2005)

e) Periodo de desarrollo de pollo a volantón

A pesar de que se presencié la eclosión de 22 polluelos y la mayoría fueron marcados individualmente, no fue posible re-localizarlos. Los padres se llevan a los polluelos casi de inmediato, a zonas alejadas del nido. Kosztolányi et al. (2007) reportan que los padres que anidan cerca de la costa, una vez que han eclosionado sus polluelos los trasladan a una zona de pantano cercana, lo cual ayuda a los padres a incrementar la probabilidad de supervivencia de su progenie.

En este caso el 17-junio-2009 en CACO, fue localizado una área con abundante vegetación (*Distichlis spicata*) donde se congregaron y escondían varios “grupos familiares” y se observaron dos polluelos del nido 13 con anillos RX/RB y WX/WO, junto con otro pollo sin marcar, que probablemente era el tercer hermano, atendidos por un adulto no anillado cuidando de ellos.

Así mismo, fueron registrados seis grupos familiares acompañados por un macho y un grupo familiar en el que se observó al macho y a la hembra atendiendo a dos polluelos. Sin embargo, después de que fuese inundada esta zona ya no fueron re-localizados estos grupos familiares.

Es importante mencionar que en dos ocasiones, después de liberar a dos pollos que fueron anillados unas horas después de su eclosión ambos padres se acercaron a recogerlos, pero al alejarse un macho no

Biología Reproductora del Chorlo nevado

anillado atacó a los polluelos con el cuerpo asestándoles una serie de picotazos, sin llegar a una lastimadura considerable. Esta conducta de ataque que llegó al infanticidio fue reportada por Kosztolányi et al. (2007) en Turquía en el chorlo de Kentish.

Entre las variaciones respecto a la cronología de eventos reportada en otras partes del mundo (Lessells 1984, Paton 1995, Paton 1995, Fraga y Amat 1996, Powel 2001, Colwell et al. 2005) sobresale la duración del periodo reproductor y la ocurrencia de poligamia secuencial, observada en este estudio en una sola ocasión. Sin embargo este evento puede ser más frecuente, solo que el sistema mediante el cual ocurre la selección de la pareja, el tiempo en el que la hembra decide re-anidar además de las grandes y amplias planicies abiertas en CARA, CACO y CUCA y las zonas adyacentes, hacen difícil el seguimiento individual de los organismos y por lo tanto el registro de la poligamia secuencial.

8.4.- DIMORFISMO SEXUAL

En este estudio, el dimorfismo sexual esperado en la subespecie *Ch. a. nivosus* no presentó diferencia estadística significativa en la longitud del tarso, culmen, cuerda alar y en la masa corporal, como fue reportado por Fraga y Amat (1996) en la laguna Fuente de Piedra en España con *Ch. a. alexandrinus*. Por otro lado Küpper et al. (2010) quienes basándose en información de campo tanto de México como de Eurasia, notaron que el dimorfismo sexual en el chorlo nevado es menor al que se observa en la subespecie *Ch. a. alexandrinus*. Quizá por ello, solo se encontró dimorfismo sexual en el ancho de la barra frontal.

Los valores promedio del tarso obtenidos del chorlo nevado (*Charadrius alexandrinus nivosus*) fueron 23.2 cm para los machos y 22.25 para las hembras, lo que contrasta con las medidas promedio de *Ch. a. alexandrinus* en España: 29.2 cm en machos y 28.7cm en hembras. Del mismo modo, son diferentes las medidas del culmen y la cuerda alar, lo que concuerda la diferencia entre estas dos subespecies encontrada por Küpper et al. (2010) quienes además ampliaron las diferencias al establecer información genética y no solo fenotípica, entre estos dos grupos de subespecies.

Al comparar los datos morfométricos tomados de los polluelos en el ex lago Texcoco (Cuadro 1) con los datos de los pollos de *Ch. a. alexandrinus*, se observa la misma diferencia que en los adultos, es decir los datos son menores.

8.5.-DESCRIPCIÓN DE LOS NIDOS

De los 32 nidos construidos en Texcoco, el mayor porcentaje (65.38 %) de estos se localizaron en la categoría de exposición “0”, lo cual concuerda con el alto porcentaje (48.8%) de nidos en la misma categoría reportados por Fraga y Amat (1996) en la población de *Ch. a. alexandrinus* en la Laguna Fuente de Piedra al sur de España.

Szentirmai y Székely (2004) en su estudio al sur de Turquía con *Ch. a. alexandrinus*, reportaron que ambos padres cubren a los huevos con vegetación seca o muerta, regulando el volumen de este material a lo largo del día, de igual forma cambian los niveles de exposición de los huevos. En este estudio solo en un caso se observaron materiales (dos ramas secas de pastos) entre los huevos, aunque los nidos no fueron revisados durante la noche.

Estos materiales ayudan a esconder el nido de posibles depredadores incrementando así el éxito de nido de la especie (Mabee y Estelle 2000, Szentirmai y Székely 2004). Por otro lado el camuflaje que presentan los huevos y las características de los sitios de anidación también ayudan a reducir el riesgo de depredación (Powell 2001, Colwell et al. 2005, Szentirmai y Székely 2004). En este estudio no fueron localizados depredadores por lo que probablemente no sea necesario ocultar el nido con diversos materiales como ha sido reportado.

El área donde el macho construye el nido, aparentemente no es seleccionada por la presencia de objetos, plantas, o por la distancia a la línea del agua, tal vez por implicaciones azarosas. Antes de colocar los huevos la hembra presiona al macho para que construya más de un nido, los cuales son construidos uno tras otro en vuelos constantes e inmediatos (observación personal)

8.6.-NIDOS EXITOSOS

En la zona federal ex lago Texcoco la proporción de nidos exitosos fue alta, ya que alcanzó el 68.75% y aunque es el primer dato al respecto comparado con otros estudios en otras latitudes, resalta por su valor. Colwell et al. (2005) en California, registraron valores del 31%, 34% y 40% durante 2002, 2003 y 2004 respectivamente, y solo en uno de sus cuatro años de estudio, 2001, obtuvieron un éxito del 74% (Colwell et al. 2005).

Paton (1995) reportó un éxito del 49.2%, en el Gran lago Salado en Utah. Fraga y Amat (1996) en la laguna Fuente de Piedra al sur de España reportaron un éxito de 29.2% en 1991 y de 15.6% en 1992.

Esta información sugiere que en la zona de estudio el éxito de las nidadas podría estar favorecido, por ejemplo por la ausencia de depredadores, además denota la importancia de esta zona como área de reproducción para esta especie.

Por otro lado, solo tres de los seis nidos puestos en abril fueron exitosos, pero en estos fueron abandonados tres huevos. El volumen promedio de la puesta de estos nidos fue de 17.58 ± 4.69 cm³, que corresponde al valor más bajo de los cuatro meses en los que se registraron puestas. En este sentido, el tamaño de la puesta puede relacionarse al éxito de la misma, siendo la viabilidad de nutrientes un factor que afecta el tamaño del huevo (Amat et al. 2001).

El 28-julio-2009 se hizo la última revisión del nido 28, ya que al momento de aproximarnos fue encontrado a 1 m del nido un cascarón aún con vitelo pero sin embrión, a unos 5 m fue encontrado un

Biología Reproductora del Chorlo nevado

embrión muerto de 5 cm de largo y a 7 m el otro embrión un poco mayor que este último.

Tres días antes de este hallazgo, se observó que la hembra sacó a los tres huevos fuera del nido, al igual que el macho del nido 21 en el CARA lo hizo al momento de que sus polluelos estaban eclosionando. Sin embargo, en esta ocasión los embriones no se desarrollaron en su totalidad.

8.7.- HUEVOS PRODUCIDOS

Diez de los 47 huevos perdidos fueron abiertos para revisar su contenido, nueve contenían un embrión en desarrollo y solo uno no lo presentó, sugiriendo así que la pérdida de huevos probablemente sea por causas fisiológicas durante el desarrollo embrionario y/o posiblemente durante la eclosión del polluelo (como se observó en un huevo del nido 11 donde el polluelo logró hacer un pequeño orificio en la mitad del huevo por donde asomó su pico pero murió dentro del cascarón).

La temperatura óptima para el desarrollo del embrión en muchas aves es de 36 °C a 40.5 °C sin embargo no resisten temperaturas mayores a los 44 °C y menores a los 0°C (AlRashidi et al. 2010) Posiblemente la variación de la temperatura (de 5°C, o menos, a 41 °C, registrados en este estudio) a lo largo del día dentro de la zona de estudio sea uno de los factores que incidan en la pérdida de los embriones.

En tres ocasiones se observó que la hembra sacó los huevos del nido cuando estaban a punto de eclosionar los polluelos y en dos ocasiones al regresar a revisar estos nidos un huevo quedaba abandonado fuera del nido, lo cual sugiere la habilidad de las hembras para saber en qué momento deben eclosionar sus pollos y así no invertir más tiempo en huevos inviables.

En Europa y Estados Unidos a diferencia de este estudio se reporta como principal causa de pérdida de huevos, al halcón peregrino *Falco peregrinus*, al cuervo *Corvus corax*, además de algunos mamíferos como el zorro (*Vulpes vulpes*) y el zorrillo (*Mephitis mephitis*, Page et al. 1995, Paton 1995, Fraga y Amat 1996, Domínguez y Vidal 2001).

Es probable que la colocación de tres huevos sea una estrategia por parte de los padres para asegurar al menos, el éxito de un polluelo. El tamaño y forma de los huevos en una misma nidada es variable y estas características infieren directamente con la protección e incubación por parte de los padres, beneficiando así a aquel huevo en que haya colocado mayor cantidad de vitelo o a los que estén más cercanos al parche de incubación de los padres (Barta y Székely 1997)

Por otro lado es posible que existan cópulas extra pareja. Por ejemplo en un nido donde solo se produjo un polluelo y los dos restantes no tenían embrión, podría deberse a que aquel huevo viable fue fertilizado por un macho sano que copuló antes o después del macho que no logró fertilizar el resto de los huevos.

8.8.- IDENTIFICACIÓN LOS FACTORES DE RIESGO

De los cuatro factores de riesgo encontrados y los 33 registros llevados a cabo, aparentemente ninguno afecta directamente los eventos reproductores del chorlo nevado. El halcón peregrino (*Falco peregrinus*) reportado como un depredador muy importante en los Estados Unidos (Page et al. 1995) se observó cazando aves de mayor tamaño como patos y algunos playeros. Lo mismo ocurrió con los perros ferales que persiguieron conejos y acecharon aves de mayor tamaño como avocetas americanas (*Recurvirostra americana*) y/o monjitas (*Himantopus mexicanus*), además de conejos (*Sylvilagus floridanus*)

A pesar de no haber observado peligro en las manadas de perros ferales es importante no descartarlos como factores de riesgo, y es necesario implementar un control de manejo de estos organismos, ya que a pesar de estos resultados no se tiene una certeza de su impacto sobre las actividades reproductoras de varias especies de aves en esta zona (Alcántara y Escalante 2005).

Por otro lado, como parte del proyecto de rescate de la zona federal a finales de la década de 1960 se inició un programa de reforestación para evitar la erosión del suelo y la recuperación de partículas suspendidas en el aire (Cruickshank, 1994). A pesar de tener las mejores intenciones esta actividad se vislumbra como un posible factor que disminuya no solo el número de chorlos nevados en el área si no de otros chorlos y playeros como el chorlo tildío (*Charadrius vociferus*), Chorlo semipalmeado (*Charadrius semipalmatus*), la avoceta americana (*Recurvirostra americana*), y las monjitas (*Himantopus mexicanus*), debido a que estas aves utilizan preferentemente las planicies abiertas, libres de vegetación arbustiva y arbórea, para la construcción de sus nidos, y estos sitios son donde actualmente se lleva a cabo este programa de reforestación.

Aunado a esto, el volumen de agua drenado en las zonas de CARA, CACO y CUCA durante la época de lluvias, en este estudio se mostró como un factor detonante de movimientos locales de las aves, ocasionando también la pérdida de cuatro nidos activos, dos en CACO y dos en CUCA, a demás de la posibilidad de mortalidad de pollos al inundar áreas donde estos individuos no podían volar aún. En CARA se observó que solo una parte fue inundada en su totalidad, pero más de tres cuartas partes de la zona permanecieron secas.

Es necesario que el drenado de aguas en las distintas planicies, se lleve a cabo considerando las zonas de anidación de las aves vadeadoras, así como los picos de anidación y eclosión reportados en este estudio y así evitar pérdidas y lograr que la población del chorlo nevado y otras especies de aves ribereñas permanezcan en el área.

Biología Reproductora del Chorlo nevado

9.- CONCLUSIONES

- Se presenta la primera información detallada de la reproducción del chorlo nevado (*Charadrius alexandrinus nivosus*) en las charcas de CARA, CACO y CUCA de la Zona Federal del ex-Lago de Texcoco.
- Se obtuvo un total de 27 individuos en reproducción, mayor a otras poblaciones reproductoras del chorlo nevado en México.
- La mayor proporción de hembras en la población reproductora puede deberse a que la captura se realizó únicamente en horario matutino, y son necesarios datos de los horarios vespertino y nocturno.
- En general, existe una coincidencia en los eventos de la cronología reproductora en Texcoco comparados con otras poblaciones en América del norte y Eurasia.
- Existe dimorfismo sexual marcado por el ancho de la barra frontal, así como un par de proyecciones perpendiculares a la misma, presente solo en el macho y que no había sido reportada en la literatura.
- En general, existen semejanzas en la descripción de los nidos y de los sitios de anidación con lo reportado en la literatura existente.
- El éxito de nido relativamente alto fue atribuido a la carencia de depredadores de huevos y por la falta de factores de destrucción de nidos, y a la baja tasa de abandono de nidos.
- Existe una pérdida considerable de huevos y embriones, y se desconocen las causas de esto, de igual manera no logramos información precisa de la pérdida de nidos y pollos.
- El chorlo nevado que anida en la zona federal ex lago Texcoco presentó una migración sucedida en julio, causada probablemente por la inundación que anegó su hábitat de anidación.

10.- LITERATURA CITADA

- Alcántara, J.L. and P.P. Escalante. 2005. Current Threats to the lake Texcoco globally important bird area. USDA. Forest Service. General Technical Report pp 1143-1150
- AlRashidi M., A. Kosztolányi., C. Küpper., I. Cuthill., S. Javed., and T. Székely. 2010. The influence of a hot environment on parental cooperation of a ground-nesting shorebird, the Kentish plover *Charadrius alexandrinus*. *Frontiers in Zoology* 7:1-10.
- Amat, J.A., M.R. Fraga and G.M. Arroyo. 2001. Intraclutch egg-size variation and offspring survival in the Kentish Plover *Charadrius alexandrinus*. *Ibis* 143:17-23
- Amat, J. A. 2003. Chorlitejo patinegro – *Charadrius alexandrinus*. 2-22 In: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Carrascal, L. M., Salvador, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid
- AOU (American Ornithologists Union) (en línea) 2010. Check-list of north American birds. <http://www.aou.org/checklist/north/full.php>. (consultado el 20 de diciembre de 2010)
- Arizmendi, A.M.C. y L. Márquez-Valdelamar (editoras). 2000. Áreas de importancia para la conservación de las aves de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Barta, Z. Y and T. Székely. 1997. The optimal shape of avian eggs. *Functional Ecology*. 11(5):656:662.
- Betts, B. J. and D.A. Jenni. 1991. Time Budgets and the adaptiveness of polyandry in Northern Jacanas. *Wilson Bull.*, 103 (4):578-597.
- Colwell, M.A. and L.W. Oring. 1988a. Sex ratios and intrasexual competition for mates in a role sex reversed shorebird, Wilson's Phalarope (*Phalaropus tricolor*). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 22:165-173.
- Colwell, M.A. and L.W. Oring. 1988b. Breeding biology of Wilson's phalarope in south-central Saskatchewan. *Wilson Bull.*, 100 (4):567-582.
- Colwell, M.A., C.B. Millett, J. J. Meyer, J.N. Hall, S.J. Hurley, S.E. McAllister, A.N., Transou, and R.R. Le Valley. 2005. Snowy Plover reproductive success in beach and river habitats. *J. Field Ornithol.* 76(4):373-382.
- Colwell, M.A., N.S. Burrell, M.A. Hardy, J.J. Muir, C.A. Wilson, S.E. McAllister and R.R. LeValley. 2007. Final report: 2007 Snowy Plover breeding in coastal northern California, Recovery Unit 2. Submitted to MRB Research, Inc.
- Cruickshank G. G. 1994. Proyecto lago Texcoco: Rescate Hidroecológico. México D.F.: Grupo Manusa.
- DeSante, D.F., J.Saracco, C. Romo y S. Morales. 2008. Manual MoSI 2008-2009. Instrucciones para el

Biología Reproductora del Chorlo nevado

establecimiento y manejo de estaciones de anillamiento de aves del Programa MoSI (Monitoreo de Sobrevivencia Invernal). The Institute for Bird populations, No. 214. Point Reyes Station, California.

- DeSucre-Medrano A.E. 2000. Éxito reproductor de *Jacana spinosa* (Aves:Jacanidae) en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Domínguez J., y M. Vidal. 2003, Influencia del investigador en el éxito reproductivo del chorlito patinegro *Charadrius alexandrinus*. Ardeola 50(1):15-19.
- Douglas, R.M. 1990. Volume determination of reptilian and avian eggs with practical applications. South African Journal of Wildlife Research. 20:111-117.
- DUMAC (Ducks Unlimited de México, Asociación Civil) (en línea) 2005. Programa de conservación y manejo para las aves de ribera en el Lago de Texcoco, Estado de México. <http://www.dumac.org> (consultado el 13 de enero de 2009).
- DUMAC (Ducks Unlimited de México, A. C.). 2009. Lago de Texcoco guía para la identificación de las aves más comunes. North American Conservation Council y Ducks Unlimited Inc. México.
- Emlen, S.T., P.H. Wrege y M.S. Webster. 1998. Cuckoldry as a cost of polyandry in the sex-role reversed Wattled Jacanas, *Jacana jacana*. Proc. Roy. Soc. London. B265:2359-2364.
- Ezcurra, E., M. Mazari-Hiriart, I. Pisanty y A. Aguilar. 2006. La Cuenca de México. Aspectos ambientales críticos y sustentabilidad. Fondo de Cultura Económica. México.
- Fraga, R. M. y J. A. Amat. 1996. Breeding biology of a Kentish plover (*Charadrius alexandrinus*) population in a inland saline lake. Ardeola 43: 69-85.
- Funk W.C., T.D. Mullins., and S.M. Haig. 2007. Conservation genetics of snowy plovers (*Charadrius alexandrinus*) in the Western Hemisphere: population genetic structure and delineation of subspecies. Conserv. Genet. 8:1287-1309.
- González-Olvera, L. A., E. Cortés-Romero, P- Ramírez-Bastida y D. E. Varona-Graniel. 2000. AICA 1 Lago de Texcoco. pp. 97, En: M. C. Arizmendi-Arriaga y L. Márquez-Valdelamar (Eds.). Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves de México. CONABIO. México.
- Gratto-Trevor, C.L. 2004. Manual del anillador de Norteamérica para aves plalleras (Charadriiformes, suborden Charadrii). Canadian Wildlife Service y Environment Canada. Saskatoon, SK.
- Howell, S.N.G., and S. Webb. 1994. Occurrence of snowy and collared plovers in the interior of Mexico. West. Birds 25:146-150.
- Karr, J. 1981. Surveying birds with mist nest. pp. 62-67. In: C. Ralph, and J Scout (Eds.). Estimating numbers of terrestrial birds. Studies in Avian Biology Vol. 6. Ed. Cooper Ornithological Society

- Keyes, B. E. and C. E. Grue. 1982. Capturing birds with mist nest: a review. *North American Bird Bander*. 7(1):2-5.
- Kis, J. and T. Székely. 2003. Sexually dimorphic Breast-Feathers in the Kentish plover *Charadrius alexandrinus*. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 49(2):103-110.
- Kosztolányi A., T Székely., and I. Cuthill. 2007. The function of habitat change during brood-rearing in the precocial shorebird Kentish plover *Charadrius alexandrinus*. *Acta Ethol.* 10:73-79.
- Küpper C., J. Augustin, A. Kosztolányi., T. Burke., J. Figuerola., and Székely T. 2010. Kentish versus snowy plover: phenotypic and genetic analyses of *Charadrius alexandrinus* reveal divergence of Eurasian and American subspecies. *The Auk* 126(4):839-852.
- Lessells C. M., 1984. The Mating system of Kentish plover *Charadrius alexandrinus*. *Ibis*, 126:474-483.
- Luévano J., E. Mellink., and M. Riojas-López. 2010. Plovers Breeding in the highlands of Jalisco, Aguascalientes, Zacatecas, and San Luis Potosí, Central México. *Western North American Naturalist*. 70(1):121-125.
- Mabee, T.J. and V.B. Estelle. 2000. Nest fate and vegetation characteristics for snowy plover and Killdeer in Colorado, USA. *Wader Study Group Bull.* 93:67-72.
- Mellink, E., M. Riojas-López and, J. Luévano 2009. Breeding Locations of seven Charadriiformes in coastal Southwestern Mexico. *Waterbirds* 32(1):44-53.
- Meza, O. G. 2000. Avifauna del lago Nabor Carrillo, Texcoco, Estado de México. México, D.F. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM.
- National Geographic Society. 2002. *Field Guide to the Birds of North America*. 4th ed. The National Geographic Society. Washington, D.C.
- Neuman K.K., G. W. Page., L. E. Stenzel. J.C. Warriner, and J. S. Warriner. 2004. Effect of mammalian predator management snowy plover breeding success. *Waterbirds*. 3(27):257-263.
- Norte A.C., and J. A. Ramos. 2004. Nest-Site selection and breeding biology of Kentish plover *Charadrius alexandrinus* on sandy beaches of the Portuguese west coast. *Ardeola*. 51(2):255-268.
- O'Brien, M., R. Crossley, and K. Karlson. 2006. *The Shorebird guide*. Houghton Mifflin Co. Boston.
- Page G.W. L.E. Stenzel., and C.A. Ribic. 1985. Nest site selection and clutch predation in the snowy plover. *The Auk*. 102:347-353.
- Page, G.W., J.C. Warriner, and P.W.C. Paton. 1995. Snowy Plover (*Charadrius alexandrinus*). Pp. 1-24 In: Poole, A. and Grill F. (eds). *The Birds of North America*: 154. Philadelphia and Washington, DC: The Academy of Natural Sciences and the American Ornithologists' Union.

Biología Reproductora del Chorlo nevado

- Palacios, E., L. Alfaro, and G.W. Page. 1994. Distribution and abundance of breeding Snowy plovers on the pacific coast of Baja California. *J. Field Ornithol.* 65:490-497.
- Paton W. C. P. 1995. Breeding biology of snowy plovers at Great Salt Lake, Utah. *The Wilson Bull.* 107(2):275-288.
- Pineau, O. 1993. Notes on the breeding biology of the Kentish plover in the Nile Delta. *Wader Study Group Bull.* 67:63-66.
- Powell, N.A. 2001. Habitat characteristics and nest success of snowy plovers associated with California Least tern colonies. *Condor* 103:785-792.
- Pyle, P. 2008. Identification guide to North American birds. Part II. Slate Creek Press. Point Reyes Station, California.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 30 de diciembre de 2010, pp 1-76
- Ralph, C. J., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin, E Thomas, D. F. DeSante and B. Mila. 1994. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. General Technical Report, Albany CA: Pacific Southwestern Station, Forest Service, US Department of Agriculture.
- Rittinghaus, H. 1956. Unlersuchungen am Seereaeenoleiler (*Charadrius alexandrinus*) auf der Insel Oldeog. *Journal fur Ornithologie.* 97:117155
- Ruhlen, T. D., S. Abbott, L.E. Stenzel, and G.W. Page. 2003. Evidence that human disturbance reduces Snowy plover chick survival. *J. Field Ornithol* 74:300–304.
- Rzedowski, J. 1957. Algunas asociaciones vegetales de los terrenos del algo de Texcoco. *Boletín de la sociedad Botánica de México.* 21:19-33
- Sibley, D. 2000. The North American bird guide. Alfred A. Knopf, Inc., New York
- Székely, T. and C.M. Lessells. 1993. Mate change by Kentish Plover *Charadrius alexandrinus*. *Ornis Scand.* 24:317-322.
- Székely, T. and T.D. Williams. 1994. Costs and benefits of brood desertion in female Kentish plover *Charadrius alexandrinus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 37:155-161.
- Székely T. and I. C. Cuthill. 2000. Trade-off between mating opportunities and parental care: brood desertion by female Kentish plover. *Proc. R. Soc. Lon. (B)* 267:2087-2092.
- Székely, T., G. H. Thomas, and I. Cuthill. 2006. Sexual conflict, Ecology and Breeding Systems in

- Shorebirds. Bioscience. 56(10):801-808.
- Székely, T., A. Kosztolányi, and C. Küpper. 2007a. Practical guide for investigating breeding ecology of Kentish plover, *Charadrius alexandrinus*. University of Bath. Bath, UK.
- Székely, T. Kosztolányi A. Küpper C. and Thomas G. H., 2007b. Sexual conflict over parental care: a case study of shorebirds. J. Ornithol. 148 (Suppl 2):S211–S217.
- Szentirmai, I. and T. Székely. 2004. Diurnal variation in nest material use by the Kentish plover *Charadrius alexandrinus*. Ibis. 146:535-537.
- Torre I. and T. Ballesteros. 1997. Hourly patterns of incubating Kentish plover (*Charadrius alexandrinus*) in the Llobregat Delta, NE Spain. Spartina. Butlletí naturalista del delta de Llobregat 3:171-175
- Urbina-Torres, F. 2000. New distributional information of birds from the state of Morelos, Mexico. Bulletin of the British Ornithologist Club, 120(1):8-15.
- USFWS (United States Fish and Wildlife Service). 2001. Western Snowy Plover (*Charadrius alexandrinus nivosus*). Pacific Coast Population Draft Recovery Plan, Portland, Oregon. XIX+630 pp.
- Warriner J. S., J. C. Warriner, Page G. W. and Stenzel L. E. 1986. Mating system and reproductive success of a small population of polygamous snowy plovers. The Wilson Bull. 98(1):15-37.
- White, G. C. 1983. Numerical estimation of survival rates from band recovery and biotelemetry. Journal of Wildlife Management, 47:716-728.
- Whitfield, D. P. 1990. Mate choice and sperm competition as constraints on polyandry in the red-necked Phalarope *Phalaropus lobatus*. Behav. Ecol. Sociobiol., 27:247-254.
- Wilson R. G. and H. Ceballos-Lascurain., 1986. The birds of Mexico City. BBC Printing & Graphics LTD. Ontario, Canada. p. 15.
- Zar, J.H. 1984. Biostatistical analysis. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

ANEXO 1. Formato MoSI. Criterios para la evaluación del estado reproductor de los chorlos nevados capturados en las charcas someras de la zona federal ex lago de Texcoco durante el periodo reproductor de 2009. Se obtuvieron los siguientes datos, sexo (sex), edad (age), estdo de la protuberancia cloacal (Cl. prot) y del parche de incubación (Br. patch), acumulación de grasa (fat), registro de muda corporal (Body molt) y en alas y cola (FF molt), desgaste de las plumas del vuelo (FF wear), tipo de plumaje y determinación de límites de muda (Molt limits and plumage)

SEX		AGE		HOW AGED AND HOW SEXED				SKULL		CL. PROT.		BR. PATCH		FAT	
Male	M	Local	4	Skull	S	Feather Wear	F	None	0	None	0	None	0	None	0
Female	F	Hatching Year	2	Cloacal Pr.	C	Mouth/Bill	I	Trace	1	Small	1	Smooth	1	Trace	1
Indeterm.	U	After Hatching Year	1	Brood Patch	B	Eye Color	E	< 1/3	2	Medium	2	Vascular.	2	Light	2
Not attempt.	X	Second Year	5	Juv. Plumage	J	Wing Length	W	Half	3	Large	3	Heavy	3	Half	3
		After Second Year	6	Molt Limits	L	Tail Length	T	> 2/3	4			Wrinkled	4	Filled	4
		Third Year	7	Plumage	P	Other (Note)	O	Almst Com.	5			Molting	5	Bulging	5
		After Third Year	8	Molt	M			Fully Comp.	6					Gr. Bulging	6
		Indeterminable	0					Invisible	8					V. Excess.	7

BODY MLT		FF MOLT		FF WEAR		MOLT LIMITS & PLUMAGE		DISP		
None	0	None	N	None	0	Juvenal	Malformed	M		
Trace	1	Adventitious	A	Slight	1	Formative	Old (healed) Injury	O		
Light	2	Symmetric	S	Light	2	Juv. & Form.	Illness/Disease	I		
Medium	3	Juv. growth	J	Moderate	3	Basic	Stress/Shock	S		
Heavy	4			Heavy	4	Alternate	Eye Injury	E		
		JUV. PL.		Excessive	5	Juv. & Basic	Tongue Injury	T		
		Full	3			Mixed Basic	Wing Injury	W		
		>1/2	2			Unknown	Body Injury	B		
		< 1/2	1				Leg Injury	L		
		None	0				Predation	P	Dead	D

ANEXO 1. Formato MoSI. Ejemplo del vaciado de datos en relación a los criterios para la evaluación del estado reproductor del chorlo nevado en las charcas someras de la zona federal ex lago de Texcoco durante el periodo reproductor de 2009. Además de indicar las iniciales del anillador (banders initials), el numero consecutivo del anillo de metal que se colocó (Band number), cuerda alar (wing), peso (Mass), día (Day) mes (Mo) y hora de captura (Capture Time), sitio de captura (Station), número de nido (Nido) al que pertenece, un número de nota adicional (Note) y la combinación de anillos (Anillo color pata Izquierda, Anillo color pata Derecha).

BANDER'S	INITIALS	CODE	BAND NUMBER					SPECIES NAME	SPECIES	ALPHA	CODE	AGE	HOW	AGED	SEX	HOW	SEXED			
G	G	Z		C	A	2	1	2	8	<i>Charadrius alexandrinus</i>	C	H	A	A	L	E	1	P	F	P
G	G	Z		C	A	2	1	2	9	<i>Charadrius alexandrinus</i>	C	H	A	A	L	E	1	P	F	P
G	G	Z		C	A	2	1	3	0	<i>Charadrius alexandrinus</i>	C	H	A	A	L	E	1	P	F	P
G	G	Z		C	A	2	1	3	1	<i>Charadrius alexandrinus</i>	C	H	A	A	L	E	1	P	M	P

SKULL	CL. PROT.	BR. PATCH	FAT	BODY MLT	FF MOLT	FF WEAR	JUV. PL.	PRI. COVS	SEC. COVS	PRIMARIES	SECONDS	TERTIALS	RECTRICES	BODY PLUM.	NON-FEATH	WING	MASS	STATUS	MO	DAY	CAPTURE TIME	STATION	Sexo	Nido	NOTE	NUMBER	DISP	ANILLO COLOR PATA IZQUIERDA	ANILLO COLOR PATA DERECHA															
0	3	1	1	N	5		J	J	J	J	J	J	J	J	1	0	0	.5	3	6	.0	3	0	0	0	6	1	0	10	4	3	C	A	C	O	F	19	2	8	L	G	X	G	Y
0	3	1	2	N	4		F	F	F	F	J	J	J	J	1	0	0	.0	4	1	.0	3	0	0	0	6	1	0	10	4	5	C	A	C	O	F	20	2	9	O	G	X	G	W
1	4	1	1	N	4		J	J	J	J	J	L	J	J	1	0	0	.0	3	9	.0	3	0	0	0	6	1	0	12	1	5	C	A	C	O	F	17	3	0	W	G	X	G	R
1	2	1	2	N	3		L	J	J	J	J	J	J	J	1	0	9	.5	4	4	.0	3	0	0	0	6	1	2	8	1	8	C	A	C	O	M	21	3	1	W	G	X	G	G

12.- AGRADECIMIENTOS

Existen muchas cosas, lugares, áreas, ideas y personas a las cuales agradecer.

Aunque parezca pretencioso, quiero decir que me siento orgulloso de este trabajo, de las decisiones que tome, que me han llevado a escribir esto y a ser lo que soy, estoy orgulloso y agradecido de esto.

Debo dejar evidencia de mi rotundo e indescriptible agradecimiento a la tolerancia y paciencia para mi sustento a MIS PADRES Y HERMANOS, que aunque no saben ni lo que hice ni hago siempre han estado cerca, y que sin sus aportes hubiera sido más difícil llegar. Gracias Madre y Padre, Gracias Luis, Blanca y David. FAMILIA, gracias a todos ustedes.

Tengo que agradecer de manera avasalladora a aquella persona que me dio las primeras bases para formarme como biólogo y ornitólogo, es un importante investigador, divertido y sobretodo olvidadizo, agradezco infinitamente a mi asesor, el M. en C. ATAHUALPA E. DESUCRE MEDRANO, quien me ha brindado apoyo a diferentes niveles y ha pasado esa unión entre Profesor y Estudiante y que ahora considero mi colega y amigo. Gracias en realidad gracias “Ata” por confiar en mi y por todo esto que sin dudarle me ofreciste, y que sin ti no hubiera llegado a tanto. ATA te prometo que no te decepcionare.

Es menester informar que estoy completamente agradecido con aquellas personas que confiaron en mí a pesar de todo. El M. en C. Martín Martínez de los pocos excelentes profesores, quien me brindó apoyo y me ha aconsejado mucho y muy bien, porque me estimas y crees en mí Gracias sinceras Martín por todo tu apoyo, por escuchar y discutir.

Enormemente agradezco a la Biol. Teresa Ramírez, guapísima maestra y una persona que me brindó su maravillosa confianza creyendo que nunca la decepcionaría al crecer como biólogo y como persona, y que sin esto no hubiera sido posible conocer y aprender ciertas cosas durante la carrera.

Agradezco a la Lic. Adriana León que con una venda en los ojos consideró que podría ser una persona de la cual nunca se arrepentiría de haber ayudado, y que gracias a ella logre conservar una beca semestral durante dos años. Gracias por eso, que fue muy importante para mí.

Al Biol. Francisco López, quien permitió que colaborara con él en un sinnúmero de actividades, por la experiencia y conocimiento ofrecido en el área de difusión de la ciencia, estaré por siempre totalmente agradecido por permitirme incursionar en estos ámbitos y por darme consejos, escuchar y compartir estas actividades, y dejarme realizarlas a voluntad. Gracias “Paco”

Por las grandiosas oportunidades, por creer en mí, por ser tan brillantes y dejar que las escuche y aprenda de ustedes, agradezco profundamente a la Dra. Patricia Ramírez-Bastida excelente investigadora y excelente revisora de este documento, muchas gracias Dra, a la Dra. Ma. Del Coro Arizmendi por la revisión a esta tesis y los consejos aportados.

Y finalmente aunque no por ello menos importante, agradezco a mis amigos. Erika que desde que la conozco siempre ha estado cerca de mí y me ayudo a crecer y llegar hasta aquí. A Jorge por compartir

Biología Reproductora del Chorlo nevado

aquellos desayunos y permanecer conmigo en el camino. E indudablemente al final del recorrido encontré a una persona maravillosa que me ayudó mucho para culminar esta última fase de esta breve trayectoria te agradezco a ti dulce niña N. Gabriela. Gracias Gaby por todo.