



Facultad de Ciencias

FACULTAD DE CIENCIAS

PROGRAMA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS

MENCION BIOLOGÍA O QUÍMICA

Caracterización de la población residente y migratoria del zarapito de pico recto *Limosa haemastica* a través del análisis de alimentación y conducta en el humedal de Chullec, Archipiélago de Chiloé.

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN CIENCIAS

MENCIÓN BIOLOGÍA

Felipe Alonso Núñez Vergara

PROFESORA GUÍA

Doris Oliva Ekelund

2019

FELIPE ALONSO NÚÑEZ VERGARA

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para optar al grado
académico de Licenciada en Ciencias mención Biología

COMISIÓN DE TÍTULO

Doris Oliva Ekelund

Universidad de Valparaíso

Director

Hernán Gaete O.

Universidad de Valparaíso

Miembro de la comisión

Marlene Pizarro A

Universidad de Valparaíso

Miembro de la comisión

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer al instituto de Biología de la Universidad de Valparaíso y a la carrera de Licenciatura en ciencias mención Biología por facilitar el espacio de trabajo y los materiales necesarios para el desarrollo de esta investigación. También quisiera agradecer al equipo docente, técnico y administrativo de la Universidad de Valparaíso por la guía y el apoyo brindados. Por otra parte, también agradecer a Copulhue SpA, por brindar el alojamiento y los materiales durante las campañas de muestreo.

Mis sinceros agradecimientos a la profesora Doris Oliva, y al profesor René Durán, por haber confiado en mí y por brindarme su guía y apoyo, sin los cuales este trabajo no hubiera sido posible y por la oportunidad de poder desarrollarme a nivel académico y personal.

También quisiera agradecer a mis compañeros de carrera Muriel Orellana, Pablo Herrera, Daniel Álvarez y Anahí Canto, por su ayuda tanto en el trabajo de muestreo como el del laboratorio. Agradecer especialmente a Anahí Canto por sus consejos y recomendaciones en el transcurso de este trabajo y también por su apoyo en el ámbito académico y personal

Finalmente quisiera agradecer a mi familia, a mis padres por apoyarme incondicionalmente, a mi hermana y mi hermano por su cariño y por siempre haber confiado en mí, tanto en los buenos momentos como en los momentos difíciles.

RESUMEN

A lo largo de la costa chilena, durante la primavera y el verano, arriban varias especies de aves marinas migratorias, provenientes del hemisferio norte y algunas recorriendo largas distancias para llegar a las zonas donde pasaran el verano austral. Durante su migración ocupan los humedales como zonas de alimentación y descanso. Por esta razón los humedales son hábitats de gran importancia para las aves migratorias y muchas otras especies. A su vez estas aves juegan un rol importante en la estructura de estos ecosistemas. De todas las aves que llegan a Chile, una de las que realiza las migraciones más largas es el zarapito de pico recto *Limosa haemastica*, que viaja desde el Ártico hasta tierra del fuego, en la Patagonia. Esta es un ave perteneciente al orden *Charadriiformes*, de tamaño mediano y que presenta especializaciones para alimentarse de invertebrados presentes en el sedimento de los humedales. Esta ave también llega en forma importante a Chiloé, registrándose una población que permanece durante todo el año en esta zona y no realiza la migración de vuelta hacia el hemisferio norte y a sus zonas reproductivas.

El objetivo de este estudio fue analizar las poblaciones de zarapito de pico recto que son residentes durante el año, junto con la población que realiza la migración, presente en el humedal de Chullec, Archipiélago de Chiloé. Para esto se analizaron sus abundancias, sus dietas y sus respuestas conductuales frente a perturbaciones antrópicas y su relación con otras especies de aves. Se realizaron dos campañas de muestreo durante el invierno y la primavera de 2018. Para estimar su abundancia se realizaron censos fotográficos durante estas campañas de muestreo. Se recolectaron y analizaron y analizaron fecas para caracterizar su dieta y hallar restos de invertebrados bentónicos y otras posibles presas. Se realizó además la estimación de la biomasa de poliquetos nereididos presente en las fecas recolectadas durante ambas campañas de muestreo midiendo las mandíbulas de los poliquetos presentes para estimar el rango de tallas

de los poliquetos depredados. Se midió también la distancia de escape de los zarapitos de pico recto frente al acercamiento de una persona.

Se encontraron diferencias significativas en las estimaciones de las abundancias en ambas poblaciones, así como también diferencias en la frecuencia de los restos de invertebrados encontrados en sus fecas. Los principales grupos de organismos bentónicos que fueron encontrados corresponden a poliquetos nereididos, crustáceos y moluscos bivalvos. Para los poliquetos no se encontraron diferencias significativas, entre invierno y primavera, en la biomasa presente de estos en las fecas de los zarapitos de pico recto. Se encontró una estructura de talla de los poliquetos entre los 31 y los 51 mm. con mayor frecuencia en la parte menor de este rango para las tallas de los invertebrados encontrados en primavera y en la parte superior para las tallas encontradas en invierno. Estos resultados podrían ser indicio de los efectos que tiene la población migrante de *Limosa haemastica* sobre el rango de tallas en la población de poliquetos nereididos. En el análisis de las respuestas conductuales frente a la aproximación humana no se encontraron diferencias significativas, observándose una relativa tolerancia a esta perturbación humana en ambas poblaciones.

ABSTRACT

Along the Chilean coast, during the spring and summer, several species of migratory seabirds arrive, coming from the northern hemisphere and some long-distance recordings to reach the areas where they will spend the southern summer. During their migration they occupy wetlands as feeding and resting areas. For this reason, wetlands are habitat of great importance for migratory birds and many other species. In turn, these birds play an important role in the structure of these ecosystems. Of all the birds that arrive in Chile, one of the ones that carries out the longest migrations is the Hudsonian Godwit *Limosa haemastica*, traveling from the Arctic to the Tierra del Fuego, in Patagonia. This is a bird belonging to the medium-sized belonging to order of the *Charadriiformes* and that presents specializations for feeding invertebrates present in the sediment of the wetlands. This bird also arrives in important way to Chiloé, registering a population that remains throughout the year in this area and does not perform the migration back to the northern hemisphere and its reproductive areas.

The objective of this study was to analyze the populations of Hudsonian godwit that are residents during the year, together with the population that performs the migration, present in the wetland of Chullec, in the Chiloé Archipelago. For this, their abundances, their diets and their behavioral responses to anthropic disturbances and their relationship with other bird species were analyzed. Two sampling campaigns were carried out during the winter and spring of 2018. To estimate their abundance, photographic censuses were made during both sampling campaigns. To characterize their diet drops are collected and analyzed to find remains of benthic invertebrates and other preys. In addition, the estimation was made of the biomass of *Nereididae* polychaetes present in the drops collected during both sampling campaigns. The jaws of the polychaetes present in the drops were also measured to estimate the size range of the predated polychaetes. Hudsonian godwit's escape distance was also measured against a person's approach.

Significant differences were found in the estimates of abundances in both populations, as well as differences in the frequency of invertebrate remains found in their drops. The main groups of benthic invertebrates that were found correspond to that of *Nereididae* polychaetes, crustaceans and bivalve molluscs. For polychaetes, no significant differences were found, between winter and spring, in the biomass present in the drops of the Hudsonian godwit. A higher frequency of the size of the polychaetes was found between 31 and 51 mm most often in the lower part of this range for the jaws found in spring and in the upper part for the jaws found in winter. These results could be indicative of the effects that the migrant population of *Limosa haemastica* has on the size range in the population of *Nereididae* polychaetes. In the analysis of the behavioral responses to the human approach, no significant differences were found, and a relative tolerance to this human disturbance was observed in both populations.

INDICE

1. INTRODUCCION	1
2. PROBLEMA	7
3. HIPÓTESIS	8
4. OBJETIVOS	9
4.1 OBJETIVO GENERAL	9
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
5. MATERIALES Y MÉTODOS	10
5.1 ÁREA DE ESTUDIO	10
5.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 1: “CUANTIFICAR LA ABUNDANCIA DE LA POBLACIÓN DE <i>LIMOSA HAEMASTICA</i> RESIDENTE Y MIGRANTE PRESENTE EN EL HUMEDAL DE CHULLEC.”	11
5.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 2: “DETERMINAR LA DIETA DE <i>LIMOSA HAEMASTICA</i> MEDIANTE EL ANÁLISIS DE FECAS”	12
5.4 OBJETIVO 3: “DETERMINAR LA BIOMASA DE LOS POLIQUETOS CONSUMIDOS POR <i>LIMOSA HAEMASTICA</i> ”	13
6. RESULTADOS	18
6.1 ABUNDANCIA DE LA POBLACIÓN DE <i>LIMOSA HAEMASTICA</i> RESIDENTE Y MIGRANTE PRESENTE EN EL HUMEDAL DE CHULLEC.”	18
.....	20
6.2 DIETA DE <i>LIMOSA HAEMASTICA</i> MEDIANTE EL ANÁLISIS DE FECAS	21
6.3 BIOMASA DE LOS POLIQUETOS CONSUMIDOS POR <i>LIMOSA HAEMASTICA</i>	26
6.4 CONDUCTA DE LA POBLACIÓN RESIDENTE Y MIGRATORIA EN CUANTO A PERTURBACIÓN ANTROPOGÉNICA Y SU RELACIÓN CON EL RESTO DE LA AVIFAUNA PRESENTE EN EL HUMEDAL	28
7. DISCUSIÓN	32
8. CONCLUSIONES	36
9. REFERENCIAS	38

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL ZARAPITO DE PICO RECTO <i>LIMOSA HAEMASTICA</i> . EN ROJO LAS ZONAS REPRODUCTIVAS Y EN AZUL LAS NO REPRODUCTIVAS, DURANTE EL INVIERNO BOREAL. EN AMARILLO LAS DOS RUTAS DE MIGRACIÓN: POR LA COSTA DEL OCÉANO PACÍFICO Y POR LA COSTA DEL OCÉANO ATLÁNTICO. FUENTE: WWW.BOREALBIRDS.COM.....	2
FIGURA 2. LOCALIZACIÓN DEL HUMEDAL DE CHULLEC, EN LA ISLA DE QUINCHAO, ARCHIPIÉLAGO DE CHILOÉ. .	10
FIGURA 3. GRUPO DE ZARAPITOS DE PICO RECTO, CENSADOS DURANTE LA PRIMAVERA DE 2018 EN LA BAHÍA DE CHULLEC.	11
FIGURA 4. ZARAPITOS DE PICO RECTO ALIMENTÁNDOSE EN EL INTERMAREAL DURANTE LA BAJAMAR EN INVIERNO DE 2018. A MEDIDA QUE LOS ZARAPITOS DE PICO RECTO SEGUÍAN LA LÍNEA DE MAREA EN RETIRADA SE PROCEDIÓ A RECOLECTAR LAS FECAS QUE IBAN DEPOSITANDO.....	13
FIGURA 5. FECA DE <i>LIMOSA HAEMASTICA</i> RECOLECTADA DURANTE LA BAJAMAR EN EL HUMEDAL DE CHULLEC. SE PUEDEN IDENTIFICAR LAS HUELLAS DE <i>LIMOSA HAEMASTICA</i> Y LOS AGUJEROS EN EL SEDIMENTO QUE DEJAN AL MOMENTO DE OBTENER SU ALIMENTO.....	13
FIGURA 6. VISTA SATELITAL DEL HUMEDAL DE CHULLEC, DONDE SE MARCAN LOS 4 PUNTOS DESDE DONDE SE RECOLECTARON LAS MUESTRAS DE SEDIMENTO. FUENTE: GOOGLE MAPS	14
FIGURA 7. A LA IZQUIERDA, POLIQUETOS NEREIDIDOS EN UNA PLACA PETRI PARA LA MEDICIÓN DE SU TALLA. A LA DERECHA ACERCAMIENTO A LA PROBÓSCIDE SEMIEVERTIDA DE UNO DE ESTOS POLIQUETOS. SE OBSERVAN LAS MANDÍBULAS SERRADAS Y LOS PARAGNATOS QUE CORRESPONDERÍAN A <i>PERINNEREIS GUALPENSIS</i> (BERTRÁN, 1980).....	16
FIGURA 8. ESTIMACIÓN DE LA ABUNDANCIA PROMEDIO DE <i>LIMOSA HAEMASTICA</i> DURANTE EL INVIERNO Y LA PRIMAVERA DE 2018 EN EL HUMEDAL DE CHULLEC	18
FIGURA 9. VISTA DEL HUMEDAL DE CHULLEC DURANTE LA BAJAMAR EN LA CAMPAÑA DE INVIERNO DE 2018, DONDE SE OBSERVA UN GRUPO DE ZARAPITOS DE PICO RECTO DESCANSANDO JUNTO A GAVIOTAS DE CÁHUIL. SE OBSERVAN INDIVIDUOS DE <i>LIMOSA HAEMASTICA</i> CON PLUMAJE REPRODUCTIVO DE COLOR ROJIZO.....	19
FIGURA 10. ACERCAMIENTO A UN GRUPO DE ZARAPITOS DE PICO RECTO DONDE SE OBSERVA UN INDIVIDUO CON EL PLUMAJE NUPCIAL DE COLOR ROJIZO EN EL PECHO. FOTOGRAFÍA TOMADA DURANTE EL INVIERNO DE 2018.	20

FIGURA 11. RESTOS DE INVERTEBRADOS ENCONTRADOS EN LAS MUESTRAS DE FECAS DE <i>LIMOSA HAEMASTICA</i> . SE PUEDE OBSERVAR A: UN CAPARAZÓN DE CRUSTÁCEO, B MANDÍBULA DE POLIQUETO SERRADA, C: MANDÍBULAS DE POLIQUETOS LISA, D: CONCHAS DE MOLUSCOS.	23
FIGURA 12. FRECUENCIA RELATIVA DE LA LONGITUD DE LAS MANDÍBULAS ENCONTRADAS EN LAS MUESTRAS DE FECAS RECOLECTADAS EN INVIERNO DE 2018.	25
FIGURA 13. FRECUENCIA RELATIVA DE LA LONGITUD DE LAS MANDÍBULAS ENCONTRADAS EN LAS MUESTRAS DE FECAS RECOLECTADAS EN PRIMAVERA DE 2018.	25
FIGURA 14. MANDÍBULAS DE POLIQUETOS ENCONTRADAS EN LAS FECAS DE ZARAPITO DE PICO RECTO. SE PUEDEN DISTINGUIR DOS TIPOS DE MANDÍBULAS DE ACUERDO CON EL TIPO DE BORDE QUE PRESENTAN EN SU LADO INTERNO: LISO (A, B) O SERRADO (C).....	26
FIGURA 15. LONGITUD TOTAL (MM) DE POLIQUETOS <i>NEREIDIDAE</i> EN FUNCIÓN DEL LARGO DE LA MANDÍBULA (MM)	27
FIGURA 16. PESO HÚMEDO DE LOS POLIQUETOS (G) <i>NEREIDIDAE</i> EN FUNCIÓN DEL LARGO TOTAL (MM).....	27
FIGURA 17. DISTANCIA DE ESCAPE PROMEDIO DE LOS ZARAPITOS DE PICO RECTO DURANTE EL INVIERNO Y LA PRIMAVERA DE 2018 EN EL HUMEDAL DE CHULLEC.	29
FIGURA 18. GRUPO DE <i>LIMOSA HAEMASTICA</i> DESCANSANDO DURANTE LA BAJAMAR, DONDE SE OBSERVAN INDIVIDUOS DE <i>NUMENIUS PHAEOPUS</i> JUNTO A ELLOS. <i>NUMENIUS PHAEOPUS</i> SE DISTINGUE POR SU PICO CURVO, SUS CEJAS BLANQUECINAS Y SU PECHO MOTEADO DE COLOR CAFÉ CLARO, <i>LIMOSA HAEMASTICA</i> , EN CAMBIO, PRESENTA EL PICO RECTO Y EL PECHO DE COLOR BLANQUECINO O DE COLOR ROJIZO COMO PLUMAJE REPRODUCTIVO (CENTRO). FOTOGRAFÍA TOMADA DURANTE EL INVIERNO DE 2018.	30
FIGURA 19. EVIDENCIA DE DEPREDACIÓN DE ZARAPITO DE PICO RECTO. RESTOS ENCONTRADOS EN LA ORILLA DEL HUMEDAL DE CHULLEC EN INVIERNO DE 2018.	30

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE SEDIMENTO RECOLECTADOS EN EL HUMEDAL DE CHULLEC.....	15
TABLA 2. ESTIMACIÓN DE LA ABUNDANCIA, REALIZADA POR 3 OBSERVADORES INDEPENDIENTES DE <i>LIMOSA HAEMASTICA</i> EN CHULLEC DURANTE INVIERNO Y VERANO DE 2018.....	19
TABLA 3. PRESENCIA/AUSENCIA DE RESTOS DE INVERTEBRADOS EN LAS FECAS DE <i>LIMOSA HAEMASTICA</i> RECOLECTADAS DURANTE LA ESTACIÓN DE INVIERNO Y DE PRIMAVERA. SE RECOLECTARON 32 MUESTRAS PARA INVIERNO Y 27 PARA PRIMAVERA. LOS RESTOS FUERON CLASIFICADOS EN MANDÍBULAS DE POLIQUETOS DE LA FAMILIA <i>NEREIDIDAE</i> (MP), RESTOS DE CRUSTÁCEOS (CRU) Y CONCHAS DE MOLUSCOS (MOL).	22
TABLA 4. FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE LAS PRESAS CONSUMIDAS POR <i>LIMOSA HAEMASTICA</i> , A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE FECAS EN LAS ESTACIONES DE INVIERNO Y PRIMAVERA.	23
TABLA 5. NÚMERO DE MANDÍBULAS DE POLIQUETOS ENCONTRADAS EN LAS MUESTRAS DE FECAS RECOLECTADAS DURANTE EL INVIERNO Y LA PRIMAVERA DE 2018.....	24
TABLA 6 BIOMASA PROMEDIO Y BIOMASA TOTAL DE POLIQUETOS <i>NEREIDIDAE</i> EN LAS MUESTRAS SEGÚN INVIERNO Y PRIMAVERA (N=9).....	28
TABLA 7. DISTANCIA DE ESCAPE EN METROS, POR CADA MUESTREO, JUNTO CON LA DISTANCIA PROMEDIO Y LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR, PARA <i>LIMOSA HAEMASTICA</i> EN INVIERNO Y PRIMAVERA.....	29

1. INTRODUCCION

Los humedales se definen como zonas donde el agua es el principal factor controlador del medio y de la biodiversidad asociada. Son ecosistemas con una alta productividad biológica, albergando una gran diversidad de especies vegetales y animales. Además, proveen diversos servicios ecosistémicos útiles para el ser humano tales como almacenamiento de agua, obtención de alimentos, protección frente a eventos meteorológicos y resguardo de la biodiversidad genética. Los humedales se pueden dividir en cinco categorías: marinos, estuarinos, ribereños, lacustres y palustres (Secretaría de la Convención Ramsar, 2006). Chile cuenta con 4,5 millones de hectáreas de humedales, correspondiendo al 5,9 % de su superficie (Ministerio del Medio Ambiente, 2018). De esa superficie más de 100.000 hectáreas son de importancia Ramsar (Comité Nacional de Humedales de Chile, 2000).

Las aves acuáticas, por su singularidad y riqueza, juegan un importante rol en la estructura de los ecosistemas de humedales (Victoriano *et al.* 2006). En el caso de Chile se han registrado 132 especies de aves que habitan ambientes de aguas interiores o ecotonos mar-agua dulce. Dentro de los tipos de humedales que presentan una mayor diversidad de aves se encuentran los estuarios, que corresponde a lugares donde confluyen aguas dulces y saladas. Estos ambientes son hábitat de invernada de numerosas especies de aves visitantes (Schlatter & Sielfeld 2006) donde las aves descansan y encuentran alimento. Dentro de las especies de aves acuáticas presentes en Chile se reconocen 13 especies migratorias, llegando al país generalmente en las estaciones de primavera y verano. En este sentido las costas chilenas son conocidas internacionalmente por ser visitadas por un gran número de aves migratorias, muchas de ellas recorriendo largas distancias desde el hemisferio norte. El orden que incluye más especies de aves migratorias es el de los *Charadriiformes* (Victoriano *et al.* 2006). Dentro de este orden se encuentra la especie *Limosa haemastica* o zarapito de pico recto, ave

migratoria que recorre más de 10.000 km para llegar a alimentarse y descansar a lo largo de la costa chilena (Canto, 2018). Esta ave viaja desde sus zonas reproductivas en el neártico (Alaska y Canadá) hasta el Cono Sur siguiendo dos rutas migratorias; una a través de la costa Pacífico hasta Chiloé y la otra a través de la costa Atlántica hasta la Patagonia y Tierra del Fuego, pudiendo representar dos poblaciones reproductivas diferentes (Espinosa *et al*, 2006). En el extremo austral de Chile convergen las poblaciones que recorren las rutas migratorias a través del corredor Atlántico y Pacífico (García-Walther *et al* 2017). La población que se supone proveniente de Alaska habita durante la época no reproductiva en Chiloé (Senner, 2012), por lo que la zona de Chiloé, incluyendo sus islas occidentales, alberga una de las mayores poblaciones no reproductoras de *Limosa haemastica* en la costa Pacífico del hemisferio sur (Espinosa *et al*. 2006, Morrison & Ross 1989). Además, junto con las aves que visitan Chile durante la primavera y verano se han registrado poblaciones que permanecen durante todo el año en los humedales de Chiloé, no realizando la migración de regreso a sus zonas de reproducción en el hemisferio norte (Espinosa *et al*, 2006).



Figura 1. Distribución geográfica del zarapito de pico recto *Limosa haemastica*. En rojo las zonas reproductivas y en azul las no reproductivas, durante el invierno boreal. En amarillo las dos rutas de migración: por la costa del océano Pacífico y por la costa del océano Atlántico. Fuente: www.borealbirds.com

El zarapito de pico recto *Limosa haemastica* es un ave playera perteneciente al orden *Charadriiformes*, y a la familia *Scolopacidae*. Dentro de las 4 especies pertenecientes a este género, *Limosa haemastica* es la más pequeña y la menos conocida. Es un ave de cuello y patas largas con el pico largo y recto. Presentan un significativo dimorfismo sexual, donde las hembras tienen un peso promedio 289 g. y los machos 220 g. durante la época reproductiva. Su plumaje no reproductivo presenta las partes superiores grises, con plumas bordeadas de café oscuro, la rabadilla blanca y las partes inferiores de color gris pálido. El plumaje reproductivo, o también llamado nupcial, presenta las partes inferiores de color castaño rojizo y las partes superiores manchadas de café rojizo. Los juveniles presentan una coloración más café que los adultos (Jaramillo, 2005). Se alimenta de anélidos, principalmente poliquetos, insectos y crustáceos que predominan en las marismas intermareales (del Hoyo *et al.*, 1992). En las zonas de descanso en América del Norte se alimentan de larvas de dípteros *Chironomidae* y de plantas acuáticas como *Potamogeton pectinatus* (Alexander *et. al.*, 1996).

Las especies de aves playeras de mayor tamaño como *Limosa haemastica* ejercen una regulación importante sobre la abundancia de sus presas, como poliquetos y crustáceos que viven en el lodo o en el sustrato arenoso (Davidson *et al.*, 1986). Para determinar las presas consumidas por las aves playeras una técnica ampliamente utilizada es el análisis de fecas, donde se encuentran las partes no digeribles de las presas, que permiten reconocer los taxa y tamaños de los especímenes consumidos.

Diversos estudios sugieren que las aves playeras que se alimentan de invertebrados bentónicos consumen principalmente las especies que son más abundantes dentro de esas comunidades (Hernández *et al.*, 2008; Espoz *et al.*, 2008). Así mismo se ha determinado que la depredación es el principal factor responsable en la abundancia y la distribución de tallas de algunos macroinvertebrados bentónicos (Cifuentes, 2007). Dentro de los invertebrados bentónicos presentes en Chile, los poliquetos son el tercer taxón más abundante en número de

especies, después de crustáceos y moluscos, y dentro de este grupo la familia *Nereididae* está dentro de las cinco familias más abundantes de poliquetos (Rozbaczylo *et al*, 2017). En el humedal Chullec esta familia de poliqueto es uno de los invertebrados con mayor abundancia en el sedimento, como también análisis de biomasa en sedimentos de la bahía de Caulin y Pullao, ubicadas al norte y al centro-este de la Isla de Chiloé respectivamente, indican a *Perinereis spp.* (perteneciente a la familia *Nereididae*) como el grupo dominante en ambas bahías (Bello, 2016). Otra especie del género *Limosa* como *Limosa lapponica*, es un depredador principalmente de poliquetos. Esta especie que se considera un equivalente ecológico de *Limosa haemastica*, presenta una dieta comprendida en un 99% durante el invierno por tres especies de poliquetos, uno de ellos perteneciente a la familia *Nereididae*; *Nereis diversicolor*, *Nephtys hombergii* y *Scoloplos armiger* (Scheiffarth G. 2001).

Junto con las poblaciones neárticas de *Limosa haemastica* que visitan Chiloé, se han registrado poblaciones residentes durante el invierno austral que fluctúan anualmente, las cuales se especula podrían corresponder a juveniles que han realizado su primera migración (Espinosa *et al*, 2006).

Otra forma de establecer comparaciones entre las poblaciones residentes y migrante de *Limosa haemastica* es analizar su conducta frente a actividades humanas. Por ejemplo, se han documentado cambios conductuales en especies animales durante actividades turísticas como caminatas o el buceo (Vilugrón *et al.*, 2016). Estas y otras actividades se conocen como perturbación humana y está definida como “cualquier actividad humana que produce cambios contemporáneos en el comportamiento o la fisiología de uno o más individuos dentro de una colonia reproductiva de aves acuáticas” (Nisbet, 2000). Dentro de las diferentes perturbaciones humanas que pueden afectar a una colonia de aves acuáticas Nisbet (2000) propone la siguiente clasificación:

- Procedimientos de investigación: actividades que realizan los investigadores tales como captura de ejemplares, marcaje de nidos, toma de muestras de sangre, aplicación de transmisores de radio
- Intrusiones de investigador: se definen como actividades que afectan a otras aves distintas a las que son objeto de estudio, por ejemplo, conteo de nidos o paseando por el área de nidificación
- Intrusiones de visitantes: se definen como intrusiones por visitantes que no son investigadores dentro de una colonia de aves acuáticas. Estas a su vez se pueden clasificar en intrusiones deliberadas (por ejemplo, personas que entran a sacar fotografías) e intrusiones casuales que corresponden a personas que entran en el área donde se encuentran las aves con fines recreativos entre otros.
- Aproximaciones de visitantes: son actividades de visitantes que no impliquen penetración en el área donde se encuentren las aves, por ejemplo, actividades recreativas en una playa contigua a una colonia de aves acuáticas.
- Actividad de vehículos: se incluyen movimientos de vehículos de motor, botes, aeronaves cerca o a través de la colonia de aves acuáticas
- Manejo positivo: son intervenciones realizadas por personas que van en beneficio de las aves, por ejemplo, poner vallas, carteles, protección contra depredadores
- Manejo negativo: son actividades diseñadas para disminuir el número o la actividad de las aves, por ejemplo, matando aves o modificando el hábitat
- Persecución, hostigamiento y vandalismo: son actividades realizadas por personas con el fin de dañar las aves (destrucción de nidos, persecución de aves en vehículos, robos de huevos)

Estas actividades pueden generar diversas respuestas conductuales en las aves acuáticas.

Puede haber efectos negativos tales como cambios en la conducta de alimentación, el

abandono de las colonias o la disminución del éxito reproductivo. También puede ocurrir una habituación frente a estas perturbaciones. La habituación se define como la disminución de la respuesta específica a un estímulo; es decir, aprender a no responder a algo al descubrir que nada significativo depende de su ocurrencia (Immelmann y Beer, 1989). Esta habituación también se puede definir como una variación de la tolerancia. La tolerancia se define como la intensidad de la perturbación que un ave individual tolera sin responder de una manera definida. La tolerancia es mayor en colonias que han sido perturbadas por periodos de tiempo más largos que en colonias inalteradas (Nisbet, 2000). En el caso de *Limosa haemastica*, se ha registrado disminución en el forrajeo (obtención de alimento) durante períodos de perturbación humana, pero no así en las distancias recorridas para la obtención de alimento, donde no hay mayor diferencia entre periodos sin perturbación y con perturbación humana (Cestari, 2011).

Al ser el zarapito de pico recto *Limosa haemastica* una de las especies de aves playeras migratorias que llegan desde el hemisferio norte hacia Chile utilizando los humedales como sitios de alimentación y descanso, desempeñando un importante rol en la estructura de estos ecosistemas y registrando la existencia de una población que es residente durante el invierno en Chiloé. Se hace relevante caracterizar esta población en comparación con la población migrante y poder establecer si existen diferencias o no en cuanto a su alimentación y comportamiento, tanto con otras especies de aves de humedales y con los seres humanos, debido que ambas poblaciones habitan en diferentes zonas geográficas durante al invierno austral.

2. PROBLEMA

El sur de Chile recibe durante la época estival la llegada de varias especies de aves playeras migratorias desde el hemisferio norte y que utilizan los ecosistemas de humedales como sitios de alimentación y descanso, siendo relevante la red de humedales que están presentes en el archipiélago de Chiloé. Estas aves tienen un efecto importante en la estructura de estos ecosistemas de humedales y especialmente sobre las comunidades de fauna bentónica, al ser su principal fuente de alimentación.

Dentro de estas aves, una de las especies que realiza la migración más larga es el zarapito de pico recto *Limosa haemastica* que viaja desde sus zonas de reproducción del Ártico, Alaska y el norte de Canadá hacia el sur de Chile y Argentina. En Chiloé las bahías cercanas a su capital Castro albergan el 52% de la población de zarapitos de la costa del Pacífico (Andres *et al.* 2009). Junto con esto, existe una población de zarapitos de pico recto que no realiza la migración de vuelta hacia el hemisferio norte y permanece durante el invierno en la zona de Chiloé. Por lo tanto, estudiar esta población residente conforma una línea interesante de investigación. Para esto caracterizar esta población residente en cuanto a su dieta y comportamiento, y comparándola con la población migrante que llega durante la primavera y el verano, permitiría ir recopilando antecedentes que permitan averiguar la composición de esta población residente, si son individuos juveniles o adultos, y cuáles son las causas de su permanencia en Chiloé, y además que efecto tienen ambas poblaciones sobre las comunidades de fauna bentónica.

Además, resulta interesante estudiar los efectos en el comportamiento de permanecer durante todo el año en Chiloé al comportamiento de esta población residente frente a las perturbaciones antrópicas y a relaciones interespecíficas con otras especies de aves del humedal, al compararse con el comportamiento de las poblaciones migrantes, al ser el zarapito, un ave de carácter emblemático para estas zonas y un buen modelo de estudio .

3. HIPÓTESIS

Si existe una población residente y otra población migrante de *Limosa haemastica* se deberían observar diferencias significativas en la abundancia de esta especie presente en humedal de Chullec entre las estaciones de invierno y primavera.

Si los zarapitos de pico recto se alimentan de invertebrados bentónicos, entonces se debiesen observar estos taxa en el análisis de fecas.

Si existe una población residente de *Limosa haemastica*, que no vuelve al ártico, entonces se debiese observar una aclimatación de esta población, reflejándose en respuestas conductuales que difieren de la población migratoria.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Caracterizar la población residente y migratoria de *Limosa haemastica* a través de análisis de conducta y de alimentación en el humedal de Chullec.

4.2 Objetivos específicos

1. Cuantificar la abundancia de la población de *Limosa haemastica* residente y migrante presente en el humedal de Chullec.
2. Determinar la dieta de *Limosa haemastica* mediante el análisis de fecas
3. Determinar la biomasa de los poliquetos consumidos por *Limosa haemastica*
4. Estudiar la conducta de la población residente y migratoria de *Limosa haemastica* en cuanto a perturbación antropogénica y su relación con el resto de la avifauna presente en el humedal.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Área de estudio

El área de estudio corresponde al humedal de Chullec ($42^{\circ}28'S$ $73^{\circ}32'W$) que se ubica a 7 km. de Curaco de Vélez en la Isla de Quinchao, Región de los Lagos. Está conformado por una bahía de plataforma arenosa y fangosa expuesta a las altas fluctuaciones de las mareas y posee una dimensión de 52 ha. (Canto, 2018). En el humedal de Chullec habitan una variedad de aves acuáticas tanto de origen neotropical como neártico, siendo un punto de llegada de aves migratorias provenientes del hemisferio norte.

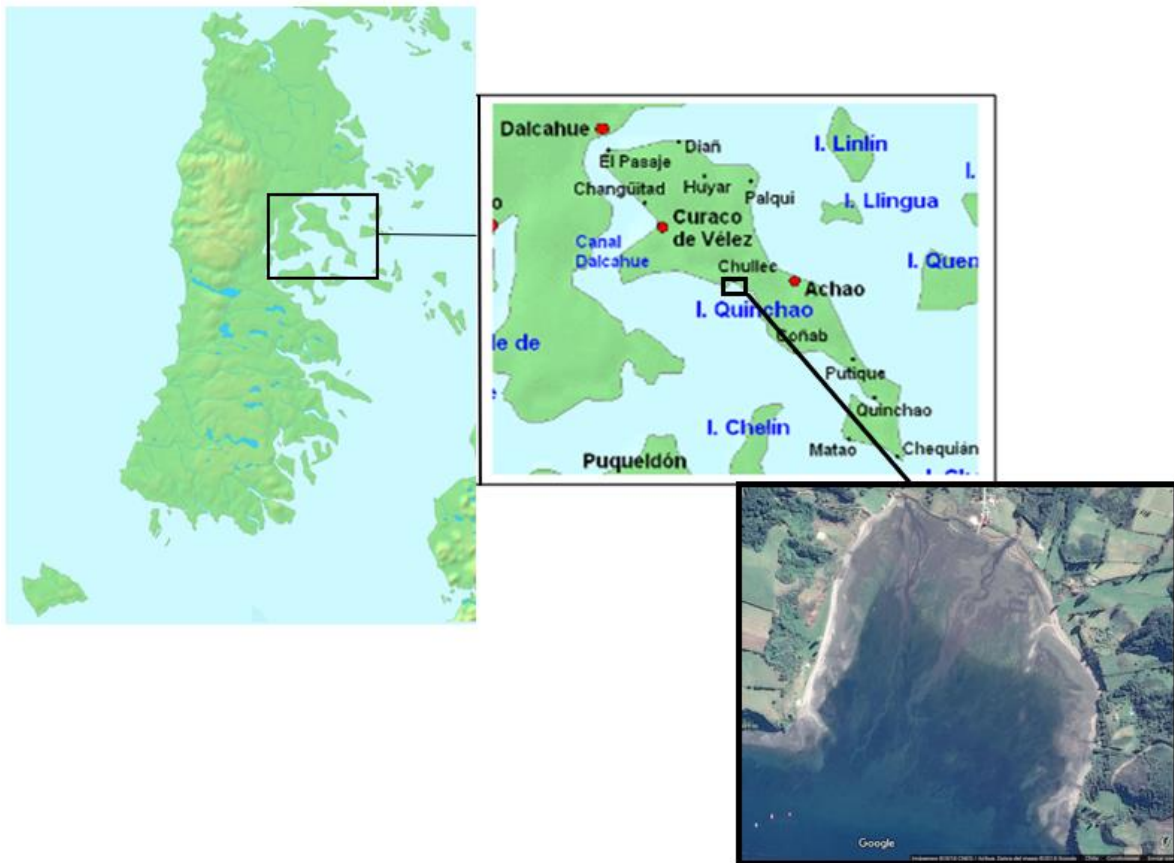


Figura 2. Localización del humedal de Chullec, en la Isla de Quinchao, archipiélago de Chiloé.

5.2 Objetivo específico 1: “Cuantificar la abundancia de la población de *Limosa haemastica* residente y migrante presente en el humedal de Chullec.”

Para estimar la variación en la abundancia de aves se realizaron dos censos en diferentes días durante el año 2018, con dos campañas de muestreo, una en la estación de invierno y otra en la primavera. Para cuantificar las poblaciones de zarapitos de pico recto residentes y migrantes se realizaron censos durante 5 días consecutivos en cada campaña. El censo se realizó mediante fotografías panorámicas del humedal, tomadas con una cámara Canon PowerShot SX530 (Figura 2). Se eligieron las fotografías con mayor representatividad de la población del humedal. Posteriormente se realizaron los conteos en las fotografías digitales por 3 observadores independientes, utilizando la herramienta de conteo del programa Adobe Photoshop. Se generó una base de datos en Microsoft Excel 2016. Para la comparación de la abundancia entre estaciones se realizó una prueba de Kruskal-Wallis, probando previamente la normalidad de los datos mediante el programa Minitab v17.



Figura 3. Grupo de zarapitos de pico recto, censados durante la primavera de 2018 en la bahía de Chullec.

5.3 Objetivo específico 2: “Determinar la dieta de *Limosa haemastica* mediante el análisis de fecas”

Se obtuvieron fecas de *Limosa haemastica* en los lugares de alimentación (Figura 3) durante la marea baja (Figura 4) y en los lugares de descanso de las aves durante la marea alta. Se recolectaron durante el año 2018 en la campaña de muestreo de invierno 32 fecas y durante la campaña de muestreo de primavera 27 fecas. Las fecas se recolectaron mediante una espátula metálica y se depositaron en papel de aluminio, guardándose en bolsas plásticas sellables previamente rotuladas, y se congelaron a 0°C para analizarlas en laboratorio, donde se descongelaron y depositaron en placas Petri.

En el laboratorio las fecas se observaron con lupa Nikon SMZ445 y se buscaron mandíbulas de poliquetos, charnelas de moluscos y otros restos potenciales (Bello, 2016). En los restos encontrados se realizó la determinación taxonómica hasta el nivel de familia mediante claves especializadas (Häussermann & Försterra, 2009; Rozbaczylo & Castilla, 1973). Se analizó la presencia y se estimó la frecuencia de ocurrencia de cada tipo de presa contabilizando el número de fecas donde se registraron. Se cuantificó el número y el tamaño de las mandíbulas de poliquetos encontrados en las fecas, a través del programa de análisis y procesamiento de imágenes ImageJ 1.52a.



Figura 4. Zarapitos de pico recto alimentándose en el intermareal durante la bajamar en invierno de 2018. A medida que los zarapitos de pico recto seguían la línea de marea en retirada se procedió a recolectar las fecas que iban depositando.



Figura 5. Feca de *Limosa haemastica* recolectada durante la bajamar en el humedal de Chullec. Se pueden identificar las huellas de *Limosa haemastica* y los agujeros en el sedimento que dejan al momento de obtener su alimento.

5.4 Objetivo 3: “Determinar la biomasa de los poliquetos consumidos por *Limosa haemastica*”

Según diversos autores las especies del género *Limosa* depredan principalmente poliquetos (e.g. Navedo *et al.*, 2012, Duijns *et al.*, 2013). Los poliquetos nereididos conforman uno de los grupos de invertebrados bentónicos más abundantes en el sedimento del humedal de Chullec (Canto, 2018). Por lo tanto, se procedió a determinar la biomasa consumida de estos poliquetos por los zarapitos de pico recto, analizando las mandíbulas encontradas en las fecas. Por otra parte, para establecer la relación entre el tamaño de las mandíbulas y la talla y el peso de los poliquetos, se recolectaron, a fines de febrero del 2018, 4 muestras, con 5 réplicas cada una, en diferentes lugares de la bahía de Chullec, (Figura 5) con el fin de obtener poliquetos nereididos para la determinación de las curvas largo mandíbula/talla y talla/peso. Las muestras se tomaron utilizando un core de 10 cm de longitud por 7,5 cm de diámetro. Los 4 sitios de recolección se localizaron en las zonas de alimentación de los zarapitos de pico recto y fueron georreferenciados por GPS (Tabla 1).



Figura 6. Vista satelital del humedal de Chullec, donde se marcan los 4 puntos desde donde se recolectaron las muestras de sedimento. Fuente: Google Maps

Tabla 1. Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo de sedimento recolectados en el humedal de Chullec.

Puntos de muestreo	Coordenadas geográficas
1	42°28'07" S, 73°32'26" W
2	42°28'09" S, 73°32'23" W
3	42°28'10" S, 73°32'18" W
4	42°28'12" S, 73°32'16" W

Los individuos más grandes presentes en las muestras y que eran visibles a simple vista se recolectaron mediante pinzas, mientras que los más pequeños se recolectaron utilizando tamices de diferentes micras (entre 100 y 300 μm). La longitud de los especímenes recolectados se determinó mediante fotografías que fueron analizadas con el programa ImageJ 1.52a (Figura 6). Los especímenes fueron conservados en etanol al 70% y posteriormente envueltos en papel aluminio para ser pesados en una balanza analítica y determinar su peso húmedo. Posteriormente, se secaron en una estufa Memmert a 60°C por 24 hrs (Masero *et al.* 1999). Por último, los poliquetos secos se depositaron en placas Petri donde se observaron con una lupa Nikon SMZ445 y se separaron las mandíbulas que se midieron mediante fotografías utilizando el programa ImageJ 1.52a.

Luego se procedió a establecer la relación entre el largo de la mandíbula y largo total del poliqueto mediante un análisis de regresión, utilizando el programa Microsoft Excel 2016. También se procedió a establecer la relación entre el largo y el peso de los poliquetos. A través de las curvas de regresión que relacionan largo de mandíbula/largo total y largo total/peso del poliqueto se obtuvo la biomasa de poliquetos consumidos, a partir de las mandíbulas encontradas en las fecas. Para esto, se determinó en primer lugar el número de individuos presente en las fecas pareando las mandíbulas izquierdas y derechas de similar tamaño (diferencia entre las mandíbulas $\leq 0,1$ mm). Luego se promediaron las longitudes del par de mandíbulas asociadas a un individuo, las mandíbulas sin su par correspondiente se

contabilizaron como un individuo. Con estos valores de longitud de mandíbula, usando el programa Microsoft Excel 2016, se obtuvieron los valores de longitud y peso total del poliqueto, a través de las relaciones obtenidas previamente.

Del total de muestras de fecas se seleccionaron al azar un número equivalente para cada estación. De esta manera se estimó la biomasa de poliquetos por feca, la biomasa promedio por feca y la biomasa en el total de muestras, para invierno y primavera. Mediante la prueba t de Student se compararon las biomásas obtenidas de poliquetos entre las estaciones primavera y verano, presentes en las fecas.

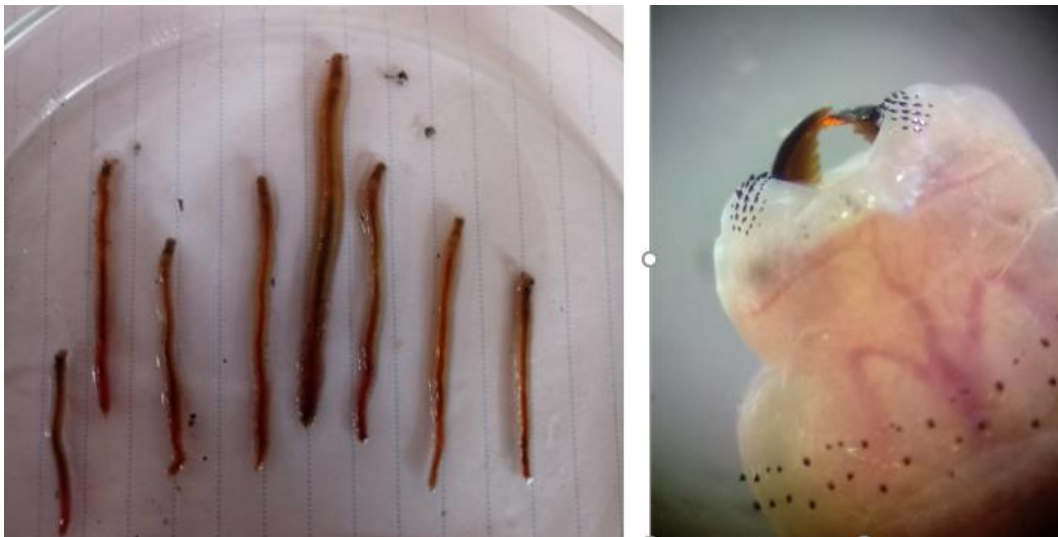


Figura 7. A la izquierda, poliquetos nereididos en una placa Petri para la medición de su talla. A la derecha acercamiento a la probóscide semievertida de uno de estos poliquetos. Se observan las mandíbulas serradas y los paragnatos que corresponderían a *Perinnereis gualpensis* (Bertrán, 1980)

5.5 Objetivo específico 4: “Estudiar la conducta de la población residente y migratoria en cuanto a perturbación antropogénica y su relación con el resto de la avifauna presente en el humedal”

Se realizaron dos campañas de muestreo durante invierno y primavera del 2018 para medir las respuestas conductuales de las poblaciones residentes y migrantes, respectivamente. Se observó directamente la interacción de *Limosa haemastica* con otras especies de la avifauna presente en el humedal.

Para medir la respuesta frente a la interacción humana se midió la distancia de escape. El investigador se acercó caminado hacia un grupo de zarapitos identificado previamente, que *a priori* no han avistado al investigador (distancia mayor a 150 m), para simular un turista que se acerca a observar las aves. Se midió con una huincha plástica la distancia a la cual las aves muestran comportamiento de escape (cuando el ave emprendió el vuelo). Para evaluar diferencias estadísticas de las distancias medias de escape de la especie, en relación con las estaciones del año, se utilizó la prueba t-Student (Vilugrón *et al*, 2016).

6. RESULTADOS

6.1 Abundancia de la población de *Limosa haemastica* residente y migrante presente en el humedal de Chullec.”

Los censos realizados por 3 observadores independientes (Tabla 2), durante el invierno y la primavera de 2018, mostraron una alta abundancia estimada promedio durante la primavera, ($2940 \pm 17,6$) comparada con la estación de invierno (660 ± 21). Los datos obtenidos no cumplieron con el criterio de normalidad ($p=0,009$), por lo que se realizó una prueba de Kruskal-Wallis indicando una diferencia significativa en la abundancia estimada promedio de los zarapitos de pico recto entre ambas estaciones ($p=0,05$). Este aumento de la abundancia en primavera concuerda con la llegada de los zarapitos de pico recto desde el hemisferio norte (Figura 7). Dentro de la población de *Limosa haemastica* residente durante el invierno se pudieron observar individuos con plumaje reproductivo típico de color rojizo (Figuras 8 y 9).

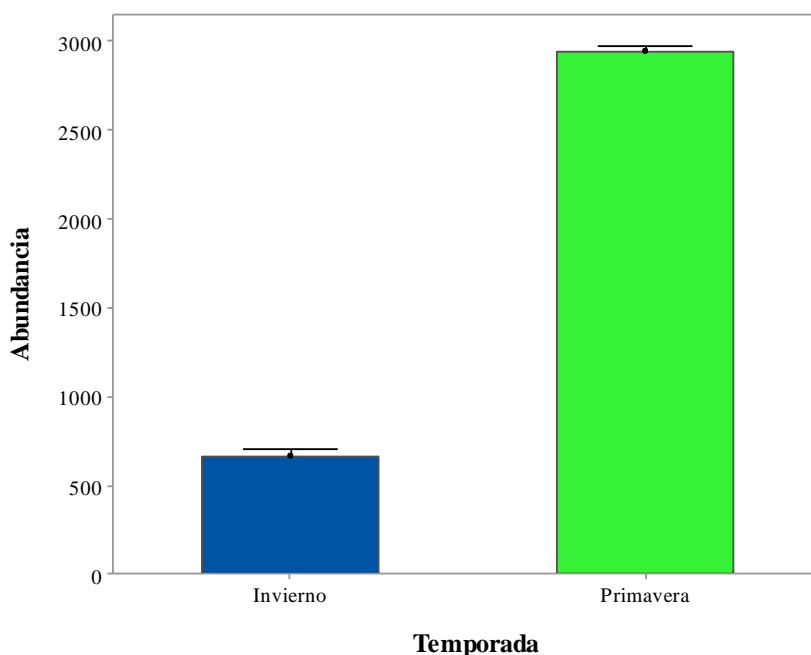


Figura 8. Estimación de la abundancia promedio de *Limosa haemastica* durante el invierno y la primavera de 2018 en el humedal de Chullec

Tabla 2. Estimación de la abundancia, realizada por 3 observadores independientes de *Limosa haemastica* en Chullec durante invierno y verano de 2018.

Observador	Invierno 2018	Primavera 2018
1	675	2942
2	669	2956
3	636	2921
Promedio	660 \pm 21	2940 \pm 17



Figura 9. Vista del humedal de Chullec durante la bajamar en la campaña de invierno de 2018, donde se observa un grupo de zarapitos de pico recto descansando junto a gaviotas de Cáhuil. Se observan individuos de *Limosa haemastica* con plumaje reproductivo de color rojizo.



Figura 10. Acercamiento a un grupo de zarapitos de pico recto donde se observa un individuo con el plumaje nupcial de color rojizo en el pecho. Fotografía tomada durante el invierno de 2018.

6.2 Dieta de *Limosa haemastica* mediante el análisis de fecas

En la campaña de invierno, de las 32 muestras de fecas recolectadas durante la marea baja en el área de alimentación de los zarapitos de pico recto. Se identificaron restos de crustáceos, principalmente restos de exoesqueleto y apéndices, conchas de moluscos y mandíbulas de poliquetos pertenecientes a la familia *Nereididae* (Figura 9). En la tabla 3 se muestra la presencia-ausencia de los diferentes grupos de invertebrados en las fecas. De las 32 muestras recolectadas 14 presentaron restos de invertebrados. De estas 14 muestras 9 presentaron restos de poliqueto, 7 de crustáceos y 2 de moluscos. En la campaña de primavera se tomaron 27 muestras de fecas en el área de descanso de los zarapitos de pico recto. De estas muestras, 22 presentaron restos de invertebrados: 21 presentando restos de poliquetos, 6 de crustáceos y 4 de moluscos. Las mandíbulas de poliquetos son los restos de invertebrados más comunes encontrados en las fecas, indicando que estos invertebrados representan una parte importante de la dieta de los zarapitos de pico recto. Las mandíbulas de poliquetos encontradas en las fecas se contaron alcanzando un total de 52 mandíbulas, con una alta variación en el número de mandíbulas por muestra, oscilando entre 1 y 15 mandíbulas por muestra para aquellas tomadas en invierno (Tabla 5). Para las muestras tomadas en primavera la cantidad de mandíbulas encontradas en las fecas varía desde 1 hasta 30 mandíbulas por cada muestra y alcanzan un total de 147 mandíbulas (Tabla 5).

Tabla 3. Presencia/Ausencia de restos de invertebrados en las fecas de *Limosa haemastica* recolectadas durante la estación de invierno y de primavera. Se recolectaron 32 muestras para invierno y 27 para primavera. Los restos fueron clasificados en mandíbulas de poliquetos de la familia *Nereididae* (MP), restos de crustáceos (CRU) y conchas de moluscos (MOL).

Invierno				Primavera			
Muestra	MP	CRU	MOL	Muestra	MP	CRU	MOL
1	x			1	x	x	x
2	x			2			
3				3			
4		x		4		x	
5				5			
6				6	x		
7				7			
8				8	x		
9				9	x		
10				10	x		x
11	x			11	x		
12		x		12	x	x	
13				13	x		x
14	x			14	x	x	
15		x		15	x	x	
16				16	x		
17			x	17	x		
18	x	x		18	x	x	
20				19	x		
21				20	x		
22				21	x		
23				22	x		
24				23	x		
25	x	x		24			
26				25	x		
27	x	x		26	x		x
28	x			27			
29							
30		x					
31							
32	x		x				

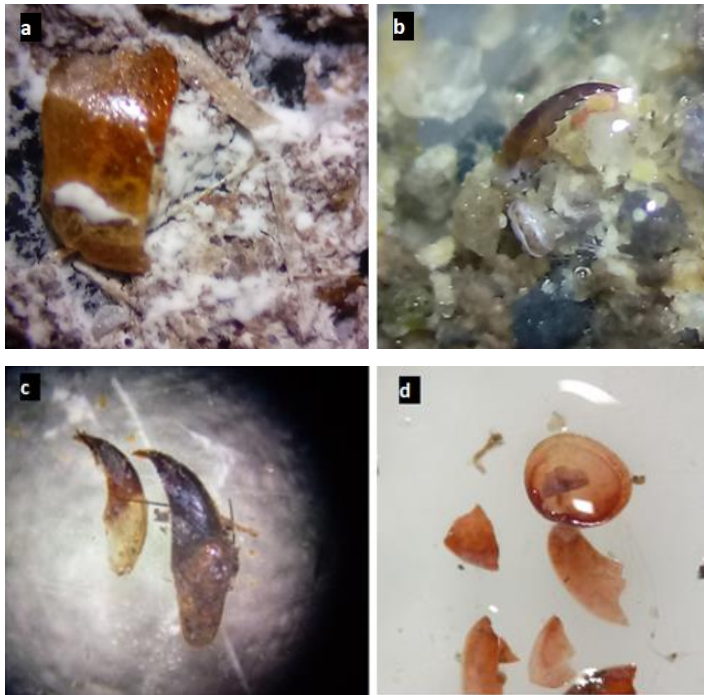


Figura 11. Restos de invertebrados encontrados en las muestras de fecas de *Limosa haemastica*. Se puede observar a: un caparazón de crustáceo, b mandíbula de poliqueto serrada, c: mandíbulas de poliquetos lisa, d: conchas de moluscos.

Al determinar la frecuencia de ocurrencia de los dos tipos de restos más comúnmente encontrados; mandíbulas de poliquetos y restos de crustáceos se observa diferencias entre invierno y primavera. En la estación de invierno los poliquetos nereididos alcanzan el 64% y los crustáceos un 50%, en primavera alcanzan un 95% y 27% respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4. Frecuencia de ocurrencia de las presas consumidas por *Limosa haemastica*, a través del análisis de fecas en las estaciones de invierno y primavera.

Presas	Invierno	Primavera
Poliquetos fam. <i>Nereididae</i>	64%	95%
Crustáceos	50%	27%
Moluscos bivalvos	14%	18%

Tabla 5. Número de mandíbulas de poliquetos encontradas en las muestras de fecas recolectadas durante el invierno y la primavera de 2018.

Invierno		Primavera	
Muestra	Número de mandíbulas	Muestra	Número de mandíbulas
1	2	1	4
2	2	6	14
11	1	8	11
12	6	9	1
18	11	10	6
25	3	11	11
27	4	12	3
28	15	13	4
32	8	14	12
		15	1
		16	1
		17	2
		18	21
		19	13
		20	2
		21	1
		22	2
		23	1
		24	4
		26	3
		27	30
Total	52		147

Las mandíbulas de poliquetos encontradas fueron medidas en su longitud. Al observar los histogramas de frecuencia relativa de las mandíbulas presentes en las muestras de invierno, se encontró la mayor frecuencia relativa entre 1,6 a 2 mm de longitud, con una media de 1,7 mm (Figura 10). De las mandíbulas presentes en las muestras de primavera la mayor frecuencia relativa se situó entre 1 a 1,5 mm, con una media de 1,4 mm (Figura 11).

Dentro de las mandíbulas encontradas en ambos muestreos se pudieron distinguir dos tipos principales, mandíbulas con borde serrado y con borde liso, (Figura 7) que podrían corresponder a *Perinereis gualpensis* y *Perinereis vallata* respectivamente (Bertrán, 1980).

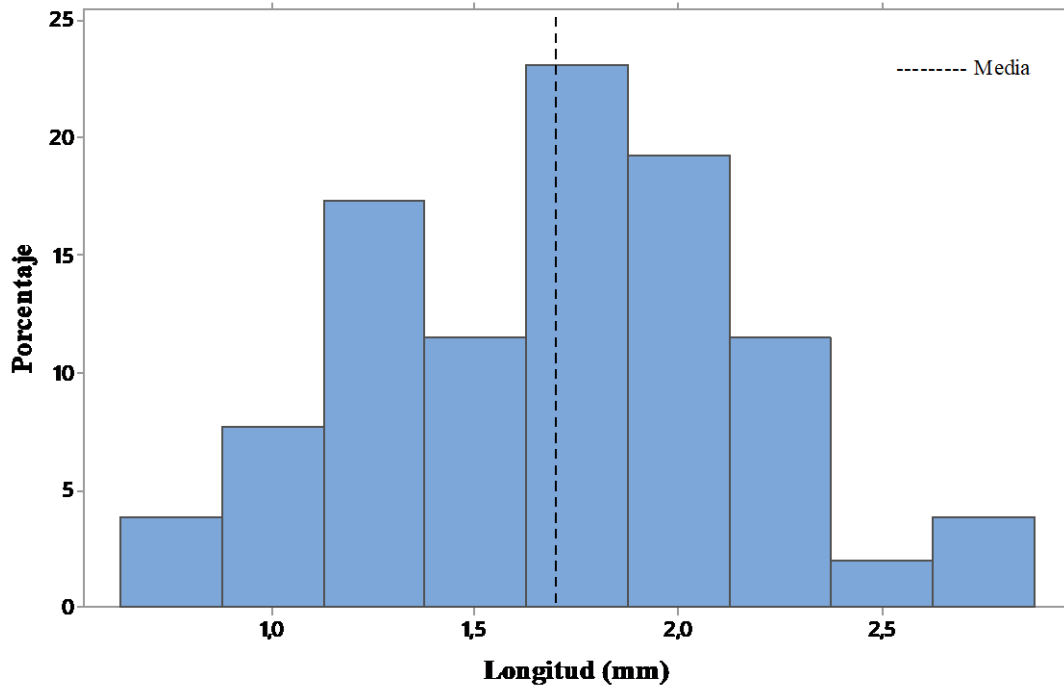


Figura 12. Frecuencia relativa de la longitud de las mandíbulas encontradas en las muestras de fecas recolectadas en invierno de 2018.

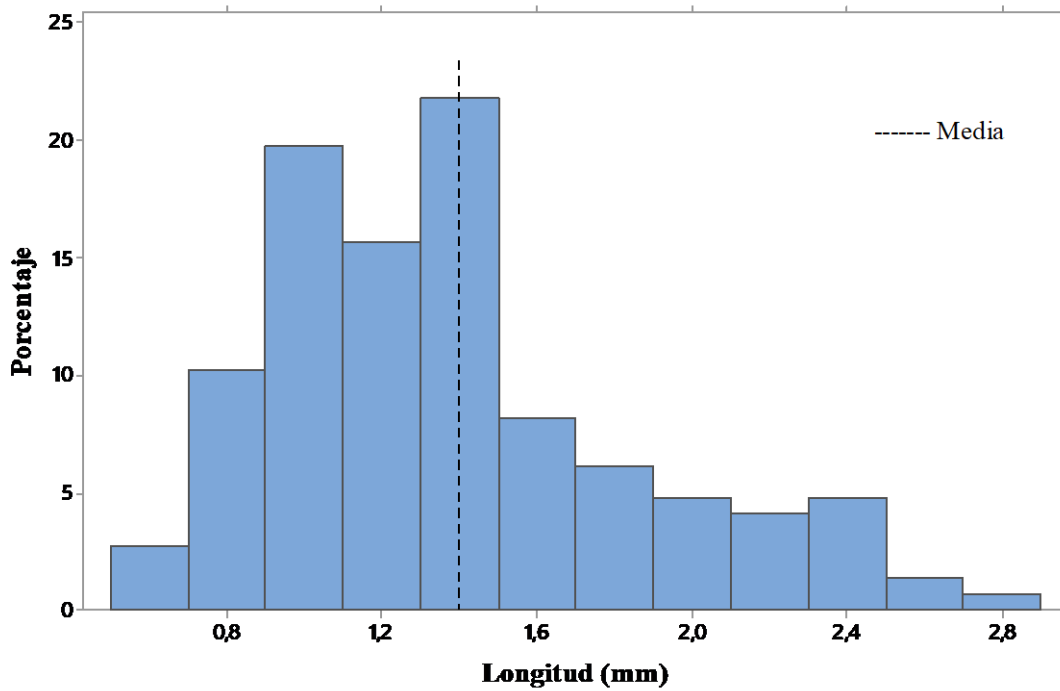


Figura 13. Frecuencia relativa de la longitud de las mandíbulas encontradas en las muestras de fecas recolectadas en primavera de 2018.

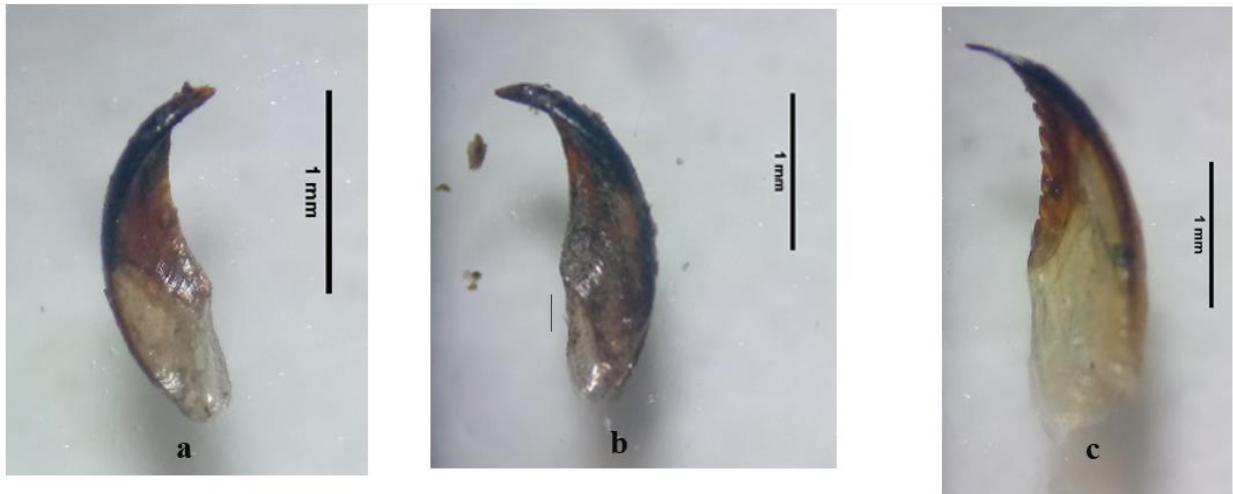


Figura 14. Mandíbulas de poliquetos encontradas en las fecas de zarapito de pico recto. Se pueden distinguir dos tipos de mandíbulas de acuerdo con el tipo de borde que presentan en su lado interno: liso (a, b) o serrado (c).

6.3 Biomasa de los poliquetos consumidos por *Limosa haemastica*

Se recolectaron 59 especímenes de poliquetos nereididos en 4 lugares diferentes de la bahía de Chullec, con tallas que van desde los 12,6 mm hasta 58, 25 ms. Las mandíbulas extraídas a estos poliquetos oscilaron entre los 0,38 mm hasta los 2,01 mm. En la figura 14 se muestra una regresión lineal entre la longitud de la mandíbula y la longitud total de los poliquetos, obteniendo un ajuste con un coeficiente de determinación, $r^2 = 0,57$.

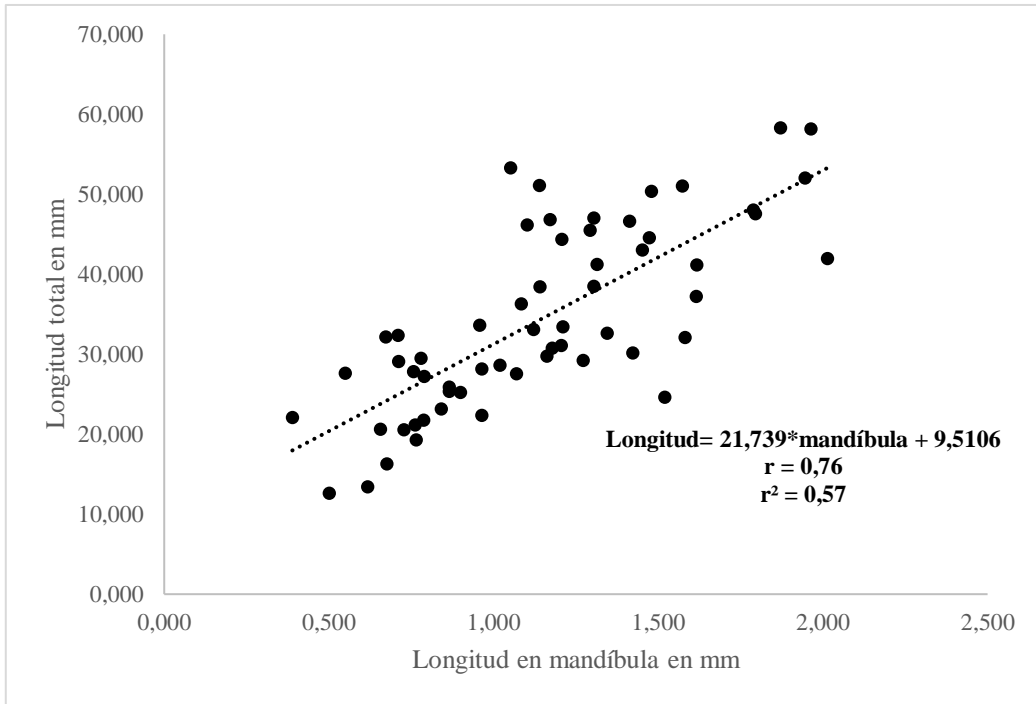


Figura 15. Longitud total (mm) de poliquetos *Nereididae* en función del largo de la mandíbula (mm)

Al realizar la curva entre el peso húmedo y la talla se obtuvo una tendencia de tipo exponencial con un coeficiente de determinación, $r^2 = 0,35$ (Figura 15).

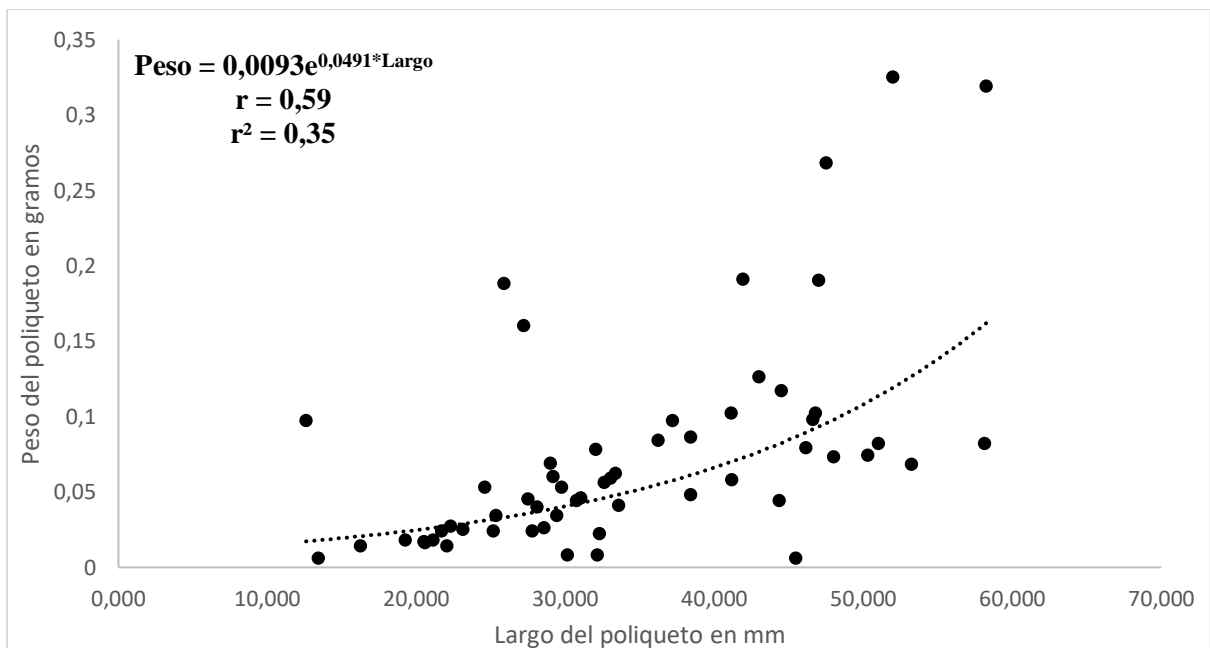


Figura 16. Peso húmedo de los poliquetos (g) *Nereididae* en función del largo total (mm)

Usando los datos de la longitud de las mandíbulas encontradas en las fecas, podemos estimar, a través de la curva largo de mandíbula/largo total, que las tallas de poliquetos más depredadas en invierno se encuentran en el rango de los 42 a 53 mm y en primavera de los 31 a 41 mm. La biomasa total de poliquetos encontrados en un número equivalente de muestras (9 para cada campaña) fue de 4,58 g en invierno y de 5,36 g en primavera (Tabla 6). La biomasa total es levemente mayor en primavera, pero al realizar el análisis estadístico mediante la prueba t de Student, comprobamos que no existe una diferencia significativa entre ambas estaciones ($t_{(13)}=0,42$; $p=0,68$).

Tabla 6 Biomasa promedio y biomasa total de poliquetos *Nereididae* en las muestras según invierno y primavera.

	Biomasa promedio	Biomasa total
Invierno	0,5089 \pm 0,49g	335,87 g
Primavera	0,596 \pm 0,43g	1752,24 g

6.4 Conducta de la población residente y migratoria en cuanto a perturbación antropogénica y su relación con el resto de la avifauna presente en el humedal

Se midieron las distancias de escape de los zarapitos de pico recto ante el acercamiento del investigador, las que tuvieron un rango entre 11 y 18 metros para invierno y 11,8 y 26 m para primavera (Tabla 7). La distancia promedio de escape fue de $14,46 \pm 2,3$ m en invierno y de $16,32 \pm 5,1$ m en primavera (Figura 16). Al realizar el análisis estadístico con la prueba t de Student, no se encontraron diferencias significativas en la distancia de escape de entre las estaciones de invierno y primavera ($t_{(6)}=-0,61$, $p=0,541$).

En cuanto al comportamiento de los zarapitos de pico recto con respecto al resto de la avifauna del humedal, se observaron grupos de zarapito de pico curvo *Numenius phaeopus* residentes descansando junto con grupos de *Limosa haemastica* durante la marea alta, tanto en

invierno como en primavera (Figura 17). También se encontraron evidencias de depredación sobre *Limosa haemastica* (Figura 18) posiblemente por rapaces, las cuales se encuentran en los bosques circundantes.

Tabla 7. Distancia de escape en metros, por cada muestreo, junto con la distancia promedio y la desviación estándar, para *Limosa haemastica* en invierno y primavera.

Muestra	Invierno	Primavera
1	13,5	26
2	14	16,3
3	18	11,8
4	11	15,5
5	15,8	12
Distancia Promedio	14,46±2,34	16,32±5,16

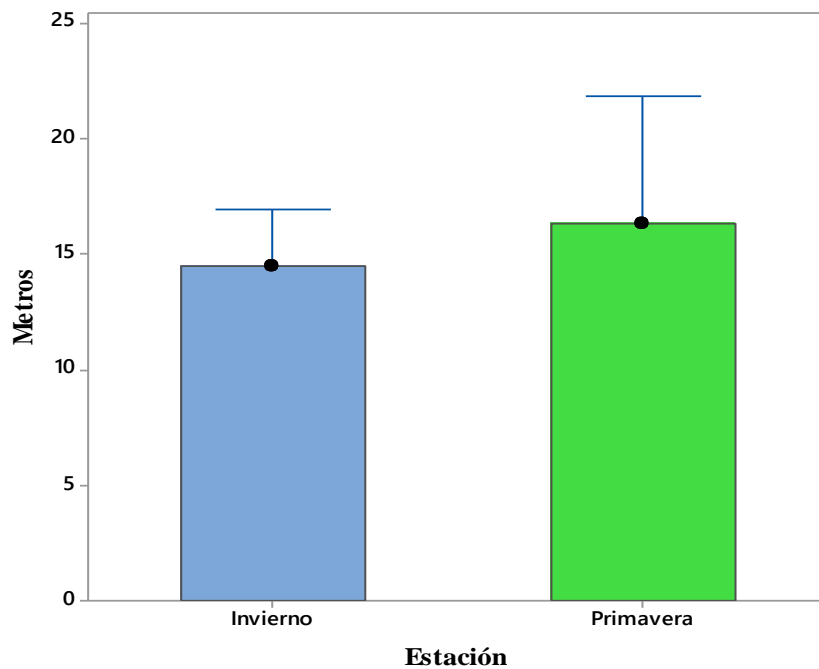


Figura 17. Distancia de escape promedio de los zarapitos de pico recto durante el invierno y la primavera de 2018 en el humedal de Chullec.



Figura 18. Grupo de *Limosa haemastica* descansando durante la bajamar, donde se observan individuos de *Numenius phaeopus* junto a ellos. *Numenius phaeopus* se distingue por su pico curvo, sus cejas blanquecinas y su pecho moteado de color café claro, *Limosa haemastica*, en cambio, presenta el pico recto y el pecho de color blanquecino o de color rojizo como plumaje reproductivo (centro). Fotografía tomada durante el invierno de 2018.



Figura 19. Evidencia de depredación de zarapito de pico recto. Restos encontrados en la orilla del humedal de Chullec en invierno de 2018.

Al contrastar las hipótesis planteadas con los resultados obtenidos, podemos indicar que existen diferencias significativas en las estimaciones de abundancia promedio de los zarapitos de pico recto presentes en el humedal de Chullec, entre invierno y primavera. Demostrando que existe una población residente y migrante de estas aves. pudiendo comprobar nuestra primera hipótesis. Con respecto a la hipótesis de que los zarapitos se alimentan de invertebrados bentónicos, pudimos verificar este supuesto debido a que los restos encontrados en sus fecas correspondían con estas especies, y a su vez dentro de estos invertebrados el grupo mas abundante correspondió a los poliquetos nereididos. En cuanto a las diferencias de respuestas conductuales entre las poblaciones residentes y migrante no pudimos encontrar diferencias significativas entre ambas poblaciones frente a un estímulo de perturbación humana.

7. DISCUSIÓN

En este estudio se analizó la diferencia en las abundancias promedio de *Limosa haemastica* en invierno y primavera, mostrando una diferencia significativa entre ambas estaciones lo que evidencia una pequeña población que reside durante el invierno en el humedal de Chullec. Las abundancias estimadas en este estudio son similares con las obtenidas en censos realizados en 2017 (Canto, 2018) y en 2009 por Andrés *et al.*, lo que indicaría que se mantienen números estables de las poblaciones residente y migrante, pero no está determinado si es la misma población a través de diferentes años, o son individuos que una vez llegada la primavera continúan su migración hacia Tierra del Fuego. Espinosa *et al* (2006) constata que las poblaciones residentes de *Limosa haemastica*, durante el invierno austral presentan características en su plumaje de individuos inmaduros (aves de un año), por lo que estas poblaciones representarían individuos juveniles que permanecerían en la zona. Esto situación sería consistente con las estrategias que presentan diversas aves playeras de largas distancias donde los juveniles no realizan la migración hacia sus zonas reproductivas hasta su segundo año (van de Kam *et al.* 2004). En nuestro caso, en cambio, si observamos individuos mudando o con plumaje nupcial completo, lo que indicaría que ya alcanzaron su madurez sexual. La población residente durante el invierno además se mueve entre los diferentes humedales de Chiloé, en donde hubo días donde no se registró su presencia en el humedal de Chullec.

En cuanto al análisis de la dieta, los principales taxa observados en las muestras de fecas fueron los restos de poliquetos nereididos, seguidos por los crustáceos y en mucha menor medida por moluscos. Pérez-Vargas *et al* (2016) describe la dieta de *Limosa haemastica* en la desembocadura del río Aconcagua, indicando como presas predilectas a los poliquetos nereididos y crustáceos, lo que coincide con los resultados encontrados. Los poliquetos nereididos son uno de los organismos bentónicos más frecuentes en los sistemas estuarinos lo

que coincide con la abundancia de sus restos encontrados en las fecas. Se observó una diferencia entre la proporción de presas encontradas en las fecas, donde los poliquetos nereididos están presentes en casi la totalidad de las muestras de primavera, a diferencia de las muestras de invierno donde existe una mayor proporción de restos de crustáceos.

La dieta puede variar en su composición según las poblaciones, ya que en el estuario del río Gallegos (Patagonia, Argentina) la presa más importante en la dieta de *Limosa haemastica* es la almeja *Darina solenoides* y de forma secundaria poliquetos (Lizarralde *et al.*, 2010). En este estudio, la selección de presas por parte de *Limosa haemastica* coincide con otros trabajos que sugieren que las aves playeras se alimentan de las especies más abundantes del intermareal (Bello, 2016; Hernández *et al.*, 2008; Espoz *et al.*, 2008). De todas maneras, si bien los poliquetos *Nereididae* representarían una parte importante de su dieta, *Limosa haemastica* también se podría alimentar de otras especies, incluyendo poliquetos, que no presentan estructuras rígidas que dejen restos en las fecas, por lo que sería recomendable utilizar otras técnicas de análisis como el análisis isotópico de *Limosa haemastica* y de sus presas potenciales, que además tiene la ventaja de no ser una técnica invasiva.

La variación entre las proporciones de poliquetos y los demás invertebrados presentes en la dieta, entre invierno y verano, se podrían deber al crecimiento anual de los poliquetos y los efectos de la depredación de *Limosa haemastica*. Al analizar las frecuencias relativas por longitud de las mandíbulas de poliquetos encontradas, la mayoría se concentró en el rango de 1 a 2 mm, con leves diferencias para invierno (1,5-2 mm) y primavera (1-1,5 mm). Esta diferencia podría indicar una disminución de presas de ese tamaño en invierno luego de la depredación por parte de la población migrante durante primavera y verano. Esto provocaría un aumento de la proporción de presas secundarias en la dieta de la población residente. Este efecto donde la disminución de la abundancia de la presa principal dentro del rango de tamaño mas seleccionado provoca un aumento en la proporción de las presas secundarias en la dieta ya

ha sido descrito para *Limosa haemastica* (Lizarralde *et al.*, 2010). En cuanto al análisis de la biomasa, en primer lugar, las curvas que relacionan mandíbula/talla y talla/peso presentaron alta dispersión en sus datos, si se comparan con la bibliografía existente, en donde para la relación mandíbula/talla total se establecen correlaciones prácticamente lineales (Bello, 2016; Masero *et al* 1999). Estas diferencias se podrían explicar debido a la presencia de dos especies de poliquetos nereididos según la clasificación de sus mandíbulas como lisas o serradas: *Perinereis gualpensis* y *Perinereis vallata* (Bertrán, 1980). Estos dos tipos de mandíbulas también se encontraron en las fecas de *Limosa haemastica*. Para el caso de la determinación de la frecuencia de ocurrencia de estas mandíbulas en las muestras de fecas, ambos tipos se agruparon como poliquetos *Nereididae*. Sin embargo, para establecer las relaciones que permiten determinar biomasa a partir de estas mandíbulas encontradas, considerarlas como una especie, podría incorporar las diferencias en el crecimiento de ambos taxa, lo que no conduciría a un ajuste tan preciso del modelo que establece estas relaciones entre largo de mandíbula, talla y peso. De todas maneras, con los resultados obtenidos aplicado a valores reales se puede dar una buena estimación de la biomasa obtenida. Otro factor para considerar es la alta variabilidad del número de mandíbulas presentes en las fecas para ambas estaciones, pudiendo variar desde 1 hasta 30 mandíbulas.

Los resultados obtenidos en cuanto a la biomasa de poliquetos muestran una mayor cantidad en primavera, en comparación con invierno, pero no se establecieron diferencias significativas entre ambas estaciones. Si bien hay que tener en cuenta, el bajo número de muestras que se seleccionaron debido a que en invierno la presencia de restos de invertebrados es menor en comparación a la primavera, acotando el total muestral. De todas maneras, si bien no se observaron diferencias en la biomasa, si se observa una leve disminución de talla en las presas seleccionadas. Esto podría ser indicio de presiones intraespecíficas debido a la competencia por el alimento que se daría al momento de llegar la población migrante. También

se podría deber al efecto de menor selectividad, pero mayor consumo de biomasa en la dieta de la población que llega en primavera debido al proceso de la migración del neártico.

Los resultados observados en cuanto a la distancia de escape de *Limosa haemastica* frente a la aproximación de un observador no presentaron diferencias entre invierno y primavera como era lo que se esperaba, debido posiblemente al efecto de habituación que presentaría la población residente frente a la presencia humana. Vilugrón *et al* (2016) estudió las distancias de alerta y escape de diferentes especies de aves acuáticas en el humedal de la bahía Caulín, al norte de la Isla de Chiloé, donde *Limosa haemastica* presentó la menor distancia de escape dentro de las especies estudiadas. El valor de la distancia de escape media para *Limosa haemastica* fue de $18 \pm 2,7$ m, siendo similar con los resultados encontrados en este estudio, tanto para invierno como primavera. Esto podría indicar procesos de habituación frente a la presencia humana. De todas maneras, estos resultados se deben tomar con precaución debido al bajo número de muestras. Cestari (2011) indicó una disminución en el tiempo dedicado a la alimentación frente a la perturbación de humanos caminado por la playa, pero los zarapitos de pico recto no se movieron más en esta situación, explicándose esto por dos hipótesis: la tolerancia y habituación frente a la presencia humana, y por la mayor disponibilidad de presas en el lugar estudiado. Durante gran parte de la temporada reproductiva los zarapitos de pico recto pasan en lugares remotos del norte Canadá y el centro-sur y oeste de Alaska, por lo que estarían fuera de la mayoría de las perturbaciones humanas durante ese período (Senner, 2007). Esto podría significar que no identifican a los humanos como potenciales depredadores tolerando una aproximación más cercana (Frid & Dill 2002). Asimismo, Vilugrón *et al* (2016) demuestra una correlación entre la distancia de alerta y escape con la longitud corporal de las aves, siendo el zarapito de pico recto un ave de tamaño mediano y con las menores distancias de alerta y escape.

8. CONCLUSIONES

Existe una variación significativa entre las abundancias promedio de *Limosa haemastica* asociada a la estacionalidad, entre invierno y primavera. Esta población residente está integrada por algunos individuos que presentan plumaje nupcial, indicio de madurez sexual.

Los resultados del análisis de las fecas de *Limosa haemastica*, indican que esta especie se alimenta principalmente de invertebrados bentónicos. Dentro de los invertebrados bentónicos que componen su dieta, los poliquetos nereididos son las presas principales, y crustáceos y moluscos bivalvos como presas secundarias, tanto para la población residente como la población migrante de *Limosa haemastica*. Existen diferencias en el porcentaje de frecuencia de estos tipos de presas entre invierno y primavera, con un porcentaje mucho más alto de poliquetos nereididos con respecto a crustáceos y moluscos en primavera. En invierno, en cambio, los porcentajes de frecuencia entre poliquetos y crustáceos son más similares. Al comparar las biomásas de poliquetos nereididos en la dieta de *Limosa haemastica* entre invierno y primavera, los valores de primavera eran más altos, pero no se encontraron diferencias significativas.

Analizando las longitudes de las mandíbulas de poliquetos encontradas en las fecas, se observa una mayor selección de poliquetos con tamaño de mandíbulas entre 1 a 2 mm y una talla total entre 31 y 53 mm, siendo este rango de talla el más consumido por *Limosa haemastica*. Estos resultados indicarían la relación entre la depredación realizada por la población residente y migrante de *Limosa haemastica*, y la abundancia y estructura de tallas de poliquetos de la familia *Nereididae*. Esto explicaría que una disminución en la abundancia de poliquetos con las tallas seleccionadas de poliquetos en invierno provocaría una mayor presencia de presas secundarias en la dieta durante esta época.

El comportamiento ante la perturbación humana de los zarapitos de pico recto fue similar entre invierno y primavera. La distancia de escape frente a la aproximación humana

directa además de ser similar entre ambas estaciones, indicando que se produce habituación y tolerancia al efecto de personas caminando en el humedal, independiente de si son poblaciones que han realizado la migración al neártico o han permanecido en Chiloé durante el año. Por lo tanto, nuestros resultados indican que la hipótesis respecto a que existirían diferencias en la respuesta frente a la perturbación humana, entre poblaciones residente y migrantes no se cumple.

Las perspectivas para esta línea de investigación son amplias en la medida que falta información que permita caracterizar la población residente de *Limosa haemastica* y establecer posibles diferencias en su dieta en comparación con la población migrante. Sería de gran interés poder determinar que dinámicas son las causantes de que exista una población que no realice la migración de vuelta al hemisferio norte. Junto con esto sería interesante investigar como es el efecto que producen ambas poblaciones, la residente que permanece en Chiloé y la que llega en primavera, sobre la abundancia y las tallas en la población de los poliquetos nereididos, y como estas tres poblaciones se relacionan entre sí.

9. REFERENCIAS

- Andres, B. A., Johnson, J. A., Valenzuela, J., Morrison, R. G., Espinosa, L. A., & Ross, R. K. (2009).** Estimating eastern Pacific coast populations of Whimbrels and Hudsonian Godwits, with an emphasis on Chiloé Island, Chile. *Waterbirds*, 32(2), 216-224.
- Bello, N. A. (2016).** Efecto de la disponibilidad de macroinvertebrados bentónicos sobre la abundancia de aves playeras migradoras: el caso de *Limosa haemastica* (O.Charadriiformes) en la isla grande de Chiloé, Chile. Universidad Austral, Valdivia, Chile.
- Bertrán, C. 1980.** Análisis taxonómico de *Perinereis gualpensis* Jeldes y *Perinereis vallata* Grube (Annelida, Polychaeta) en el estuario del Río Lingue, Chile. *Stud. Neotrop. Fauna and Environ.* 15: 81-89.
- Cestari, C. (2011).** Foraging behavior of Hudsonian Godwit *Limosa haemastica* (Charadriiformes, Scolopacidae) in human-disturbed and undisturbed occasions in the Atlantic coast of Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 535-538.
- Cifuentes, S.L. (2007).** Efecto de la depredación/bioperturbación del flamenco chileno *Phoenicopterus chilensis* (Molina 1782) (*Phoenicopteridae*; *Ciconiformes*) y la variabilidad espacio temporal del macrobentos en una planicie intermareal de la Isla Grande de Chiloé, Sur de Chile. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile. p55.
- Conaf. Estrategia Nacional de Humedales (2000).** Comité Nacional de Humedales y Ramsar.
- Davidson, N. C., D. J. Townshend, M. W. Pienkowski, and J. R. Speakman. 1986.** Why do Curlews *Numenius* have decurved bills? *Bird Study* 33:61-69.

- Del Hoyo, J., Elliot, A., & Sargatal, J. (1992).** Handbook of the Birds of the World. Barcelona: Lynx Editions. Jutglar, Francesc.
- Espinosa, L., von Meyer, A. P., & Schlatter, R. P. (2006).** Status of the Hudsonian Godwit in Llanquihue and Chiloé provinces, southern Chile, during 1979-2005. Bulletin-Wader Study Group, 109, 77.
- Espoz, C., Ponce, A., Matus, R., Blank, O., Rozbaczylo, N., Sitters H.P., Rodriguez, S., Dey, A. & Niles, L.J. (2008).** Trophic ecology of the Red knot *Calidris canutus rufa* at Bahía Lomas, Tierra del Fuego Chile. Wader Study Group Bull. 115, 69-76.
- Frid, A. e Dill, L. (2002).** Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. Conserv. Ecol., 6:11-26.
- García-Walther, J., Senner, N.R., Norambuena, H.V., & F. Schmitt (2017).** Atlas de las aves playeras de Chile: Sitios importantes para su conservación. Universidad Santo Tomás. Santiago, Chile, 6-25.
- Häussermann, V., & Försterra, G. (2009).** Marine benthic fauna of Chilean Patagonia. Nature in Focus, Santiago.
- Hernández, M.A., Bala, L.O. & Musmeci, L.R. (2008).** Dieta de tres especies de aves playeras migratorias en Península Valdés, Patagonia Argentina. Ornitología Neotropical. 19, 605-611.
- Immelmann, K. and C. Beer (Eds.). 1989.** A dictionary of ethology. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Jaramillo, A., Burke, P., & Beadle, D. (2005).** Aves de Chile. Lynx Ediciones, Barcelona.
- Lizarralde, Z., Ferrari, S., Pittaluga, S., & Albrieu, C. (2010).** Seasonal abundance and trophic ecology of the Hudsonian Godwit (*Limosa haemastica*) at río Gallegos estuary (Patagonia, Argentina). Ornitologia Neotropical, 21, 283-294.

- Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971)**, 4a. edición. Gland (Suiza): Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006.
- Masero, J. A., Pérez-González, M., Basadre, M., & Otero-Saavedra, M. (1999).** Food supply for waders (Aves: Charadrii) in an estuarine area in the Bay of Cadiz (SW Iberian Peninsula). *Acta oecologica*, 20(4), 429-434.
- Morrison, R.I.G. & R.K. Ross. 1989.** Atlas of Nearctic shorebirds on the coast of South America, Vol. 2. Canadian Wildlife Service, Ottawa.
- Nisbet, I. C. T. (2000).** Disturbance, habituation, and management of waterbird colonies. *Waterbirds*, 23:312-332.
- Pérez-Vargas, A. D., Bernal, M., Delgadillo, C. S., González-Navarro, E. F., & Landaeta, M. F. (2016).** La distribución del alimento bentónico como predictor de la distribución espacial de playeros en un humedal de Chile central. *Revista de biología marina y oceanografía* 51(1), 147-159.
- Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022.** Ministerio del Medio Ambiente, 2018.
- Rozbaczylo, N., & Castilla, J. C. (1973).** El género *Perinereis* (Annelida, Polychaeta, Nereidae) en Chile. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 8(2), 215-232.
- Rozbaczylo, N., Moreno, R., & Díaz-Díaz, O. (2017).** Poliquetos bentónicos en Chile. 51-70. En: Díaz-Díaz, O., D. Bone, C.T. Rodríguez & V.H. Delgado-Blas (Eds.) 2017. Poliquetos de Sudamérica. Volumen especial del Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela, 149pp.
- Scheiffarth G. 2001.** The diet of Bar-tailed Godwits *Limosa lapponica* in the Wadden Sea: combining visual observations and faeces analyses. *Ardea* 89(3): 481-494.

- Schlatter, R., & Sielfeld, W. (2006).** Avifauna y mamíferos acuáticos de humedales en Chile. Cap 5. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Senner, N. R. (2012).** One species but two patterns: Populations of the Hudsonian Godwit (*Limosa haemastica*) differ in spring migration timing. *The Auk*, 129(4), 670-682.
- Senner, N.R. (2007).** Conservation Plan for the Hudsonian Godwit. Version 1.0. Manomet. Center for Conservation Science, Manomet, Massachusetts.
- Van de Kam, J., Ens, B., Piersma, T. & Zwarts, L. (2004).** Shorebirds an illustrated behavioural ecology. 2a. Ed. The Netherlands. p214.
- Victoriano, P. F., González, A. L., & Schlatter, R. (2006).** Estado de conocimiento de las aves de aguas continentales de Chile. *Gayana (Concepción)*, 70(1), 140-162.
- Vila, I. (2006).** Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Editorial Universitaria.
- Viligrón, J., Rau, J., & Encabo, E. (2016).** Comportamiento de aves y visitantes. Humedal de Caulín, Isla Grande de Chiloé – Chile. Neuquén: EDUCO - Universidad Nacional del Comahue.