

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



**“GRASA CORPORAL DEL PLAYERO SEMIPALMEADO (*Calidris pusilla*) DURANTE SU ESTADÍA NO REPRODUCTIVA EN LA BAHÍA DE PARACAS EN EL PERIODO OCTUBRE 2013-MARZO 2014”**

Presentada por:

**Andreina Méndez Alca**

**Tesis para Optar el Título Profesional de:**

**BIÓLOGO**

**LIMA-PERÚ**

**2016**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**“Grasa Corporal del Playero semipalmeado (*Calidris pusilla*) durante su estadía no reproductiva en la bahía de Paracas en el periodo octubre 2013-marzo 2014”**

Presentada por:

**Andreina Méndez Alca**

**Tesis para Optar el Título Profesional de:**

**BIÓLOGO**

**Sustentada y aprobada por el siguiente Jurado:**

---

Mg. Sc. Pedro Vásquez Ruesta  
PRESIDENTE

---

Biol. Liz Castañeda Córdova  
MIEMBRO

---

Mg. Sc. Claudia Caro Vera  
MIEMBRO

---

Dra. Marta Williams León de Castro  
PATROCINADORA

## DEDICATORIA

*Con todo mi amor y cariño para las personas que siempre me brindaron su apoyo y las herramientas necesarias para estudiar y formarme como bióloga.*

*A mis padres.*

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al jefe de la Reserva Nacional de Paracas (RNP) Steve Martin y a la bióloga Patricia Saravia por permitirme realizar mi proyecto de investigación en la RNP.

A Thomas Valqui jefe de la ong CORBIDI (Centro de Ornitología y Biodiversidad) por permitirme realizar mis prácticas pre-profesionales en el área de Ornitología y motivarme por el estudio de estas fantásticas especies. A todo el equipo del Programa de Anillamiento de Aves Playeras Migratorias (PAC) de CORBIDI: Fredy Polo, Enver Ortiz, Priscila Peiliser, Omar Custodio, Yaqueline Tenorio, Paulo Colchao, Oscar Portocarrero, Paloma Alcázar por su apoyo durante la ejecución de la fase de campo del proyecto. Además de todas las personas que de manera voluntaria participaron del PAC en las salidas a la RNP desde que se inició hasta el día de hoy. A la bióloga Eveling Tavera Fernandez por enseñarme todo con respecto a la biología de las aves playeras migratorias, el anillamiento de las aves y por toda la bibliografía enviada sobre las aves playeras migratorias..

A la Mg.Sc. Marta Williams, por la asesoría durante la redacción y sustentación de la tesis, por sus comentarios, orientaciones científicas y por la paciencia con mis múltiples preguntas.

A los miembros del jurado Pedro Vasquéz y Liz Castañeda por su tiempo y comentarios para la culminación de la tesis. A la profesora Claudia Caro, que a pesar que esta fuera del país me ayudo con la revisión de mi tesis para poder presentarla a tiempo.

Mi especial consideración al Bach. Ciencias Forestal Fredy Polo Villanueva por motivarme todos los días a terminar la tesis, por los incontables días en la sala tesis de la Biblioteca Agrícola Nacional (BAN) hasta las 8:30 pm redactando y por sus ideas que contribuyeron en la realización de la misma. A los encargados de la sala tesis de la BAN el Sr. Huarcaya y el Sr. Jaulis por su ayuda brindada al momento de solicitar una tesis.

A Marybel Torres por su colaboración con el material cartográfico. Al profesor Aldo Meza por su orientación en la aplicación de las pruebas estadísticas para el análisis de los datos.

A Qinti-empresa de turismo sostenible-los Pinos 156 Of 805, Miraflores página web [www.qinti.com](http://www.qinti.com) por la ayuda con la impresión de las tesis.

Finalmente, y no menos importante, al “Playero semipalmeado” por tolerar nuestro trabajo de campo y motivarnos con aspectos claves de su biología no reproductiva en la RNP, y a todas aquellas personas que de alguna manera han contribuido en el desarrollo de la presente tesis.

## ÍNDICE

	Página
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. RESERVA NACIONAL DE PARACAS .....	3
2.1.1. Descripción del lugar .....	3
2.1.2. Bahía de Paracas.....	4
2.2. PLAYERO SEMIPALMEADO .....	6
2.2.1. Posición Sistemática .....	6
2.2.2. Descripción .....	6
2.2.3. Distribución Geográfica.....	8
2.2.4. Alimentación .....	8
2.2.5. Tipos de Habitat .....	9
2.3. MIGRACIÓN .....	10
2.3.1. Definición.....	10
2.3.2. Tipos de Migración.....	11
2.3.3. Rutas Migratorias.....	11
2.3.4. Áreas de Parada en Perú .....	12
2.3.5. Reservas de Grasa y Masa Corporal .....	13
2.4. CONSERVACIÓN DE AVES PLAYERAS MIGRATORIAS .....	15
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	17
3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	17
3.2. METODOLOGÍA DE MUESTREO Y CAPTURA .....	18
3.3. COLECTA DE DATOS .....	19
3.4. ANÁLISIS DE DATOS .....	23
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	24
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	26
4.1. NÚMERO DE INDIVIDUOS .....	26
4.2. MASA CORPORAL .....	30
4.2.1. Individuos Juveniles .....	30

4.2.2	Individuos Adultos.....	31
4.3	MASA MÍNIMA REQUERIDA PARA LA MIGRACIÓN .....	34
4.3.1	Individuos Juveniles .....	35
4.3.2	Individuos Adultos.....	36
4.4	GRASA CORPORAL ESTIMADA .....	39
4.4.1	Individuos Juveniles .....	40
4.4.2	Individuos Adultos.....	42
4.4.3	Análisis Estadístico del Porcentaje de Grasa Corporal .....	45
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>52</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>63</b>

Tabla 1. Sitios importantes en Perú del Playero semipalmado .....	13
Tabla 2. FECHAS, Y SALIDAS DE CAMPO-TEMPORADA NO REPRODUCTIVA 2013-2014 .....	19
Tabla 3. Periodos de evaluación durante la estadía no reproductiva 2013-2014-bahía de Paracas .....	24
Tabla 4. Número de individuos capturados del Playero semipalmado por mes de muestreo-playa la Aguada .....	28
Tabla 5. Masa corporal promedio de juveniles de <i>C. pusilla</i> y valores máximos y mínimos (g.) .....	31
Tabla 6. Masa corporal promedio de adultos de <i>C. pusilla</i> y valores máximos y mínimos (g.) .....	33
Tabla 7. Cantidad y porcentaje de juveniles de <i>Calidris pusilla</i> que presentaron una masa mayor y/o igual a 25 g. ....	36
Tabla 8. Cantidad y porcentaje de juveniles de <i>Calidris pusilla</i> que presentaron una masa mayor y/o igual a 25 g. ....	38
Tabla 9. GRASA CORPORAL PROMEDIO POR PERIODOS DE EVALUACIÓN EN JUVENILES DEL PLAYERO SEMIPALMEADO.....	42
Tabla 10. Promedio de la grasa corporal y su variación mensual (g.) de juveniles del Playero semipalmado .....	43
Tabla 11. Grasa corporal promedio por periodos de evaluación en adultos del Playero semipalmado .....	45
Tabla 12. Promedio de la grasa corporal y su variación mensual (g.)de adultos del Playero semipalmado .....	45
Tabla 13. Análisis de la variación de la grasa corporal entre adultos y juveniles por periodo de evaluación 2013-2014 en la playa la Aguada .....	49

*Lista de figuras*

	Página
Figura 1. Mapa de la Reserva Nacional de Paracas y bahía de Paracas.....	5
Figura 2. El Playero semipalmeado, <i>Calidris pusilla</i> con plumaje básico en playa la Aguada-bahía de Paracas.....	7
Figura 3. Mapa de la zona de estudio-playa La Aguada .....	18
Figura 4. Anillamiento del Playero semipalmeado-playa la Aguada.....	21
Figura 5. Playero semipalmeado marcado con bandera-playa la Aguada .....	22
Figura 6. Toma de la longitud del culmen del Playero semipalmeado-playa la Aguada .....	23
Figura 7. Toma de la longitud del ala plana del Playero semipalmeado-playa la Aguada.....	23
Figura 8. Porcentaje de individuos adultos y juveniles capturados del Playero semipalmeado-playa la Aguada .....	27
Figura 9. Variación del número de individuos capturados del Playero semipalmeado.....	28
Figura 10. Variación de la masa corporal de juveniles de <i>Calidris pusilla</i> durante su estadía no reproductiva 2013-2014 .....	32
Figura 11. Variación de la masa corporal de adultos de <i>Calidris pusilla</i> durante su estadía no reproductiva 2013-2014.....	33
Figura 12. Porcentaje de juveniles de <i>C. pusilla</i> aptos y no aptos para migrar .....	37
Figura 13. Porcentaje de adultos de <i>C. pusilla</i> aptos y no aptos para migrar .....	38
Figura 14. Variación del promedio de la grasa corporal mensual de individuos juveniles de <i>C. pusilla</i> .....	44
Figura 15. Variación del promedio de la grasa corporal mensual de individuos adultos de <i>C. pusilla</i> .....	46
Figura 16. Evolución temporal (por periodos) del porcentaje de grasa corporal entre adultos y juveniles-playa la Aguada .....	50



## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la playa la Aguada en la bahía de Paracas, al interior de la Reserva Nacional de Paracas, con el objetivo de determinar si dicha área constituye un lugar de importancia para el incremento de la masa corporal y la acumulación de la grasa corporal para el Playero semipalmeado, *Calidris pusilla* durante los meses de octubre del 2013 a marzo del 2014. Los meses de evaluación se dividieron en los siguientes periodos: llegada (octubre-noviembre), medio (diciembre-enero) y pre-migratorio (febrero-marzo). Se capturaron, marcaron y tomaron medidas biométricas de 1193 individuos de *Calidris pusilla*, 856 de estos adultos y 337 juveniles. Se comparó la variación de la masa corporal de adultos y juveniles capturados, considerando que los individuos que presentaron una masa mínima requerida ( $\geq 25$  g.) se encontraban listos para realizar la migración a sus áreas de reproducción. Se estimó el porcentaje de grasa corporal utilizando la ecuación propuesta por Page y Middleton (1972). Además se comparó la grasa corporal entre periodos utilizando la prueba estadística de Kruskal-Wallis y analizó la fluctuación de la grasa corporal por grupo de individuos utilizando la prueba estadística Mann-Whitney. El porcentaje de grasa corporal de adultos y juveniles fue mayor en el periodo pre- migratorio con 90 % de adultos con una masa mínima requerida en dicho periodo por lo que, tenían las condiciones energéticas para realizar la migración de manera óptima. Se encontraron diferencias significativas del porcentaje de grasa corporal entre adultos y juveniles sólo en el periodo pre-migratorio. Se puede concluir que la Reserva Nacional de Paracas es un lugar importante como área de alimentación para el Playero semipalmeado, *Calidris pusilla*, ya que permite el incremento de masa corporal y acumulación de grasa necesaria para migrar durante su estadía no reproductiva.

**Palabras claves:** masa corporal, grasa corporal, *Calidris pusilla*, biometría, bahía de Paracas

## ABSTRACT

The study was conducted at the beach La Aguada at the bay of Paracas in The Nature Reserve of Paracas in order to determine if that place is important to gain body mass and body fat deposition by the Semipalmated sandpiper, *Calidris pusilla*, from october 2013 to march 2014. The months of evaluation were divided in to three periods: arrival (october-november), middle (december-january) and pre-migration (february-march). During field work, were trapped, marked, and described biometric measurements of 1193 individuals of *Calidris pusilla*, 856 adults and 337 juveniles. Then, adult and juvenile average body mass was determined and the percentage of individuals with the minimum body mass required to migrate (>25 g.) was identified. Furthermore body fat percentage was estimated by the Page and Middleton (1972) equation. Body fat fluctuations in each period were compared and analyzed by means of Kruskal-Wallis and Mann-Whitney. It was found out that: 90 per cent of the adults obtained a minimum mass required in the pre-migration period so that they could a optimally perform migration; the body fat of adults and juveniles were higher in the pre-migration period and significant differences in the percentage of body fat between adults and juveniles was found in the last period only in the pre-migration period. It can be concluded that the Paracas National Reserve is an important place as a feeding area for the Semipalmated sandpiper *Calidris pusilla*, allowing increased body mass and fat needed to migrate during their non-breeding stay.

**Key words: Body mass, body fat, *Calidris pusilla*, biometric, bay of Paracas**

## I. INTRODUCCIÓN

Las aves playeras migratorias poseen rasgos biológicos particulares que las convierten en un grupo sumamente interesante y destacado entre el resto de las aves, siendo el Playero semipalmeado, *Calidris pusilla* (Linnaeus, 1766) una de ellas. Esta especie de ave se caracteriza por realizar migraciones de larga distancia, de 3 000 hasta 4 000 km (Gratto-Trevor, 1992). Para lo cual, debe incrementar su masa corporal siendo fundamental el almacenamiento de grasa y proteínas las cuales le proveen de energía suficiente para poder realizar los vuelos migratorios desde su lugar de reproducción hasta las áreas de estadía no reproductiva o “áreas de invernada” (McNeil y Cadieux, 1972). Dichas áreas sirven como refugio y sitios de alimentación no solo para las aves playeras migratorias sino también para las aves residentes (Torres, 2006).

El área más austral y de mayor importancia en los aspectos migratorios de la costa del Perú es la Reserva Nacional de Paracas (RNP). Debido que alberga una gran cantidad de individuos (>2,500) de Playero semipalmeado durante su estadía no reproductiva (Senner y Angulo, 2014). Es por ello, que estudios que se realicen sobre la dinámica de las comunidades de aves migratorias, permitirá entender cómo estas variables se interrelacionan con las aves; y así tomar mejores decisiones en lo pertinente a su conservación.

Ante lo expuesto, el presente estudio estimará el porcentaje de grasa corporal que logran acumular los individuos de *Calidris pusilla* en la playa La Aguada ubicada en la bahía de Paracas, dentro de la RNP durante su estadía no reproductiva, con el objetivo de determinar la importancia de esta zona en sus movimientos migratorios, además de establecer diferencias en cuanto a su masa y grasa corporal entre los individuos adultos y juveniles.

El estudio plantea la siguiente pregunta: ¿la RNP constituye un lugar importante para la ganancia de masa y acumulación de grasa corporal para el *Calidris pusilla*? De ser así, se esperará encontrar como resultado de la investigación que el Playero semipalmado logre alcanzar una masa corporal necesaria para realizar de manera óptima el vuelo migratorio al hemisferio norte.

En forma más específica, el presente proyecto de investigación plantea comparar la masa corporal de adultos y juveniles del Playero semipalmado, determinar el porcentaje de individuos que logran alcanzar una masa corporal igual y/o mayor a 25g., estimar el porcentaje de grasa corporal tanto en adultos como juveniles, y por último, determinar si existe variación temporal del porcentaje de grasa corporal de individuos adultos y juveniles durante su estadía en la RNP entre los meses de octubre 2013 a marzo 2014.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1.RESERVA NACIONAL DE PARACAS**

#### **2.1.1. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR**

La Reserva Nacional de Paracas (RNP) se localiza en el departamento de Ica, provincia de Pisco e Ica, entre los paralelos  $13^{\circ} 47'$  y  $14^{\circ} 26'$  Lat. Sur y  $76^{\circ} 00'$  y  $76^{\circ} 30'$  Long. Oeste (INRENA, 2002; Figura 1).

Fue creada el 25 de setiembre de 1975 mediante el Decreto Supremo N<sup>o</sup> 1285-75 AG. El objetivo general que tiene esta Área Natural Protegida, según el plan maestro de la RNP, es la conservación y uso sostenible de una muestra representativa de los paisajes funcionales y la diversidad biológica de las ecorregiones del Mar Frío de la corriente peruana o de Humboldt y del Desierto Costero (INRENA, 2002).

Presenta una extensión total de 335,000 ha, de las cuales 117,406 ha (35%) corresponde a tierra firme e islas y 217,594 ha (65%) a aguas marinas. El clima es propio del desierto cálido marítimo, es decir no existe gran diferencia entre la temperatura media del mes más caluroso (febrero) y el mes más frío (agosto). La precipitación promedio anual no llega a los 2 mm (Amorós, 2009). Las características mareales son descritas por Laos (2002) quien observa que las mareas son del tipo semi-diurno, es decir que se presentan dos pleamares o marea alta y dos bajamares o marea baja en un día mareal (24 horas 50 minutos).

El área marina de Paracas, rica en nutrientes, sustenta una alta biomasa, por lo que constituye un lugar de particular importancia para la alimentación y reproducción de numerosas especies marinas residentes y migratorias (Pulido et al., 1992). La RNP alberga más de 20 especies de aves playeras migratorias, siendo las familias Charadriidae, Laridae y Scolopacidae las que presentan el mayor número de individuos (Saravia, 2007).

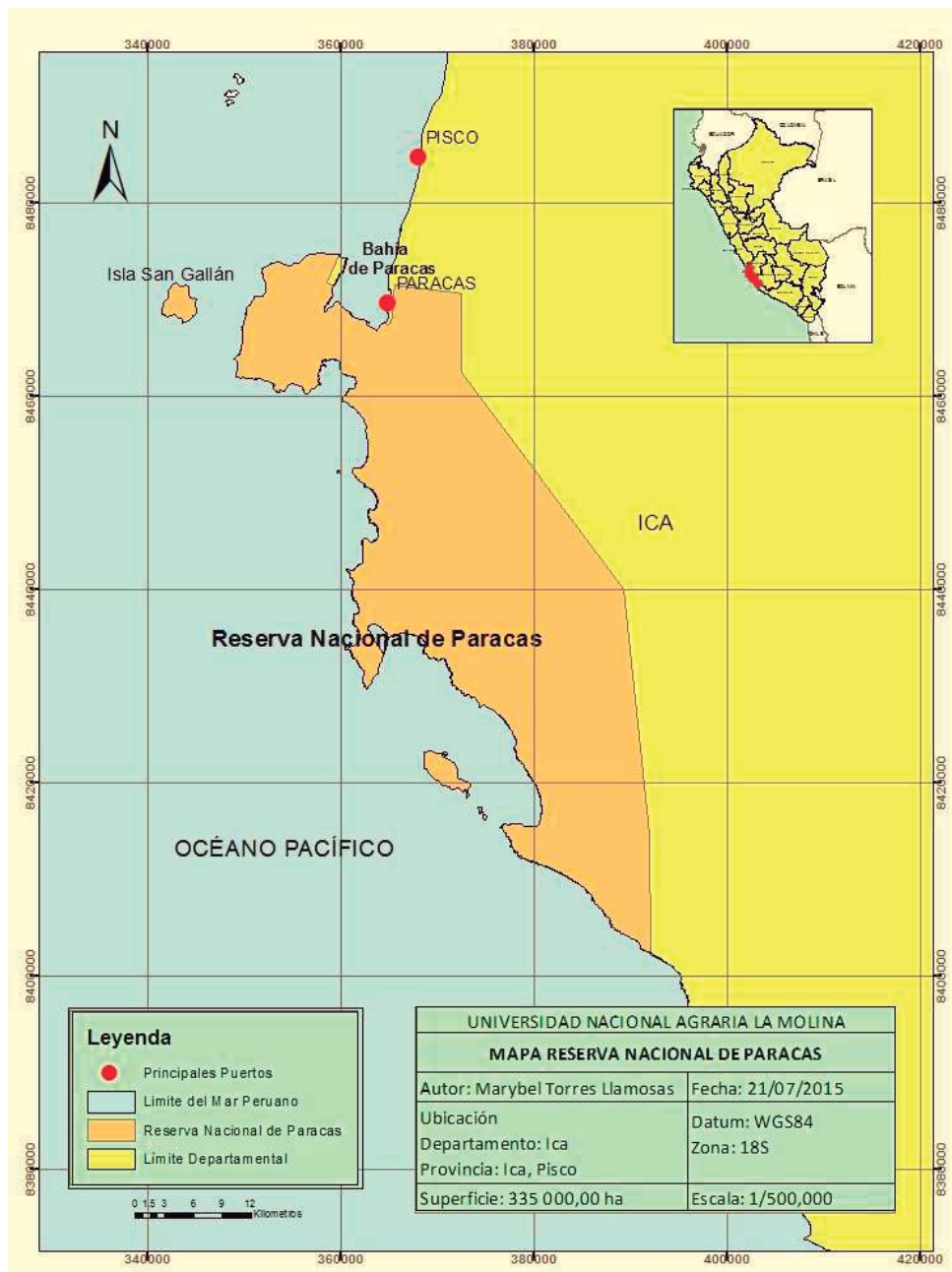
Desde 1991, ha sido incluida en la Red Hemisférica de Reserva para Aves Playeras como Reserva Regional y fue reconocida como sitio Ramsar el 30 de Marzo de 1992. La convención Ramsar es un tratado intergubernamental que sirve para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. Está conformada por los países y organizaciones no gubernamentales que se preocupan por la creciente pérdida y amenazas de estos ecosistemas (RAMSAR, 2010). El principal objetivo de la convención Ramsar es « detener la progresiva fragmentación y pérdida de humedales en el presente y en el futuro» (Pulido y Ponce, 1998:65).

### **2.1.2. BAHÍA DE PARACAS**

La Bahía de Paracas ( $13^{\circ} 46' - 13^{\circ} 52' S$ ;  $76^{\circ} 15' - 76^{\circ} 18' W$ ) está ubicada en la parte norte de la península de Paracas e incluye la ensenada entre la playa del pueblo de Paracas, pasando frente al museo de sitio, El Cequiión hasta el pueblo San Martín.

Es un área bastante grande que contiene playa arenosa, marismas intermareales y aguas poco profundas. Es considerada una Zona de Protección Estricta, según la zonificación del Plan Maestro de la Reserva Nacional Paracas vigente. Además, es un ambiente geográfico donde concluyen diversas actividades humanas: industriales, turísticas, pesqueras, acuícolas y portuarias; toda el área tiene aproximadamente unas 300 hectáreas (Senner y Angulo, 2014).

Su borde costero se caracteriza por la presencia de humedales reconocidos por RAMSAR, considerado como parte de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (Senner y Angulo, 2015). Según Cayo (1994) es notoria la predilección que tienen las especies de aves para alimentarse por las orillas de materia orgánica y la Bahía de Paracas presenta este tipo de hábitat.



**Figura 1. Mapa de la Reserva Nacional de Paracas y la bahía de Paracas**

## **2.2. PLAYERO SEMIPALMEADO**

### **2.2.1. POSICIÓN SISTEMÁTICA**

REINO:	Animalia
PHYLUM:	Chordata
CLASE:	Aves
ORDEN:	Charadriiformes
FAMILIA:	Scolopacidae
GÉNERO:	Calidris
ESPECIE:	<i>Calidris pusilla</i> (Linnaeus, 1766)

Nombre común: Playerito enano (Arg), Correlimos Semipalmeado, Playerito escudado, Playerito semipalmeado (Esp), Alzacolita semipalmeada (HN), Semipalmated sandpiper (Eng).

### **2.2.2. DESCRIPCIÓN**

Es un ave pequeña de patas negras, pico corto y negro; de color marrón opaco por encima y en el pecho; y con el vientre blanco (Senner y Angulo, 2014). Presenta un tamaño entre 13-15 cm. y un peso promedio de 15-36 g. (Fig. 2). No se observa dimorfismo sexual, pero las hembras son ligeramente más grandes, especialmente en el tamaño del culmen (Hayman et al., 1986). Cuentan con un plumaje básico (no reproductivo) y otro alterno (reproductivo), el cual es fundamental en las áreas reproductivas del Ártico y es una manifestación de la condición del ave sujeta a la selección sexual (Tavera, 2013).



El Playero semipalmeado realiza viajes de larga distancia y se encuentra principalmente restringido al Hemisferio Occidental, nidifica en la parte baja y media del Ártico y en el sub-Ártico del Neártico e inverna principalmente en las costas del norte de Suramérica (Hicklin y Gratto-Trevor, 2010). Se reproduce desde el extremo noreste de Siberia en la península de Chukchi (Federación de Rusia), a lo largo de la costa norte de Alasca (EEUU) hacia el este y el norte de Quebec, el centro de la isla de Baffin y norte de Labrador (Canadá) (Chandler, 2009).

En la temporada no reproductiva la especie utiliza estuarios costeros a lo largo de la costa del Pacífico desde México hasta Perú, y en la costa Atlántica en la península de Yucatán y las Antillas hacia el sur, hasta el centro de Argentina. Sus concentraciones principales ocurren a lo largo de la costa de Guyana, Guyana Francesa, Surinam y el norte de Brasil (Hicklin y Gratto-Trevor, 2010; BirdLife Internacional, 2014).

Arriba en las áreas reproductivas del Ártico a comienzos de mayo hasta inicios de junio (Gratto-Trevor et al., 2012), las aves se aparean de forma monógama y comparten la incubación que dura entre 19 a 21 días (Hicklin y Gratto-Trevor, 2010). Los intentos reproductivos de las hembras ocurren mayormente hasta que cumplen los dos años de edad, mientras que en los machos puede variar desde un año hasta los cuatro años (Gratto-Trevor, 1988).



**Figura 2. Playero semipalmeado, *Calidris pusilla* con plumaje básico en playa La Aguada-bahía de Paracas**

### **2.2.3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

No hay subespecies reconocidas, pero existe estructura genética poblacional diferenciada según estudios de ADN mitocondrial en siete poblaciones de Norteamérica (Miller et al., 2013). También se ha reconocido una clina (cambio gradual de rasgos fenotípicos) geográfica en el tamaño de los picos de este a oeste, donde las aves que se reproducen en el este son en promedio más grandes que del lado oeste; y existe evidencia de separación de estas dos poblaciones reproductivas durante la migración (Gratto-Trevor et al., 2012).

Consecuentemente la mayoría de los autores distinguen entre sub-poblaciones reproductivas del oriente (Ártico canadiense oriental), central (Ártico canadiense occidental) y occidental (Alasca). Las aves que invernan en el norte de Suramérica, donde la especie es encontrada en mayor abundancia durante la época no-reproductiva, parecen ser mayormente una combinación de las subpoblaciones centrales y orientales (Andres et al., 2012).

Un estudio realizado por Tavera (2013) determinó la confluencia de dos poblaciones de *C. pusilla* diferenciados por la longitud del culmen en el total de los individuos: una población de culmen corto (media=17.63mm) y una población de culmen largo (media=20.03mm). Estas medias del largo del culmen coinciden dentro de los valores asignados para la población del Oeste del Ártico (culmen corto <19.1 mm) y del Este del Ártico (culmen largo >19.1 mm) respectivamente (Gratto-Trevor et al., 2012).

Por otro lado, las aves que se originan de oeste a este dentro de su rango de distribución reproductivo pasan una fase de su periodo migratorio alimentándose en la bahía de Fundy antes de realizar un viaje sin parar a las áreas de estadía no reproductiva en las costas del norte de Suramérica (Hicklin y Chardine, 2012).

### **2.2.4. ALIMENTACIÓN**

El Playero semipalmado es un ave que depende directamente de los ambientes costeros, ya que son éstos los que le proveen su alimento. Las orillas de mar y las zonas fangosas son los lugares ideales para su alimentación; mientras que técnicas de forrajeo, tiempo de alimentación y contenido estomacal, son puntos clave en las investigaciones para determinar sus hábitos de alimentación (Torres, 2006).

De acuerdo a las características morfológicas de cada familia del orden Charadriiforme, éstas presentan diferentes técnicas de captura de presas. Estudios realizados por Barbosa y Moreno (1999) concluyen que el aumento en la longitud del pico está relacionado con el cambio evolutivo en el forrajeo, es así, que las estrategias de caza visual han evolucionado hacia una estrategia de caza táctil.

Esto se aprecia claramente en la familia Scolopacidae, la misma que presenta una mayor evolución en técnicas de forrajeo. Barbosa y Moreno (1999) observaron también que el comportamiento de alimentación varía dentro de las especies entre localidades, algunas de las causas, son la abundancia y tamaño de presa, al igual que el tipo de sustrato.

Uno de los puntos más importantes en la alimentación de las aves playeras consiste en conocer su dieta, es así, que a partir de la década de los 80, numerosos estudios se han llevado a cabo con el propósito de esclarecer este punto. Sin embargo, el principal problema que se presentó fue la rápida digestión que estas aves presentan. Ejemplo de ello es que después de diez minutos de ingestión, tan solo el 40% del alimento puede ser reconocido, mientras que después de una hora, solo el 4% de larvas de insectos pueden ser identificadas. Los análisis establecen una dieta principalmente de origen animal y la mayor presencia de larvas de la familia Chironomidae (Rundle, 1982).

#### **2.2.5. TIPOS DE HABITAT**

El Playero semipalmeado presenta tres tipos de hábitats los cuales forman parte de su ciclo de vida.

**Área de reproducción:** anidan sobre áreas de juncos húmedos y tundra rasa, mayormente cerca de charcos de agua, ríos y lagos (del Hoyo et al., 1996).

**Área no reproductiva:** se restringen a los hábitats costeros, principalmente se les encuentra a lo largo de playas, favoreciendo playas arenosas, manglares, áreas lodosas compactas o duras y planos lodosos intermareales, a veces también en lagunas someras y marismas (del Hoyo et al., 1996; Morrison et al., 2012).

**Sitios de parada:** durante la migración las especies visitan planos intermareales lodosos, estuarios, playas arenosas y humedales del interior (Hicklin y Gratto-Trevor, 2010). Durante

la migración pueden alimentarse de pequeños invertebrados marinos y terrestres, entre los que se encuentran los huevos del cangrejo de herradura americano *Limulus polyphemus* (del Hoyo et al., 1996).

## **2.3. MIGRACIÓN**

### **2.3.1. DEFINICIÓN**

El comportamiento migratorio se ha diversificado en numerosos seres vivos, pero en las aves donde ha adquirido su máxima expresión. En un sentido amplio, la migración aviar se define como el movimiento periódico de individuos entre un sitio, áreas de reproducción, y otro, áreas de estadía no reproductiva o sitios de parada (Pettracci et al., 2005).

Dingle (1996:189) propone que el comportamiento migratorio es <<un movimiento persistente y directo llevado a cabo por los esfuerzos locomotores propios de un animal o por su embarque activo en un vehículo. Depende de alguna inhibición temporal de las respuestas propias del mantenimiento de un territorio, pero promueve su recurrencia y desinhibición eventual>>.

Naranjo (2004:190) define la migración de las aves como <<el cambio en la distribución geográfica de una especie, que involucra el desplazamiento de ida y regreso entre su sitio de reproducción y otra localidad, de manera cíclica, en épocas relativamente constantes>>.

Por último, Bort (s/f:10) indica que << La migración es un fenómeno instintivo, donde se producen unos mecanismos neurofisiológicos adquiridos por un largo proceso de selección natural, que se transmiten hereditariamente. Estos mecanismos son estimulados por factores como el fotoperiodo entre otros>>.

En conclusión, las migraciones suponen cambios fisiológicos y de comportamiento en las especies de aves, las cuales le permitan sobrellevar las adversidades de tan largo viaje, desde sus áreas de reproducción hasta las áreas de estadía no reproductiva, mediante la alteración de sus hábitos alimenticios, el almacenamiento de depósitos en forma de grasa y el uso eficiente de dichos depósitos (Ocampo-Pañuela, 2010).

### 2.3.2. TIPOS DE MIGRACIÓN

Como fenómeno biológico, los tipos de migración se definen en función de ciertas características: la etapa del ciclo de vida del animal, la dirección de su jornada (cíclica o unidireccional), la temporalidad y la orientación geográfica (MAVDT y WWF, 2009). Para las aves se describen tres tipos generales de migración:

**Migración vertical:** Desplazamiento altitudinal dentro de una misma región, generalmente en respuesta a la disponibilidad estacional de recursos.

**Migración horizontal:** Desplazamiento dentro de un cinturón latitudinal, en respuesta a la disponibilidad de hábitat o a la presencia de recursos abundantes en parches específicos.

**Migración latitudinal:** Movimiento estacional entre continentes o al menos con un cambio significativo en latitud.

Para el presente estudio, vamos hacer mayor énfasis durante parte del documento a la migración latitudinal, por ser el tipo de migración que realiza la especie *Calidris pusilla*.

### 2.3.3. RUTAS MIGRATORIAS

Anualmente, la mayoría de las aves de orilla realizan largos viajes. Para la mayoría de aves playeras migratorias existen dos periodos bien diferenciados de migración: la migración de otoño que comienza en julio, donde las aves se dirigen al sur a los hábitat de humedales, pastizales y mareas repartidos a lo largo de Centro y Suramérica; y la migración de primavera que ocurre a fines de marzo e inicios de mayo, y las aves vuelan rumbo al norte a los hábitats del Ártico (Watts, 1989; Stiles y Skutch, 1991).

Trabajos de anillamiento, han permitido obtener mayor información de las rutas migratorias seguidas por estas aves. Myers et al. (1990), después de numerosos estudios logró describir al menos tres rutas usadas por los chorlitos y playeros. Las aves que pasan la estación no reproductiva en la costa oeste de Norteamérica, migrando hacia el norte y sur siguiendo la ruta de la costa del Pacífico.

Así también, las aves que habitan la costa atlántica de Suramérica aparentemente migran hacia el norte y sur, a través de la costa Atlántica de Norteamérica. Y las aves que habitan las costas del Perú y Chile, migran hacia el norte principalmente por la costa del Pacífico y por el centro

de Norteamérica, pero cuando regresan en sus migraciones hacia el sur, lo hacen a través del centro y la costa Atlántica de Norteamérica.

En el caso de *Calidris pusilla*, los juveniles parecen usar distintas rutas migratorias en comparación con los adultos. Por ejemplo un gran número de juveniles tienden a migrar hacia el sur a través de la costa Atlántica y son recuperados en el Caribe, lo que sugiere capacidades de vuelo menores o estrategias anti predadoras durante la migración (Morrison, 1984). Para Gratto-Trevor y Dickson (1994) también encontraron que las aves adultas de la región occidental migran más lejos y más hacia el oeste y hacia el este en los territorios de invierno de Suramérica en comparación con los juveniles.

#### **2.3.4. ÁREAS DE PARADA EN PERÚ**

Las aves playeras migratorias son un componente importante de la biodiversidad de avifauna en el Perú. Dichas aves exhiben masivas migraciones de larga distancia y la tendencia a concentrarse en grandes números en determinados humedales y orillas de playa, los hace sumamente vulnerables (Pulido, 2003).

Pueden ser encontrados en diversos hábitats costeros en el Perú como humedales de aguas poco profundas, pastizales inundados, playas arenosas y marismas intermareales. Los sitios de mayor importancia se mencionan en la Tabla 1.

**Tabla 1: Sitios importantes en Perú del Playero semipalmado**

<b>Sitio</b>	<b>Estimado</b>	<b>% Población</b>
Humedales de Pisco	6, 209	15,2
Faclo Grande	4, 357	10,6
Manglares de Tumbes	2, 564	6,26
Laguna de Mejía	1, 197	2,92

FUENTE: Senner y Angulo, 2014

De esta manera, las aves migratorias dependen de los diferentes humedales que se encuentran a lo largo de sus rutas migratorias; pues estos son utilizados como áreas de parada por periodos cortos (Blanco, 2000) o también durante periodos más largos como es el caso de la RNP en Pisco (Morrison, 1975; Johnston et al., 1989; Piersma y Jukema, 1993).

Vemos entonces que estos humedales son imprescindibles para que puedan completar con éxito su viaje y para lograr superar semejantes distancias es necesario tener una condición física óptima como el buen estado de conservación de los sitios de alimentación y descanso (Petracci et al., 2005).

### **2.3.5. RESERVAS DE GRASA Y MASA CORPORAL**

La grasa corporal es considerada la primera fuente de reserva energética para las aves, ya que dependen de éstas para poder realizar los vuelos migratorios (King y Farner, 1963; Odum, 1965; Johnston, 1966). Para el caso de la especie *Calidris pusilla* se conoce que pueden ser capaces de realizar vuelos sin parar de 3, 000 km a 4, 000 km (Gratto-Trevor, 1992; Piersma

et al., 1999). Por lo tanto, la información sobre el contenido de grasa que acumulan en las áreas de paradas es importante para entender las estrategias de migración de las diferentes especies de aves (Meissner, 1996; Lindstrom et al., 2002; Wichmann et al., 2004).

Para la obtención de las reservas de grasa, las aves migratorias alteran sus ritmos alimenticios, siendo un fenómeno llamado hiperfagia, el cual incita a las aves a alimentarse en exceso hasta que sus reservas de grasa pasen del 3-4% al 40% sobre su peso total. Esta grasa es almacenada en la espalda, cuello y bajo las alas (Gill, 1995; Fierro, 2009).

Los almacenamientos de grasa también son importantes para la reproducción del ave (Esler y Grand, 1994), su supervivencia (Morrison et al. 2007) e influye en el riesgo de depredación del ave (Macleod et al., 2005; Cimprich y Moore, 2006). Este último se explica debido a que el aumento de peso conlleva a mayores costos de vuelo, considerando que cuanto mayor es el equipaje que lleva el ave menor la maniobrabilidad de vuelo (Pérez-Tris, 1999).

Por otro lado, la masa corporal es la cantidad de materia que presenta el cuerpo del ave. Este parámetro es una de las variables morfométricas más importantes ya que es considerado muy útil e indispensable para los estudios filogenéticos (Garrido y Reynard, 1998), fisiológicos (Chávez-Zichinelli et al., 2013), morfológicos y ecológicos de las aves (Ydenberg et al., 2010).

Además es un factor esencial para poder entender los patrones de migración. Cada patrón de aumento de la masa corporal en estas aves representa una estrategia de supervivencia diferente, vuelos cortos con varios puntos de parada para alimentarse o vuelos de larga distancia con algunas áreas de parada a lo largo de su ruta migratoria (Zwarts et al., 1990). Por ejemplo, un ave de unos 60 gramos puede volar más de 14000 kilómetros en una sola dirección desde el sitio de reproducción hasta áreas no reproductivas al otro lado del planeta, en busca de mejores condiciones para obtener alimento (Canevari et al., 2001).

Para poder estimar y/o determinar las reservas de grasa corporal así como el rango de vuelo de algunas aves migratorias se pueden emplear las ecuaciones propuestas por McNeil y Cadieux (1972), las cuales incluyen los parámetros de masa corporal y longitud del ala plana. A partir de estas ecuaciones, Antas y Nascimento (1990) establecieron una masa corporal mínima del Playero semipalmado para que pueda migrar a sus áreas de reproducción de manera óptima; la cual debe ser mayor y/o igual a 25 gramos.



Un estudio realizado en Brasil, en el estado de Pernambuco por Fedrizzi et al. (2004) determinaron que todos los individuos adultos capturados presentaban una masa corporal  $\geq 25$  g. por lo tanto, se les considera los más óptimos para poder realizar la migración de primavera.

Por último, en el caso del Playero semipalmado, la variación de su masa corporal está fuertemente relacionada con la cantidad de reservas de grasa que van acumulando, por consiguiente cambios en la masa reflejan cambios en los niveles de grasa (Page y Middleton, 1972).

#### **2.4. CONSERVACIÓN DE AVES PLAYERAS MIGRATORIAS**

Como se mencionó anteriormente, la RNP es considerada un sitio RAMSAR, por lo tanto, permite la estancia de una gran variedad de especies y da refugio temporal a muchas aves migratorias, provenientes del hemisferio norte, zonas alto andinas y otras regiones del país (Núñez, 1999).

Así, a pesar de que el Perú es de vital importancia para el ciclo de vida de las aves playeras, el hábitat necesario para la supervivencia de estas aves se encuentra cada vez más amenazado, debido al desarrollo urbano y comercial, a la contaminación y a la simple perturbación por acoso y persecución (Senner y Angulo, 2014).

Investigaciones realizadas con aves migratorias, han permitido determinar la existencia de cuatro características que convierten a estas especies en altamente vulnerables a extinciones, las cuales se mencionan a continuación (Castro y Myers, 1987):

- La reproducción de las aves migratorias de orilla, está limitada al corto periodo del verano Ártico, y la puesta de huevos raramente excede los cuatro huevos. Lo que implica que la supervivencia de los adultos debe ser relativamente alta.
- Las aves migratorias de orilla migran a lo largo de varios frentes, y utilizan áreas reducidas de descanso, en donde se concentran para acumular grasa y poder continuar con la migración.
- Para completar la migración, algunas veces éstas utilizan más de una de las áreas, en forma secuencial, de tal manera, que se acepta que las rutas migratorias son

relativamente fijas. La desaparición o alteración de una sola de estas áreas puede ser catastrófica para la población.

- Las aves de orilla utilizan los mismos hábitats que el ser humano, tales como playas, lagunas, etc. Como consecuencia de ello, la desaparición de estos hábitats ocurre aceleradamente, lo que ocasiona que las aves puedan extinguirse con gran facilidad.

Así mismo, diversos estudios han comprobado que las aves migratorias regresan anualmente a los mismos sitios de parada y de estadía no reproductiva durante los desplazamientos migratorios (Canevari et al., 2001). Dicha tasa de retorno anual está estrechamente relacionada con sus niveles de grasa corporal al momento de su partida (Pfiester et al., 1998). Un ejemplo de ello, son el número de recapturas obtenidas de individuos de *Calidris pusilla*, los cuales fueron anillados en la temporada anterior (2012-2013), por lo que se puede comprobar la fidelidad de sitio que presentan éstas aves playeras migratorias por la Reserva Nacional de Paracas.

Por lo anteriormente mencionado, el presente estudio busca promover la investigación científica y generar mayor información sobre el comportamiento de las aves playeras migratorias, la ecología de la playa La Aguada y la importancia de éstos para las especies de aves playeras tanto migratorias como residentes. Dado que, no solo se requiere de una condición óptima para poder realizar los vuelos de larga distancias, además de eso, encontrar los sitios de alimentación y de descanso en un buen estado de conservación (González, 2007).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en la Bahía de Paracas, ubicando los puntos de muestreo en playa La Aguada entre los paralelos  $13^{\circ} 47' 48.5''$  S y  $13^{\circ} 51' 58''$  W (Fig. 3) debido a su mayor accesibilidad y por ser una zona de alimentación tanto para la especie de ave en estudio como para otras especies de chorlos y playeros. Tiene una extensión aproximadamente de 1 km y se encuentra ubicada a 1,3 km del Centro de Interpretación de la Reserva Nacional de Paracas (RNP).



FUENTE: Google Earth

**Figura 3. Mapa de la zona de estudio-playa la Aguada**

### 3.2.METODOLOGÍA DE MUESTREO Y CAPTURA

El muestreo fue realizado entre los meses de octubre del 2013 y marzo del 2014; constó de seis salidas mensuales con una duración entre ocho y nueve días cada una (Tabla 2).

**Tabla 2: Fechas y salidas de campo-temporada no reproductiva 2013-2014**

Mes	Fecha Inicio	Fecha Fin	Duración de Días
Octubre	01/10/2013	08/10/2013	8
Noviembre	02/11/2013	08/11/2013	9
Diciembre	29/11/2013	07/12/2013	9
Enero	28/12/2013	04/01/2014	8
Febrero	27/01/2014	03/02/2014	8
Marzo	26/02/2014	06/03/2014	9

Las muestras de individuos de *Calidris pusilla* fueron colectadas empleando 12 redes de neblina, de 12 m de largo y 2.5 m de alto empleando 18 varas de aluminio de 3 m de largo donde se sujetaban las redes y se ubicaban de manera perpendicular al litoral costero. Dichas redes fueron agrupadas de dos en dos teniendo un total de seis redes dobles, además se marcó cada vara con un ojo de gato para su fácil ubicación a la hora de revisarlas. Los puntos de muestreo estuvieron distanciados entre 100-130 metros entre sí lo largo de la playa La Aguada.

Las redes fueron revisadas cada 20 minutos desde el momento de su instalación hasta el momento de su cierre. Ésta revisión era realizada por un máximo de seis personas divididas en dos grupos de tres personas cada uno, con la finalidad de: poder abarcar la mayor cantidad de redes en el menor tiempo posible, reducir el grado de perturbación del hábitat en la proximidad de las redes y realizar la extracción de las aves de la manera más eficiente posible.

Una vez capturadas las aves en las redes, fueron rápidamente extraídas e introducidas en bolsas individuales de tela para luego ser transportadas, y colocadas en cajas de tela o zapateras ubicadas al ras de la arena para evitar el estrés de los individuos mientras se les tomaba las medidas necesarias.

Debido a la excelente visión de la especie de estudio, los muestreos fueron realizados durante la noche, para dificultar la visión de las redes de neblina por el ave, entre las 18:00 hrs y las 24:00 hrs los primeros días de cada salida y desde las 22:00 hrs hasta las 03:00 hrs los últimos días de las mismas. Dichos horarios fueron seleccionados dado que se tomó en cuenta las entradas y salida de los flujos nocturnos de la marea mostrados en la “Tabla de Mareas de Pisco” (Dunn et al., 1988; Tavera, 2013), con la finalidad que el horario de trabajo coincidiera con el inicio de la marea baja y finalizara cuando la marea alta desplazara a los individuos de *C. pusilla* a otras playas de la bahía.

### **3.3. COLECTA DE DATOS**

El área de la toma de los datos se ubicó en las cercanías de una duna que son propias de la bahía de Paracas a unos 400 m. de la playa, la cual, nos ayudó a protegernos de los vientos paracas durante las noches de muestreo y a realizar de manera adecuada la manipulación de las aves capturadas.

Se realizaron tres actividades principales: anillamiento, marcado con bandera y biometría de los individuos capturados. La toma de datos fue ejecutada siguiendo el protocolo de Ralph et al. (1996) y el Manual para el Monitoreo de Aves Migratorias (CALIDRIS, 2004).

A continuación se procederá a explicar cada una de las actividades para la colecta de los datos:

#### a) Proceso de Anillamiento

A cada individuo se les colocó en el tarso derecho un anillo de material incoloy (aleación de cobre, hierro y aluminio) el cual es específico para aves marinas, ya que evita que se corroan al contacto con el agua marina. En cada anillo lleva impreso un código alfanumérico de siete dígitos (ejem, N° anillo: H000617) que sirve para poder identificar a cada individuo, como se puede observar en la Figura 4.



**Figura 4. Anillamiento del Playero semipalmeado, *Calidris pusilla*-playa la Aguada**

b) Marcado con banderas

A cada individuo se le colocó en el tarso izquierdo una bandera de color amarillo con un código de 3 dígitos de color rojo (ejem: A9M) como se puede apreciar en la Fig. 5. De acuerdo con el esquema de marcaje del Programa Panamericano de Chorlos y Playeros (Myers et al., 1983; Myers, 1984) se acordó establecer un patrón internacional de colores de banderas para las aves anilladas en diferentes países, es así que para las aves anilladas en Perú corresponde las banderas de color amarillo.

Este método de marcaje es muy empleado y cada vez más frecuente ya que nos permite obtener datos sin la necesidad de una posterior captura del ave. Ya que será visible a largas distancias con el uso de binoculares y/o monoculares en campo.



**Figura 5. Playero semipalmeado con su bandera-playa la Aguada**

c) Biometría

Luego que el individuo ha sido anillado y marcado con una bandera, se procede a realizar las mediciones morfológicas. Toda la información recogida del ave, como la fecha, hora de captura, el peso, la longitud de ala, del culmen, del tarso, entre otros son colocados en una ficha de campo, el que se encuentra en el Anexo 1.

Los datos relevantes utilizados para el presente proyecto de investigación fueron:

- El peso: cada individuo fue colocado en un envase pequeño con soportes para luego ser colocados encima de la balanza eléctrica calibrada y poder conocer su peso en gramos.
- Desgaste de plumas: sirve para poder catalogar a las aves como adultos o juveniles (Page 1970). Los juveniles eran diferenciados de los adultos por un ala menos densa estructuralmente, ya que parece probable que la primera generación de primarias de individuos juveniles se desgaste más rápidamente que las generaciones subsiguientes. Para determinar el desgaste se examinó las cuatro primarias externas y se observó si presentan indicios de desgaste, muescas, bordes de diferentes colores o desgaste excesivo.

- Longitud del culmen: que es la distancia desde la punta del culmen hasta la inserción de las primeras plumas de la frente. Para ello, se utiliza una regla vernier la cual te da los datos en centímetros como se puede apreciar en la Figura 6.



**Figura 6. Toma de la longitud del culmen del Playero semipalmeado-playa la Aguada**

- Longitud del ala plana: el material empleado es una regla milimétrica de aluminio con un tope perpendicular en el extremo del punto cero. Se coloca el ala bajo la regla y se mide desde el vértice flexor del ala (articulación de la muñeca) hasta el extremo de la primaria más larga. Es importante mencionar que al hacer la medición, el ala se debe aplanar sobre la regla (Fig. 7).



**Figura 7. Toma de la longitud del ala plana del Playero semipalmeado-playa la Aguada**



### 3.4. ANÁLISIS DE DATOS

#### 3.4.1. Individuos óptimos para migrar

Se procedió a categorizar a los individuos del Playero semipalmeado en adultos y juveniles para la comparación tanto de su masa como su grasa corporal. Además se agrupo a los individuos que presentaron una masa corporal mayor y/o igual a 25 gramos por grupo de edad y por los meses de evaluación para determinar el número de individuos que logran una masa mínima necesaria para realizar la migración de manera óptima (Fedrizzi et al. 2004).

#### 3.4.2. Estimación de la grasa corporal

Se procedió a estimar el porcentaje de grasa corporal de los individuos del Playero semipalmeado a partir de las ecuaciones establecidas por Page y Middleton (1972) y de los datos biométricos del ave. Dichas ecuaciones, inician con la fórmula que permite calcular la masa libre de grasa (MLG) a partir de la longitud del ala en milímetros, como se muestra a continuación:

$$MLG = -9,0513 + 0,3134(\text{longitud de ala})\dots\dots\dots(1)$$

La segunda ecuación nos permite estimar el porcentaje de grasa corporal, a partir de la masa libre de grasa y del peso total del individuo como se muestra a continuación (Dunn et al. 1988).

$$PG = ((PT - MLG)) / PT * 100\dots\dots\dots(2)$$

Donde:

PG: Porcentaje de grasa

PT: Peso Total

MLG: Masa Libre de Grasa

### 3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

#### 3.5.1. Pruebas No Paramétricas

Primero se comprobó que las variables presenten homogeneidad de variancia y normalidad aplicando las pruebas de Levene y de Kolmogorov-Smirnov, respectivamente. Si éste era el caso, se aplicaron pruebas paramétricas, en caso contrario, se usaron pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis, Mann-Whitney).

Los cálculos fueron realizados con la ayuda del programa IBM SPSS Statistics 22.0 y el nivel de significancia fue fijado en 0.05. Para la elaboración de los gráficos y tablas se utilizó Tablas Dinámicas en el programa de Excel 2010.

Para un mejor análisis estadístico los meses de evaluación se dividieron en tres periodos, los cuales tienen por finalidad determinar la variación temporal del porcentaje de grasa corporal estimado de los individuos adultos y juveniles; y establecer diferencias entre los adultos y juveniles del Playero semipalmeado (Tabla 2).

**Tabla 3. Periodos de evaluación durante la estadía no reproductiva 2013-2014-bahía de Paracas**

<b>Año</b>	<b>Meses</b>	<b>Periodos</b>
<b>2013</b>	Octubre	Llegada
	Noviembre	
	Diciembre	
<b>2014</b>	Enero	Medio
	Febrero	Pre-migratorio
	Marzo	

#### 3.5.2. Determinación de la variación temporal de la grasa corporal

La medición de la variación temporal de la grasa corporal del Playero semipalmeado, se realizó mediante la prueba estadística de Kruskal-Wallis (Siegel, 1991) usando los datos del porcentaje de grasa corporal obtenidos entre octubre de 2013 y marzo de 2014.

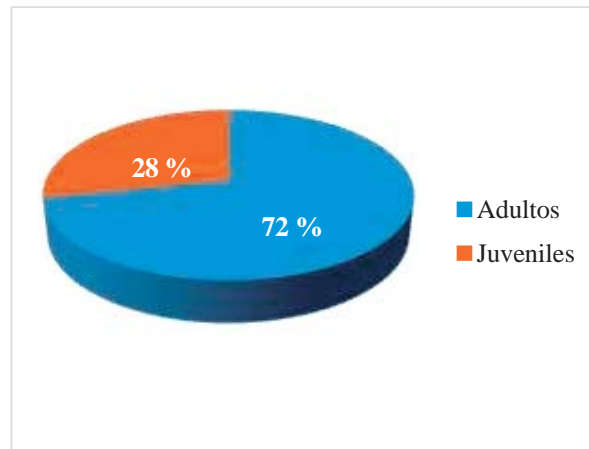
### 3.5.3. Diferencias significativas entre adultos y juveniles por periodos

Para determinar si existen diferencias significativas de la grasa corporal entre adultos y juveniles por cada periodo establecido, se realizó la prueba estadística U de Mann Whitney en comparaciones pareadas (Siegel, 1991).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

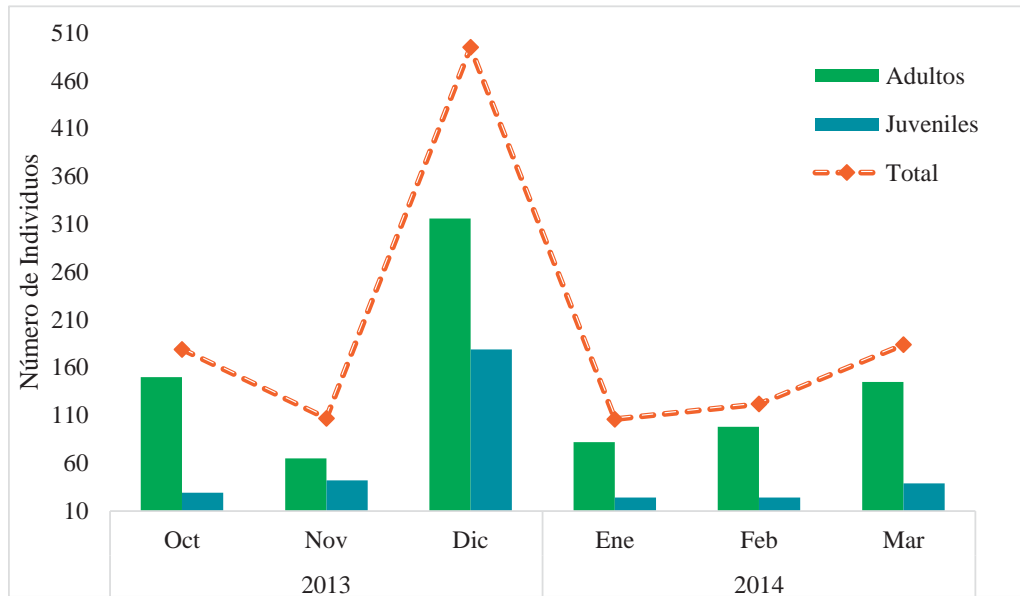
### 4.1 NÚMERO DE INDIVIDUOS

Durante los seis muestreos efectuados en el interior de la bahía de Paracas en la playa la Aguada se capturó y evaluó a 1193 individuos de *Calidris pusilla* conformados por adultos (N= 856) y juveniles (N=337), siendo mucho mayor la proporción de individuos adultos (Figura 8).



**Figura 8. Porcentaje de individuos adultos y juveniles capturados del Playero semipalmeado-playa la Aguada**

Así mismo, es importante indicar que el tamaño de la muestra varió según los meses de evaluación (Figura 9), siendo el mes de diciembre el cual se logró capturar la mayor cantidad de individuos totales (N=495), mientras el mes de enero se capturó el menor número de individuos (N=106) como se puede observar en el Tabla 4 .



**Figura 9. Variación del número de individuos capturados del Playero semipalmado**

**Tabla 4. Número de individuos capturados del Playero semipalmado por mes de muestreo-playa la Aguada**

N° Muestra	Mes de muestreo	Número de Individuos		TOTAL
		Adultos	Juveniles	
<b>2013</b>				
1	Octubre	150	29	179
2	Noviembre	65	42	107
3	Diciembre	316	179	495
<b>2014</b>				
4	Enero	82	24	106
5	Febrero	98	24	122
6	Marzo	145	39	184
<b>TOTAL</b>		<b>856</b>	<b>337</b>	<b>1193</b>

Como ya se mencionó anteriormente en la ruta migratoria de estas aves, ellas tienden a presentar un patrón de variación estacional definido. Es así, que entre octubre y marzo se les puede encontrar en la bahía de Paracas, debido que corresponde a los meses de su época no reproductiva.

Con respecto al número de individuos capturados, no se puede hablar de incremento constante sino de una tendencia repetitiva. En la figura 9 se puede observar la variación temporal que presentó el Playero semipalmado durante los meses de octubre 2013 a marzo 2014. A pesar de que en diciembre el número de individuos capturados es el más alto, va a tender a disminuir conforme se acerque su época reproductiva.

Según Cayo (1994) el mes de diciembre es el inicio de la estación de verano en Suramérica, por lo tanto, se da inicio a la llegada de varias especies de aves migratorias desde el hemisferio norte a la Reserva Nacional de Paracas (RNP), lo que explicaría el mayor número de individuos capturados en dicho mes.

Durante la estadía no reproductiva 2013-2014, el número de individuos adultos capturados fue mayor que los juveniles capturados en todas las fechas de muestreo. Una explicación para esta diferencia es lo mencionado por Gratto-Trevor y Dickson (1994), en donde sugieren que los individuos adultos de *Calidris pusilla* migran más lejos y más hacia el oeste y hacia el este en las áreas de estadía no reproductiva en Suramérica en comparación con los juveniles. Se debe tener presente otros factores que influyen en la captura de las aves como los vientos “Paracas”, que tienen una velocidad media de 15 km por hora (Cayo, 1994), el tiempo en que se presenta la marea alta y la marea baja, presencia de depredadores entre otros.

Estas altas y bajas en el número de individuos capturados de *Calidris pusilla* en playa la Aguada puede deberse al movimiento constante de los individuos entre ésta y otras playas en busca de su alimento, como playa El Cequión, ubicada al norte de la bahía de Paracas. Lo cual, podría reforzar lo mencionado por Cayo (1994) que confirma que bahía de Paracas y playa Cequión son zonas con mayor recepción de especies de aves ya que ambas presentan orillas con materia orgánica.

Por lo que no es de extrañar la notoria predilección que tiene no sólo la especie *C. pusilla* sino muchas otras aves de orilla como el Correlimos de Alasca o *Calidris mauri*, Playerito blanco o *Calidris alba*, Chorlo semipalmado o *Charadrius semipalmatus*, Chorlitejo blanco o *Charadrius nivosus*, entre otros, por las orillas de materia orgánica y este tipo de hábitat sólo se presenta en las zonas ya mencionadas.

Según observaciones realizadas en playa la Aguada durante los días de muestreo, estas aves tienden a permanecer en una misma área la mayor parte del tiempo y tan solo la abandonan cuando se dirigen a sus dormideros a horas de la mañana (08:00-9:00 am) o cuando existe alguna perturbación humana o de algún depredador.

Castro et al. (1988) reportan algunos de los depredadores potenciales para las aves playeras como *Calidris alba*, siendo el Halcón peregrino (*Falco peregrinus*) el principal. Observaciones propias durante las fechas de evaluación indican que tanto *C. alba* como *C. pusilla* comparten la misma área de alimentación, por lo que se puede concluir que *Falco peregrinus* también sería un depredador natural de la especie en estudio. Sin embargo, sólo se observó a un individuo de Halcón peregrino en la zona de muestreo en horas de la mañana, cuando el Playero semipalmado ya no se encontraba alimentándose.

De acuerdo a lo expuesto, el criterio de selección del Playero semipalmado al momento de elegir una determinada área de estadía no reproductiva, es presentar las mejores condiciones geológicas que desencadenan el ciclo de los fenómenos físicos y químicos que producen vida (Cayo, 1994) así como un bajo riesgo de depredación, áreas seguras entre otros (Cresswell, 1994; Ydenberg et al., 2002; Taylor et al., 2007).

En el presente estudio no fue tema de investigación determinar la confluencia de individuos de *C. pusilla* que provienen de diferentes áreas reproductivas ni establecer diferencias entre ambas. No obstante hay que mencionar la presencia de dos poblaciones (individuos de la población del Este del Ártico y Oeste de Ártico) durante su estadía en la bahía de Paracas (Tavera, 2013). Lo cual, confirma la importancia que tiene la RNP como un área de estadía no reproductiva para el Playero semipalmado, para abastecer sus reservas de grasa y poder realizar la migración hacia sus áreas de reproducción.

## 4.2 MASA CORPORAL

Se comparó descriptivamente la masa corporal por grupo de edad (adulto y juvenil) del Playero semipalmado durante los meses de evaluación, así como los valores máximos y mínimos de la masa corporal evaluada.

### 4.2.1 INDIVIDUOS JUVENILES

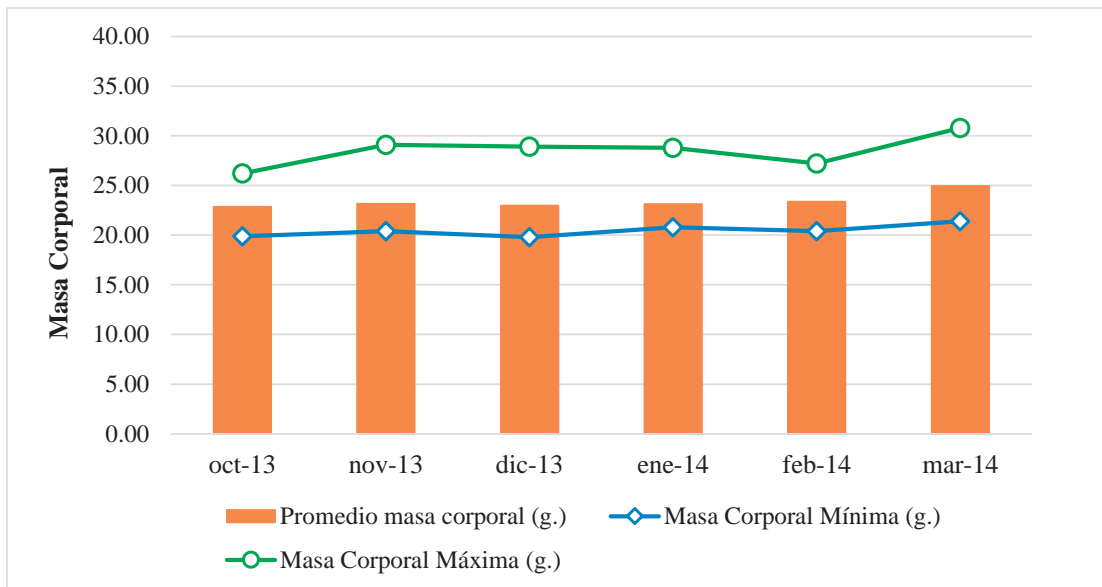
El rango de la masa corporal fluctuó entre  $\geq 19.80$  g. y  $\leq 30.80$  g. durante los meses de octubre a marzo. El menor valor de la masa corporal promedio mensual fue de 22.84 g. y se presentó en el mes de octubre del 2013; mientras que el mayor fue de 24.95 g. y se presentó en el mes de marzo del 2014 (Tabla 5).

**Tabla 5. Masa corporal promedio de juveniles de *Calidris pusilla* y valores máximos y mínimos (g.)**

Meses de Evaluación	Número de Individuos capturados	Masa Corporal Mínima (g.)	Masa Corporal Máxima (g.)	Promedio mensual de la masa corporal (g.)
<b>2013</b>				
Octubre	29	19.90	26.20	22.84
Noviembre	42	20.40	29.10	23.16
Diciembre	179	19.80	28.90	22.99
<b>2014</b>				
Enero	24	20.80	28.80	23.13
Febrero	24	20.40	27.20	23.36
Marzo	39	21.40	30.80	24.95

Así mismo, es importante indicar que si bien entre los meses de octubre y diciembre del 2013 la masa corporal fluctuó; luego entre enero y marzo del 2014, ésta se incrementó de manera constante (Fig. 10).





**Figura 10. Variación de la masa corporal de juveniles de *Calidris pusilla* durante su estadía no reproductiva 2013-2014**

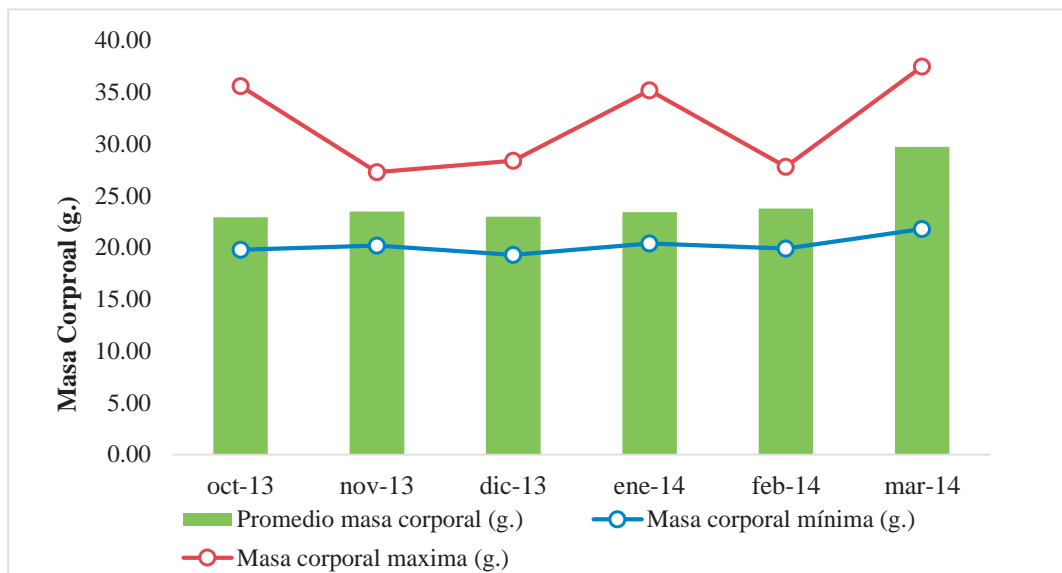
#### 4.2.2 INDIVIDUOS ADULTOS

La masa corporal promedio de los individuos adultos varió durante todos los meses de estudio, encontrándose que el menor valor de la masa corporal promedio mensual fue de 22.94 g. y se presentó al igual que en los individuos juveniles, en el mes de octubre del 2013; mientras que el mayor fue de 29.72 g. presentándose en el mes de marzo del 2014. El rango de las masas corporales varió entre  $\geq 19.30$  y  $\leq 37.50$  g. durante los meses de evaluación. (Tabla 6).

**Tabla 6. Masa corporal promedio de adultos de *C. pusilla* y valores máximos y mínimos (g.)**

Mes de Evaluación	Número de Individuos capturados	Masa Corporal Mínima (g.)	Masa Corporal Máxima (g.)	Promedio mensual de la masa corporal (g.)
<b>2013</b>				
Octubre	150	19.80	35.60	22.94
Noviembre	65	20.20	27.30	23.48
Diciembre	316	19.30	28.40	22.98
<b>2014</b>				
Enero	82	20.40	35.20	23.43
Febrero	98	19.90	27.80	23.77
Marzo	145	21.80	37.50	29.72

Así mismo, es importante indicar que si bien durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2013 la masa corporal fluctuó; a partir de enero, y hasta marzo del 2014, ésta se incrementó de forma constante, e incluso abrupta durante el último mes, como se puede visualizar en la Fig. 11.



**Figura 11. Variación de la masa corporal de adultos de *Calidris pusilla* durante su estadía no reproductiva 2013-2014**

La masa corporal del Playero semipalmado está directamente relacionada con el proceso de migración. No es de extrañarse que el 82 por ciento de las actividades desarrolladas por las aves migratorias sea la de alimentarse (Cayo, 1994) por lo que está fuertemente relacionado con el incremento de su masa corporal.

Diversos autores han examinado la relación entre el aumento y pérdida de masa corporal en otras especies de Charadriiformes, como es el caso del Vuelvepiedras común o *Arenaria interpres* y se ha demostrado que en aves capturadas es común la repentina pérdida de su masa corporal (Rodrigues et al., 2009). Así mismo, según los resultados obtenidos sobre la variación de la masa corporal, también han sido observados en otras especies como el Playero común o *Calidris alpina* (Mascher, 1966) y la Reinita estriada o *Dendroica striata* (Nisbet et al., 1963).

Dicha variabilidad puede deberse a que la pérdida de la masa corporal es considerada un fenómeno natural relacionado con la reciente culminación del vuelo migratorio (Mascher, 1966); o también a que el Playero semipalmado no aumenta su masa corporal inmediatamente luego de su llegada a la bahía de Paracas debido a que se está recobrando del vuelo migratorio y se está acostumbrando a su nuevo hábitat (Piersma, 1999).

Asimismo, la variación interespecífica de la masa corporal está vinculada con la muda de las plumas del ave. Como sabemos, las plumas tienen muchas funciones, incluyen la regulación de la temperatura, coloración críptica, protección de la epidermis, atracción de la pareja y el vuelo (Stettenheim, 1976). Y es de suponer que al realizar vuelos de tan largas distancias, se produzca un desgaste de las mismas por lo que son reemplazadas en el proceso denominado muda.

Algunas aves playeras durante el proceso de muda, satisfacen sus necesidades nutricionales a través de recursos exógenos, aumentando el esfuerzo de forrajeo y por ende aumentando o manteniendo su masa corporal. Otras especies de aves, agotan sus recursos endógenos (reservas de energía) durante la muda y como resultado pierden masa corporal (Hogan et al., 2013). Por lo que se podría decir que para la muda de plumas de ala y de cuerpo el ave va a requiere de sus reservas de energía.

Otra explicación puede deberse al reflejo de las diferentes habilidades que presentan los adultos y juveniles para la búsqueda de su alimento tanto en playa la Aguada como en otras áreas de parada.

Según los resultados de la masa corporal tanto individuos adultos como juveniles presentaron pequeñas variaciones en sus masas durante los meses de octubre hasta febrero, sin embargo solamente los adultos presentaron un incremento de su masa en el último mes de evaluación, marzo 2014. Esto nos indica que conforme se va acercando la época reproductiva los individuos adultos comienzan a prepararse para realizar la migración de primavera.

Para el caso de los juveniles, éstos no se reproducen en su primer año de vida, es por ello que no presentan un incremento de la masa corporal tan abrupta como los adultos en el último mes de evaluación. Según Tavera (2013) el 90 por ciento de los juveniles en la RNP no migran para reproducirse en el hemisferio norte; lo cual es una estrategia migratoria denominada “oversummering” (verano extra), donde se gana en supervivencia de la especie pero se pierde en producción de jóvenes.

Por último, el tipo de hábitat presente en el área de alimentación favorece a la ganancia de masa corporal (Page, 1970). En el caso de playa la Aguada presenta una orilla de materia orgánica y fondo fangoso, por consiguiente, le provee de mejores oportunidades de alimento al Playero semipalmado y de esa manera puedan aumentar su masa corporal desde el momento de su llegada.

#### **4.3 MASA MÍNIMA REQUERIDA PARA LA MIGRACIÓN**

Como se mencionó anteriormente, las aves necesitan de las reservas de energía para poder realizar las migraciones de primavera y otoño, lo cual se puede ver reflejado en la cantidad de masa corporal que logran alcanzar durante su estadía no reproductiva en diversas áreas.

Se calculó el porcentaje de individuos adultos y juveniles que lograron alcanzar una masa corporal mínima requerida ( $\geq 25$  g.) ya que según algunos autores (Antas y Nascimento, 1990; Fredrizzi et al., 2004) dicha masa corporal es la mínima requerida para que *Calidris pusilla* pueda realizar la migración de manera óptima.

### 4.3.1 INDIVIDUOS JUVENILES

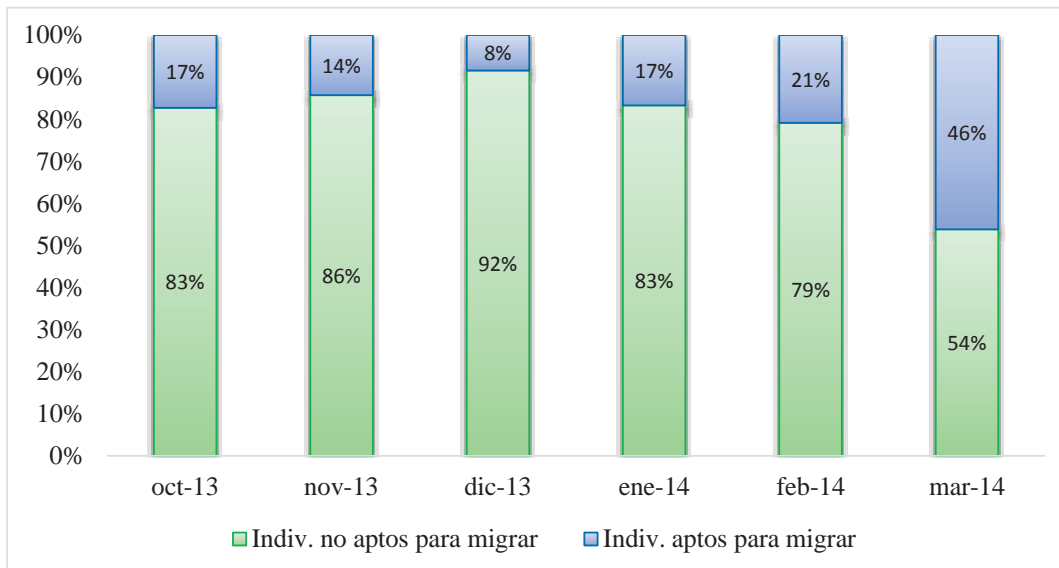
En base a los datos colectados en campo durante el presente estudio, se encontró que en el mes de marzo el 46 por ciento de los juveniles de *Calidris pusilla* alcanzaron una masa mayor y/o igual a 25 gramos. Durante todos los meses de muestreo se pudo registrar a juveniles con dicha masa, sin embargo, en una menor proporción de individuos durante los meses de octubre, enero y febrero; y en mayor proporción en los meses de enero, febrero y marzo (Tabla 7).

**Tabla 7. Cantidad y porcentaje de juveniles de *Calidris pusilla* que presentaron una masa mayor y/o igual 25 g.**

Fecha de evaluación	Tamaño de muestra (Nº de individuos capturados/mes)	Cantidad de individuos con masa óptima	Porcentaje de individuos con masa mínima (%)
2013			
Octubre	29	5	17%
Noviembre	42	6	14%
Diciembre	179	15	8%
2014			
Enero	24	4	17%
Febrero	24	5	21%
Marzo	39	18	46%
<b>Total</b>	<b>337</b>	<b>53</b>	<b>16%</b>

Desde octubre del 2013 hasta marzo del 2014, el porcentaje de individuos con una masa mínima en promedio fue 16 por ciento del total de juveniles capturados en playa la Aguada.

Por otro lado, en el mes de marzo más de la mitad de juveniles capturados (54%) no lograron alcanzar una masa mínima requerida para la migración, por lo que no se encuentran óptimos para migrar (Figura 12).



**Figura 12. Porcentaje de juveniles de *C. pusilla* aptos y no aptos para migrar**

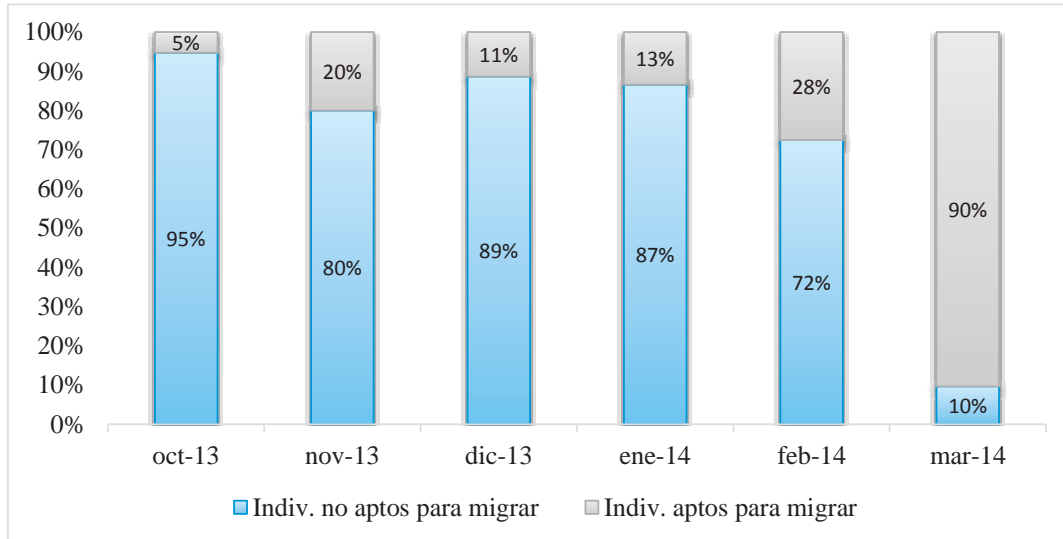
#### 4.3.2 INDIVIDUOS ADULTOS

En base a los datos colectados en campo durante el presente estudio, se encontró que 90 por ciento de adultos alcanzaron la masa mínima requerida durante el último mes de evaluación en playa la Aguada (Tabla 8). Durante los meses de octubre hasta diciembre 2013 el número de adultos capturados que presentaban una masa  $\geq 25$  g. fue fluctuando, para luego a partir del mes de enero hasta marzo 2014 aumentar progresivamente.

**Tabla 8. Cantidad y porcentaje de adultos de *Calidris pusilla* que presentaron una masa mayor y/o igual 25 g.**

Fecha de evaluación	Tamaño de muestra (N° de individuos capturados/mes)	Cantidad de individuos con masa óptima	Porcentaje de individuos con masa mínima (%)
2013			
Octubre	150	8	5 %
Noviembre	65	13	20%
Diciembre	316	36	11%
2014			
Enero	82	11	13%
Febrero	98	27	28%
Marzo	145	131	90%
<b>Total</b>	<b>856</b>	<b>226</b>	<b>26%</b>

Desde octubre del 2013 hasta marzo del 2014, el porcentaje de individuos con una masa mínima en promedio fue 26 por ciento del total de adultos capturados en playa la Aguada.



**Figura 13. Porcentaje de adultos de *Calidris pusilla* aptos y no aptos para migrar**

Como se puede apreciar en las figuras 12 y 13, tanto los individuos adultos como los juveniles de *Calidris pusilla* “Playero semipalmeado” presentaron una masa mayor y/o igual a 25 gramos en un menor porcentaje, 5 por ciento y 17 por ciento, respectivamente en el mes de octubre. Sin embargo, dicho porcentaje fue aumentando conforme se acercaron los meses previos a la migración.

En el caso de los adultos, esta investigación demostró que para el mes de marzo el 90 por ciento presentó la masa mínima requerida para realizar la migración de manera óptima. Dicho resultado confirma lo mencionado por Tavera, 2013 quien indica que dicho mes corresponde al periodo pre-migratorio; por lo que el incremento de su masa corporal, es considerado un indicador de la preparación para la migración; que además involucra cambios en su comportamiento y morfología (Dingle, 1980).

En el caso de los juveniles, menos de la mitad de individuos capturados en playa La Aguada son considerados óptimos para realizar el vuelo migratorio (46 por ciento), sin embargo, como ya se mencionó, los juveniles no migra en su primer año de vida hasta sus áreas de reproducción en el hemisferio norte. No obstante, según los resultados obtenidos, algunos individuos juveniles

podrían migrar junto con los adultos, pero al no presentar las reservas energéticas necesarias se quedarían en algunas áreas de parada tanto en el hemisferio norte como en el sur.

Es importante mencionar que a pesar que los individuos obtengan una masa  $\geq 25$  gramos y se encuentren potencialmente óptimos para migrar esto no es un indicador que lo vayan a realizar. Una de las razones es que la RNP es considerada un área de estadía no reproductiva de tiempo prolongado (aprox. seis meses) según los datos de anillamiento de aves playeras de la ONG CORBIDI de años de evaluación anteriores.

Esto quiere decir que el Playero semipalmado continuará alimentándose y acumulando la masa corporal que crea necesaria, la cual se convertirá en energía hasta que se inicie el vuelo migratorio a partir de fines de marzo e inicios de abril para el caso de Perú (Pulido, 1987).

Es importante mencionar que para el caso de los adultos, el 10 por ciento de individuos que no logran alcanzar una masa mínima requerida y por lo tanto no se encontrarían óptimos para realizar la migración de primavera puede deberse a varios factores que influyan en su comportamiento.

Fedrizzi et al. (2004) establecen tres posibles hipótesis que tratan de explicar dicho acontecimiento: los individuos pueden retrasar el tiempo de partida de la RNP hasta adquirir la energía necesaria, los individuos pueden migrar pero tendrán que parar en varias áreas a lo largo de su ruta para reponer las reservas de energía y por último, pueden decidir no migrar a sus áreas de reproducción.

Para el caso de la presente investigación hay que tener en cuenta que las fechas de muestreo fueron hasta inicios del mes de marzo, y se han podido observar individuos del Playero semipalmado hasta finales del mes de abril en la RNP (E. Tavera comuni. personal), por lo tanto, en el caso de los adultos podrían terminar de incrementar su masa hasta dicha fecha y así poder realizar la migración de primavera.

Con respecto a la última hipótesis, esto puede ocurrir debido a problemas fisiológicos y parasitarios (Gratto-Trevor, 1992). Investigaciones sobre el Chorlo mayor de patas amarilla (*Tringa melanoleuca*) en las áreas de estadía no reproductiva en Venezuela demostraron que existe un decrecimiento exponencial de grasa con relación a los niveles de infección por los trematodos (McNeil et al., 1995).



Por lo tanto, elevados niveles de infección pueden prevenir o retrasar la muda de plumas y el engorde en algunas aves migratorias (McNeil et al., 1996), por lo que es un factor que se debe de considerar para la acumulación de la masa corporal.

Por otro lado, hay que tener en consideración las condiciones geológicas de playa la Aguada con respecto a las playas del estado de Pernambuco en Brasil, pueden ser condiciones muy diferentes por lo que el incremento y acumulación de la grasa corporal del Playero semipalmeado variará en mayor o menor cantidad.

Además, se puede deducir que previo a la llegada del Playero semipalmeado a la Reserva Nacional de Paracas (RNP), puede presentar algunas áreas de parada de tiempos más cortos de estadía. Una de éstas áreas de parada en el Perú podría ser los Pantanos de Villa ubicada en la provincia de Lima, la cual alberga una gran variedad de aves migratorias incluyendo a la especie en estudio (Torres, 2006).

En dicha área el Playero semipalmeado llena sus reservas de grasa para realizar el tramo de vuelo de Lima a Paracas (245 km aprox.) por lo que ya contarían con una reserva de energía acumulada, sin embargo, no hay mucha revisión bibliográfica sobre dicho tema para poder tener mayor conocimiento.

Por último, las poblaciones de *Calidris pusilla* que llegan a la bahía de Paracas por la ruta del Atlántico y/o centro de Norteamérica, presentan importantes áreas de parada como por ejemplo la bahía de Fundy (Canadá) y la bahía de Delaware (Estados Unidos); los cuales son puntos fijos para que el ave pueda almacenar la mayor reserva de lípidos, y así poder continuar con su vuelo migratorio tanto de otoño como de primavera (Gratto-Trevor et al., 2012).

#### **4.4 GRASA CORPORAL ESTIMADA**

La condición corporal del ave, como el nivel de grasa acumulada puede considerarse un buen indicador de su estado físico y de ello dependerá el éxito de su migración (Alerstam y Lindstrom, 1990), por ello el interés de conocer la cantidad de grasa corporal que logran obtener en la RNP.

Para poder estimar el porcentaje de grasa corporal de los individuos capturados en la playa la Aguada, primero se obtuvo la masa libre de grasa a partir de la ecuación (1); luego se realiza una sustracción entre la masa total del ave y la masa libre de grasa con la finalidad de obtener la grasa neta. Por último se emplea la ecuación (2) para la estimación del porcentaje de grasa corporal.

#### 4.4.1 INDIVIDUOS JUVENILES

El porcentaje de grasa corporal promedio varió durante los tres periodos de evaluación, entre  $\geq 8.80$  por ciento y  $\leq 13.24$  por ciento. El valor máximo del porcentaje de grasa corporal estimado en algunos individuos juveniles capturados fue 34.2 por ciento correspondiente al periodo de llegada y los valores mínimos estuvieron entre 1.0 y 1.4 por ciento durante los periodos de evaluación (Tabla 9).

**Tabla 9. Grasa corporal promedio por periodos de evaluación en juveniles del Playero semipalmado**

Periodos	Grasa corporal promedio periodo (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
Llegada	9.16	34.2	1.0
Medio	8.80	27.6	1.2
Pre-Migratorio	13.24	31.7	1.4

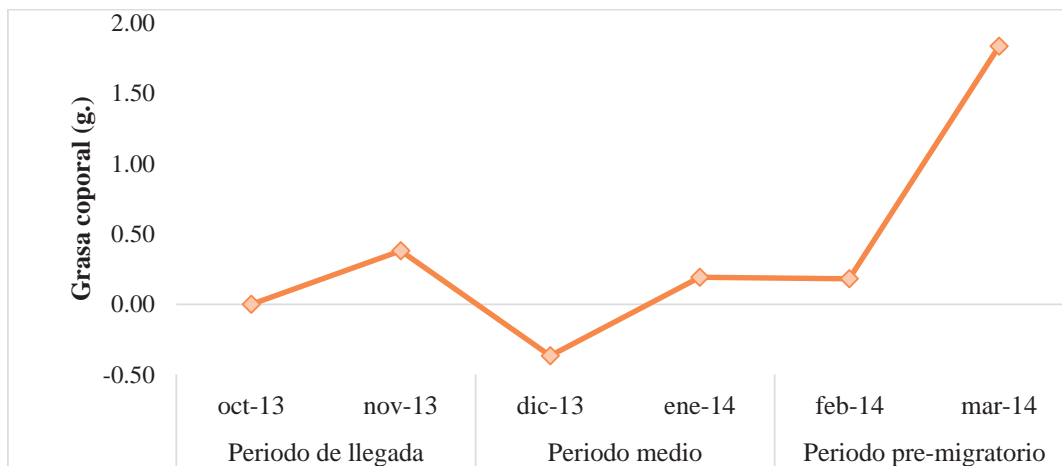
Como se muestra en el Tabla 10, el menor valor del porcentaje de grasa corporal promedio mensual fue de 8.39 por ciento (1.92 g.) encontrándose en el mes de octubre del 2013, correspondiente al periodo de llegada. Mientras que el mayor valor fue de 16.61 por ciento (4.14 g.) registrado en marzo 2014, durante el periodo pre-migratorio.

**Tabla 10. Promedio de la grasa corporal y variación mensual (g.) de juveniles del Playero semipalmado**

Periodos	Mes de Evaluación	Promedio mensual (%)	Grasa Corporal promedio mensual (g.)	Variación de la grasa corporal promedio (g.)
Llegada	oct-13	8.39	1.92	0.00
	nov-13	9.92	2.30	0.38
Medio	dic-13	8.41	1.93	-0.37
	ene-14	9.19	2.13	0.19
Pre-Migratorio	feb-14	9.87	2.31	0.18
	mar-14	16.61	4.14	1.84

Además, en base al cuadro anterior, la variación de la grasa corporal en gramos de los individuos juveniles fluctuó durante todo el tiempo de estudio y la variación se dio en pequeñas cantidades (< 1g.) salvo en el mes de marzo del 2014. Dicha variación de la grasa corporal fue la mayor, dado a que ésta aumentó en promedio 1.84 g. entre los meses de febrero y marzo 2014.

La Figura 14 permite observar la variación de la grasa corporal (g.) durante todas las fechas de evaluación. En el mes diciembre hubo una disminución de la grasa corporal (-0.37 g.) para posteriormente ir aumentando hasta el último mes de evaluación.



**Figura 14. Variación de la grasa corporal mensual de juveniles de *C. pusilla***

Por último, se comprobó estadísticamente si el porcentaje de grasa corporal estimado en los juveniles era significativamente variable por cada periodo de evaluación. Por lo que se utilizó la Prueba de Kruskal-Wallis con un nivel de significancia de 0.05, cuya hipótesis y cuadros se encuentran en el Anexo 2.

Se concluyó que el porcentaje de grasa corporal estimado de los juveniles de *C. pusilla* varió significativamente entre los periodos de llegada, medio y pre-migratorio durante su la temporada no reproductiva 2013-2014 en la bahía de Paracas ( $H=26,134$ ;  $P<0,000$ ).

#### 4.4.2 INDIVIDUOS ADULTOS

El porcentaje de grasa corporal promedio varió durante los tres periodos de evaluación, entre  $\geq 8.23$  por ciento y  $\leq 18.01$  por ciento. El valor máximo del porcentaje de grasa corporal estimado en individuos adultos capturados fue 41.6 por ciento correspondiente al periodo medio y los valores mínimos estuvieron entre 1.0 y 1.5 por ciento durante los periodos de evaluación (Tabla 11).

**Tabla 11. Grasa corporal promedio por periodos de evaluación en adultos del Playero semipalmeado**

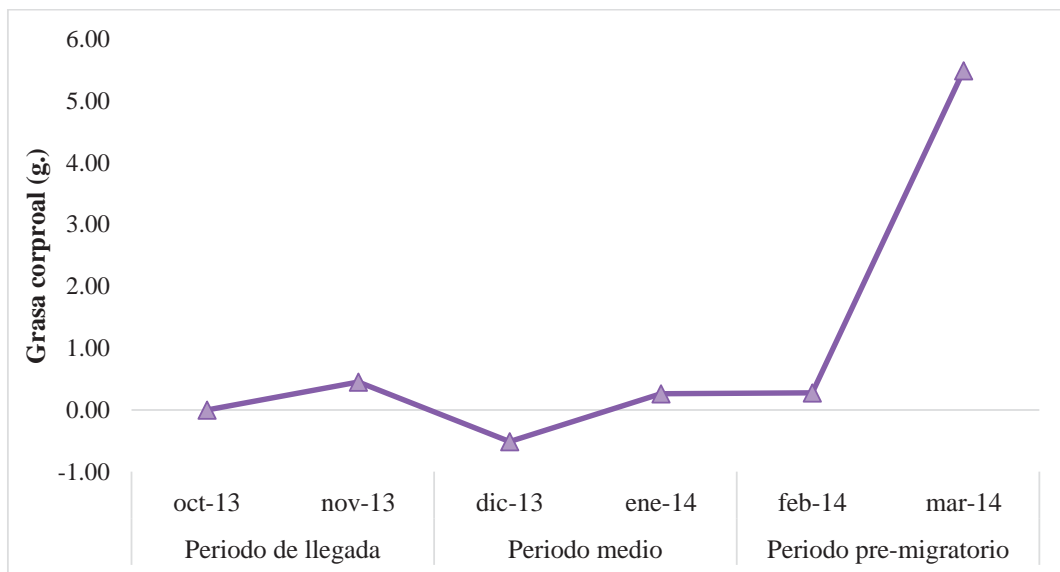
Periodos	Meses de Evaluación	Promedio mensual (%)	Grasa Corporal (g.)	Variación de la grasa corporal (g.)
Llegada	oct-13	8.04	1.84	0.00
	nov-13	9.77	2.29	0.45
Medio	dic-13	7.74	1.78	-0.51
	ene-14	8.71	2.04	0.26
Pre-Migratorio	feb-14	9.74	2.32	0.28
	mar-14	26.27	7.81	5.49

El porcentaje de grasa corporal promedio varió durante todos los meses de estudio; el mayor valor del porcentaje de grasa mensual fue de 26.27 por ciento (7.81 g.) en el mes de marzo correspondiente al periodo pre-migratorio y el menor valor fue de 7.74 por ciento (1.78 g.) registrado en diciembre correspondientes al periodo medio (Tabla 12).

**Tabla 12. Promedio de la grasa corporal y variación mensual (g.) de adultos del Playero semipalmado, *C. pusilla***

Periodos	Grasa corporal promedio periodo (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
Llegada	8.90	37.4	1.0
Medio	8.23	41.6	1.0
Pre-Migratorio	18.01	41.4	1.5

En la Figura 15 se grafica los valores de la variación de la grasa corporal promedio en gramos de los individuos de *Calidris pusilla* obtenidos durante todos los meses muestreado. Donde se muestra que en el mes de diciembre del 2013 la variación de la grasa corporal disminuyó (-0.51 g.); mientras que durante el mes de marzo, correspondiente al periodo pre-migratorio, aumentó 5.49 g.



**Figura 15. Variación de la grasa corporal mensual de adultos de *C. pusilla***

Al igual que los individuos juveniles, con la finalidad de conocer si estadísticamente el porcentaje de grasa corporal estimado durante los tres periodos de evaluación fue diferente, se realizó la

Prueba de Kruskal-Wallis con un nivel de significancia de 0.05 cuyas hipótesis y cuadros se encuentra en el Anexo 2.

De dicha prueba, se concluyó que el porcentaje de la grasa corporal de los adultos de *Calidris pusilla* también varía significativamente durante cada periodo de su estadía no reproductiva en la bahía de Paracas ( $H=204,084$ ;  $P \text{ valor}=0,000$ ).

Previo a la realización de esta investigación no existía una determinación del porcentaje de grasa corporal que el Playero semipalmeado, *Calidris pusilla* acumula al interior de la bahía de Paracas, por lo que los valores presentados en ésta servirán como patrón de comparación para futuros trabajos.

El promedio porcentual estimado de la grasa corporal tanto en adultos como en juveniles fue bajo pero aumentó a través de los periodos de evaluación, sugiriendo que los playeros reabastecen parte de sus reservas de grasa y tratan de mantenerse energéticamente.

Las bajas cantidades del porcentaje de grasa corporal presente en el Playero semipalmeado no son inusuales en las áreas de estadía no reproductiva; ésta es una condición que parece conferir ventajas en la supervivencia de las aves playeras para evadir a los depredadores (Warnock y Bishop, 1998; Gentle y Gosler, 2001).

La mayor cantidad del porcentaje de grasa corporal estimado se presentó durante el periodo pre-migratorio, el cual como su nombre lo indica, son los meses previos al vuelo migratorio. En dicho periodo el Playero semipalmeado entra en un estado de preparación, donde los individuos modifican sus hábitos alimenticios volviéndose hiperfágicos, lo que significa que incrementan su alimentación hasta en un 50 por ciento de sus niveles normales y acumulando un exceso de lípidos que le servirá de energía durante su vuelo migratorio (Villaseñor, 1994).

Como se puede apreciar en las Tablas 9 y 11, la grasa corporal estimada varía de manera similar entre adultos y juveniles, solamente en el último mes de evaluación se da un mayor incremento de la grasa corporal en los adultos capturados en comparación con los juveniles.

Razones fisiológicas, como el ahorro de energía y ecológicas, para evitar accidentes que se puedan ocasionar por condiciones climáticas adversas, sugieren que los juveniles no migren

durante su primer año de vida y permanezcan en la Reserva Nacional de Paracas (Pulido, 1987) lo que explicaría porque no se da un incremento marcado del porcentaje de su grasa corporal.

Para el caso de los individuos adultos que son los que van a realizar el vuelo migratorio de retorno a sus áreas de reproducción, se obtuvo que algunos individuos capturados presentaron 41.4 por ciento de grasa corporal estimada en el periodo pre-migratorio. Asimismo, el incremento de su porcentaje de grasa corporal en dicho periodo, están relacionados con otros factores ambientales y fisiológicos que influyen en el ave (Villaseñor, 1994) como ya se mencionó anteriormente.

Los resultados del porcentaje de grasa corporal de la presente investigación, son similares con los reportados por otros investigadores quienes indican que el porcentaje de grasa corporal común en Playero semipalmado puede variar entre 34 por ciento y 42.1 por ciento para poder realizar migraciones de larga distancia (Odum, 1965).

Algunos individuos de *Calidris pusilla* han presentado un porcentaje de grasa corporal estimado de 50 por ciento en las áreas de parada en Norteamérica, el cual es suficiente para realizar vuelos migratorios de al menos 3, 219 kilómetros (Odum et al., 1961; McNeil, 1969).

Por último, la necesidad de acumular grasa implica un incremento considerable de la masa corporal, lo cual aumenta considerablemente los costes de transporte que afrontan las aves migratorias; como por ejemplo pérdida de maniobrabilidad durante el vuelo y por ende un mayor riesgo de depredación. Es por ello que para algunos autores la migración es considerada una actividad muy beneficiosa pero a la vez muy costosa (Pérez-Tris, 2001).

#### **4.4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL**

A lo largo del presente estudio se diferenció tanto a los individuos juveniles como adultos del Playero semipalmado, con la finalidad de determinar si existen diferencias tanto en su masa como en su grasa corporal, durante su estadía no reproductiva en la bahía de Paracas

Por ello, para determinar si existe diferencia significativa por cada periodo de evaluación entre adultos y juveniles se aplicó la Prueba Estadística U de Mann-Whitney, donde los datos

obtenidos se sometieron a un análisis no paramétrico, aplicando con un nivel de significancia del 0.05 y los resultados se muestran en la Tabla 13 (Anexo 2).

**Tabla 13. Análisis de variación de la grasa corporal entre adultos y juveniles por periodo de evaluación 2013-2014 en la playa la Aguada**

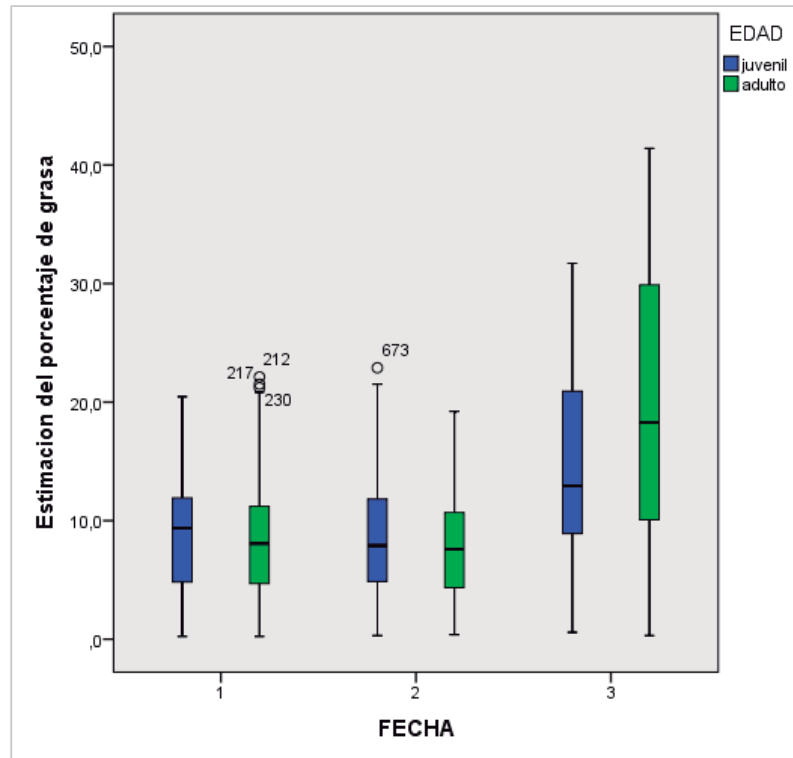
<b>PERIODO</b>	<b>Test Mann-Whitney (U)</b>	<b>P valor</b>
<b>Llegada</b>	6537,50	0, 189*
<b>Medio</b>	37626,0	0, 169*
<b>Pre-migratorio</b>	5431,50	0, 000**

\* = no significativo; \*\*= significativo; P valor < 0,05

En la Figura 16 se puede apreciar la variación del porcentaje de grasa corporal (EPG) durante los seis meses de evaluación, oct13-nov13 (periodo de llegada), dic13-ene14 (periodo medio) y feb14-mar14 (periodo pre-migratorio) para adultos y juveniles del Playero semipalmado en la temporada no reproductiva 2013-2014.



**Figura 16. Evolución temporal del porcentaje de grasa corporal entre adultos y juveniles-playa la Aguada**



Según los resultados de la prueba estadística, en los dos primeros periodos no presentaron diferencias significativas en relación al porcentaje de grasa corporal entre adultos y juveniles. La no diferencia se puede deber a que la grasa corporal se va consumiendo de manera constante y puede variar mucho incluso en cuestión de horas. Por ejemplo, la muda de las plumas de ala y del cuerpo que son fisiológicamente muy costosas, por que involucran la asignación de nutrientes en los tejidos de las plumas nuevas asociadas a un alto costo metabólico (Lindstrom, 1993).

En el presente estudio no se tomó como dato el estado de muda de las plumas de ala; sin embargo se ha encontrado que la mayoría de adultos de *Calidris pusilla* mostraron una muda de ala casi finalizada con algunos exhibiendo una muda suspendida para el mes de octubre en la RNP (Tavera, 2013). Esto nos indicaría que durante los primeros meses de su estadía no reproductiva en la bahía de Paracas, los adultos se encontrarán culminando la muda del ala suspendida para que no se junte con otras actividades propias del ciclo migratorio (muda de cuerpo, incremento de la masa, entre otras).

Por el contrario, en el periodo pre-migratorio sí existe diferencia en el porcentaje de grasa corporal entre adultos y juveniles. Dicho resultado corrobora que los meses de febrero y marzo corresponden al periodo en donde va finalizando su estadía en la RNP y los adultos de *Calidris pusilla* comienzan su preparación para realizar el vuelo migratorio de retorno a sus áreas de reproducción en el hemisferio norte.

Durante el periodo pre-migratorio se registraron individuos adultos iniciando la muda de las plumas de cuerpo (plumaje reproductivo) lo que implica un alto grado de energía, por lo que el ave tiene que aprovechar la disponibilidad de los recursos alimenticios presentes en la playa la Aguada para poder aumentar sus reservas de grasa y poder realizar dicho evento, a diferencia de los juveniles que según lo observado son pocos los individuos que presentan una muda de cuerpo.

Teniendo en cuenta el aumento del porcentaje de grasa corporal durante su estadía no reproductiva en la RNP, se pueden establecer dos periodos bien marcados. El primer periodo correspondería a los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero; y el segundo periodo a los meses de febrero y marzo.

De acuerdo al comportamiento del Playero semipalmado en la bahía de Paracas se puede concluir que en el primer periodo se encuentra en el proceso de llegada, adaptación al lugar y culminación de algunos eventos como la muda del ala; por el contrario en el segundo periodo se lleva a cabo la preparación para la migración donde se puede apreciar cambios en su fisiología y comportamiento como ya se han venido explicando en los puntos anteriores.

Según los resultados de la presente investigación, se puede concluir que la playa la Aguada en el interior de la bahía de Paracas, es uno de los lugares con una gran capacidad para albergar a las aves playeras migratorias como es el Playero semipalmado. Esto se puede ver evidenciado en el incremento de su masa corporal y por ende acumulación de reservas de grasa corporal significativas durante el mes de marzo principalmente. Así mismo, datos de recaptura de aves anilladas demuestran que las aves migratorias retornan al mismo lugar cada año (Myers, 1980; Pulido, 1987) lo que confirma el uso de esta zona como un importante lugar de alimentación para el Playero semipalmado.

Finalmente, de las observaciones realizadas mensualmente se apreció que la pérdida del hábitat afectaría considerablemente al Playero semipalmeado, así como otras aves de orilla. La zona de la playa la Aguada se encuentra alejada del área de observación de las aves dentro de la RNP, por lo que considero que no es un factor que pueda afectar directamente. Sin embargo las variaciones en el clima tienen un gran impacto en los ecosistemas marino-costero, dado que se ha ido observando el calentamiento y la acidificación de los océanos, así como el aumento del nivel del mar (IPCC, 2013) los cuales, actualmente vienen intensificando a través de los años. Por lo tanto, se deben tomar en cuenta en la toma de decisiones para la conservación de las aves playeras migratorias y sus áreas de estadía no reproductiva en el mundo.

## V. CONCLUSIONES

En los años 2013-2014, bajo las condiciones en que se llevó a cabo este estudio, puede concluirse que:

1. La Reserva Nacional de Paracas es un área importante como zona de alimentación para la especie *Calidris pusilla*, ya que favorece a la ganancia de masa corporal y acumulación de grasa necesaria para realizar la migración, durante su estadía no reproductiva.
2. El 90% de los individuos adultos de la especie *Calidris pusilla* logran alcanzar en el mes de marzo una masa mínima necesaria para poder realizar de manera óptima su vuelo migratorio hacia sus áreas de reproducción.
3. El porcentaje de grasa corporal estimado promedio durante el periodo de llegada fue de 9 por ciento para los juveniles y adultos; durante el periodo medio el porcentaje de grasa fue de 9 por ciento en juveniles y 8 por ciento en adultos; y por último durante el periodo pre-migratorio fue de 13 por ciento en juveniles y 18 por ciento en adultos.
4. Existe una variación temporal del porcentaje de grasa corporal estimado de los individuos adultos y juveniles de *Calidris pusilla* Playero semipalmado durante los meses de evaluación.
5. Se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de grasa corporal estimado entre adultos y juveniles en el periodo pre-migratorio, sin embargo en los dos primeros periodos la grasa corporal estimada no fue significativamente diferente.

## VI. RECOMENDACIONES

- Considerar relevante el cuidado y protección de playa La Aguada ubicada en la bahía de Paracas, sobre todo en el periodo pre-migratorio, debido que corresponde al periodo en que el Playero semipalmeado alcanza el mayor porcentaje de grasa corporal.
- Realizar un estudio detallado en la bahía de Paracas, sobre la dieta de esta especie para determinar sus principales componentes y el contenido energético que le brindan.
- Continuar con los monitoreos y/o censos durante los meses de abril hasta setiembre para poder estimar el número de individuos de *Calidris pusilla* que permanecen todo el año en la bahía de Paracas.
- Realizar el estudio en otras playas de la bahía de Paracas, como por ejemplo en playa El Cequi6n que presenta condiciones geol6gicas similares a la playa la Aguada para poder realizar comparaciones entre cada 6rea, as6 como, establecer preferencias de sitio.
- Realizar estudios de esfuerzo de forrajeo de las aves playeras migratorias, usando par6metros como el gasto de energ6a, tiempo de alimentaci6n, tiempo en que se encuentran en movimiento, tiempo de descanso, competencia con otras especies a fin de conocer mejor la din6mica de cada especie en las 6reas donde habitan.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

ALERSTAM, T; LINDSTROM, A. 1990. Optimal bird migration; the relative importance of time, energy and safety. *Bird migration; Physiology and ecophysiology*. Spring-Verlag. AL, p. 331-351.

AMORÓS, SK. 2009. Importancia de la Península de Paracas (Ica-Perú) en la Conservación del “Gaviotín Peruano” *Sternula lorata* (Philippi y Landbeck, 1861). Tesis para optar el título de Biólogo. Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 80p.

ANTAS, PTZ; NASCIMENTO, ILS. 1990. Análise de dados de anilhamento de *Calidris pusilla* no Brasil. In: S.M. Azevedo Júnior (Ed.). Anais do IV encontro nacional de anilhadores de aves. Recife, BR. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 151p.

ANDRES, BA; SMITH, PA; MORRISON, RIG; GRATTO-TREVOR, CL; BROWN, SC; FRIIS, CA. 2012. Population estimates of North American shorebirds, 2012. *Wader Study Group Bull.* 119(3): 178-194.

BARBOSA, A; MORENO, E. 1999. Evolution of foraging strategies in shorebirds: an ecomorphological approach. *Auk* 116(3): 712-727.

BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2014. Species factsheet: *Calidris pusilla* (en línea). Consultado en 20 de oct. 2015. Disponible en: <http://www.birdlife.org>.

BLANCO, DE. 2000. Los humedales como hábitat de aves acuáticas. Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe-ORCYT-Montevideo, UY. p. 219-22

BORT, JV. S.f. La Migración de aves. Internatura. s.f. 34 p. Consultado 18 de Noviembre de 2015. Disponible en: <http://www.internatura.org/estudios/migracio.html>.

CALIDRIS (Asociación para el Estudio y la Conservación de las Aves Acuáticas en Colombia). 2004. Manual para el Monitoreo de Aves Migratorias. Convenio de cooperación entre la Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil y la Asociación para el Estudio y la Conservación de las Aves Acuáticas en Colombia. 1 ed. 54 p.

CANEVARI, P; CASTRO, G; SALLABERY, M; NARANJO, LG. 2001. Guía de los chorlos y playeros de la Región Neotropical. American Bird Conservancy, WWF-US, Humedales para las Américas y Manoeet Conservation Science, Asociación Calidris. Santiago de Cali, CO.

CASTRO, G.; MYERS, J. 1987. Ecología y conservación del playero blanco (*Calidris alba*) en el Perú. Boletín de Lima. n. 52, p. 47-60.

\_\_\_\_\_; MYERS, J; BERTOCHI, L. 1988. Predadores del “playero blanco” en el Perú. Boletín de Lima n.58, p. 57-59.

CAYO, MM. 1994. Patrones espacio temporal de ocupación de hábitat de las aves de orilla de la Reserva Nacional de Paracas. Tesis para optar el título de Bióloga. Lima, PE Universidad Nacional Agraria La Molina. 94p.

CHANDLER, R. 2009. Shorebirds of the Northern Hemisphere. Christopher Helm, London.

CHÉVEZ-ZICHINELLI, CA; MACGREGOR-FROS, I; QUESADA, J; ROHANA, PT. 2013. How stressed are birds in an urbanizing landscape. Relationships between the physiology of birds and three levels of habitat alteration. The Condor 115:84-92p.

CIMPRICH, DA; MOORE, FR. 2006. Fat addict predator-avoidance behavior in Gray Catbirds (*Dumetella carolinensis*) during migratory stopover. Auk 123: 1069-1076p.

CRESSWELL, W. 1994. Age-dependent choice of redchank (*Tringa totanus*) feeding location: profitability or risk? J Anim Ecol. 63:589-600p.

DINGLE, H. 1996. Migration: the biology of life on the move. Oxford University Press. Oxford, UK.

\_\_\_\_\_. 1980. Ecology and Evolution of migrant. In: Animal Migration Orientation and Navigation. S.A. Gauthereaux (Ed.) Academic Press, New York, US.

DUNN, PO; MAY, TA; MCCOLLOUGH, MA y HOWE, MA. 1988. Length of stay and fat content of migrating Semipalmated sandpipers in Eastern Maine. Condor 90: 824-835p.

ESLER, D; GRAND, JB. 1994. The role of nutrient reserves for clutch formation by Northern Pintails in Alaska. Condor 96:422-432p.

FEDRIZZI, CE; AZEVEDO JÚNIOR, SM y LACERDA DE LARRAZÁBAL, ME. 2004. Body mass and acquisition of breeding plumage of wintering *Calidris pusilla* (Linnaeus) (Aves, Scolopacidae) in the coast of Pernambuco, north-eastern Brasil. Revista Brasileira de Zoologia. 21(2): 249-252p.

FIERRO, K. 2009. Aves migratorias en Colombia. Plan Nacional de las Especies Migratorias: Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de las biodiversidad colombiana. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y WWF Colombia.

LAOS, G. 2002. Estudio Oceanográfico Pisco Paracas. Departamento de Medio Ambiente de la Dirección de Hidrografía y Navegación.

GARRIDO, OH y REYNARD, GB. 1998. Is the Greater Antillean Nightjar, *Caprimulgus cubanensis* (Aves: Caprimulgidae), a composite species. Ornithology Neotropical 9:1-12p.

GILL, F. 1995. Ornithology. Second Edition. W.H. Freeman and Company. New York, UE.

GONZÁLEZ, PM. 2007. Declinación poblacional del playero rojizo (*Calidris canutus rufa*) (Scolopacidae): rol de la supervivencia específica por sexo y estrategias migratorias de larga distancia. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas. AR. Universidad de Buenos Aires. 61 p.

GRATTO-TREVOR, CL. 1988. Natal philopatry, site tenacity and age of first breeding of the Semipalmated Sandpiper. Willson Bulletin, 100:660-663.



\_\_\_\_\_. 1992. Semipalmated Sandpiper. In: A Pool: The birds of North America. Eds. P. Stettenheimy, F. Gill. Washington DC. The Academy of Nature Sciences and The American Ornithologists Union (6) 20p.

\_\_\_\_\_; DICKSON, HL. 1994. Confirmation off elliptical migration in a population of Semipalmated Sandpipers. Willson Bulletin 106:78-90.

\_\_\_\_\_; MORRISON, RI; MIZRAHI, D; LANK, DB; HICKLIN, P; PAANS, AL. 2012. Migratory Connectivity of Semipalmated Sandpipers: Winter Distribution and Migration Routes of Breeding Populations. Ed. Waterbirds, 35(1): 83-95.

HAYMAN, P; MARCHANT, J y PRATER, T. 1986. Shorebirds and identification guide to the waders of the world. Boston, Houghton Mifflin Company. 412p.

HICKLIN, PW y GRATTO-TREVOR, CL. 2010. Semipalmated Sandpiper (*Calidris pusilla*). The Birds of North America Online (A. Poole, Ed). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology. Consultado 18 de setiembre 2014. Disponible en <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/006>.

\_\_\_\_\_; CHARDINE, JW. 2012. The Morphometric of Migrant Semipalmated sandpipers in the Bay of Fundy: Evidence for declines in the eastern breeding populations. Waterbirds 35(1): 74-82.

HOGAN, D; ESLER, D; THOMPSON, JE. 2013. Variation in body mass and foraging effort of Barrow`s Goldeneyes (*Bucephala islandica*) during remigial molt. The Auk: vol130, n2, 313-322p.

del HOYO, J; ELLIOTT, A; SARGATAL J. 1996. Handbook of the birds of the world, vol3: Hoatzin to Auks. Lyns Edicions, Barcelona (ES).

INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales, PE). 2002. Plan Maestro 2003-2007 de la Reserva Nacional de Paracas. Pisco-Perú. Páginas 156 más anexos. Consultado 28 may. 2014. Disponible en [http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/publicaciones/RN\\_Paracas/plan.pdf](http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/publicaciones/RN_Paracas/plan.pdf).

IPPC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2013. Cambio Climático 2013: Bases físicas. Quinto informe de Evaluación del IPCC. Resumen para responsables de política.

JOHNSTON, DW. 1966. A review of the vernal fat deposition picture in overland migrant birds. *Bird-Banding*, 37:172-183p.

\_\_\_\_\_; MORTON, ML; BRUNER, PL; JOHNSON, PM. 1989. Fat cyclicity, predicted migratory flight ranges and features of wintering behavior in Pacific Golden Plovers. *The Condor* 91: 156-177p.

KING, JR y FARNER, DS. 1963. The relationship of fat deposition to Zugunruhe and migration. *Condor*, 65:200-223p.

\_\_\_\_\_; KLAASSEN, A; PIERSMA, T; HOLMGREN, N y WENNERBERG, L. 2002. Fuel stores of juvenile waders on autumn migration in High Arctic Canada. *Ardea* 90: 93-101p.

MACLEOD, R; BARNETT, P; CLARK, JA; CRESSWELL, W. 2005. Body mass change strategies in blackbirds *Turdus merula*: the starvation-predation risk trade-off. *Journal of Animal Ecology* 74: 292-302.

MASCHER, JW. 1966. Weight variations in resting Dunlin (*Calidris alpina*) on autumn migration in Sweden. *Bird-Banding*, 37:1-34.

MAVDT y WWF (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Fondo Mundial para la Naturaleza Colombia). 2009. Plan Nacional de las especies migratorias: Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Naranjo, LG Y Amaya-Espinel (Editores). Bogotá, CO.

McNEIL, R. 1969. La determinación del contenido de lípidos y la capacidad de volar especies de aves migratorias. (La détermination du contenu lipidique et de la capacité de vol chez quelques espèces d'oiseaux de ravage (Charadriidae et Scolopacidae). *Journal Zool.* 47: 525-536.

\_\_\_\_\_; CADIEUX, F. 1972. Numerical formulae to estimate flight range of some North American shorebirds from fresh weight and length. *Bird Banding*, Tulsa. 43(2):107-113.

\_\_\_\_\_ ; DÍAZ, MT; CASANOVA, B; VILLENEUVE, A. 1995. Trematode parasitism as a possible factor in over-summering of greater yellowlegs (*Tringa melanoleuca*). *Ornitologia Neotropical*, Athens, 6(2): 57-65.

\_\_\_\_\_ ; DÍAZ, MT; CASANOVA, B; VILLENEUVE, A; THIBAUT, M. 1996. Trematode infestation as a factor in shorebird over-summering: a case study of the greater yellowlegs (*Tringa melanoleuca*). *Bulletin of Scandinavian Society of Parasitology*, Stockholm, 6(2): 114-117.

MEISSNER, W. 1996. Timing and phenology of autumn migration of Common Sandpiper (*Actitis hypoleucos*) at the Gulf of Gdansk. *Ring* 18:59-72.

MILLER, MP; GRATTO-TREVOR, CL; HAIG, SM; MIZRAHI, DS; MITCHELL, MM, MULLINS, TD. 2013. Population genetics and evaluation of genetic evidence for subspecies in the Semipalmated Sandpiper (*Calidris pusilla*). *Waterbirds* 36(2): 166-178.

MORRISON, RIG. 1975. Migration and morphometrics of European Knot and Turnstone on Ellesmere Island, Canada. *Bird-Banding* 46: 290-301.

\_\_\_\_\_. 1984. Migration systems of some New World shorebirds. *Shorebirds in Marine Environments*. New York, UE. n. 6.

\_\_\_\_\_ ; DAVIDSON, NC; WILSON, JR. 2007. Survival of the fittest: body stores on migration and survival in Red Knots *Calidris canutus islandica*. *Journal of Avian Biology* 38: 479-487.

\_\_\_\_\_ ; MIZRAHI, DS; ROSS, RK; OTTEMA, OH; de PRACONTAL, N; NARINE, A. 2012. Dramatic declines of Semipalmated Sandpiper on their major wintering areas in the Guianas northern South America. *Waterbirds* 35: 120-134.

MYERS, JP. 1980. Territoriality and flocking by buff breasted sandpiper: variation in non-breeding dispersion. *Condor*, 82:241-250.

\_\_\_\_\_ ; MARON, JC; ORTIZ, E. 1983. Rationale and suggestions for a hemispheric color-marking scheme for shorebirds: a way to avoid chaos. *Wader Study Group Bulletin*, 38: 30-32.

\_\_\_\_\_. 1984. The Pan American Shorebird Program. A Progress Report. Wader Study Group Bulletin, 42: 26-31.

\_\_\_\_\_; MARON, J; SALLABERRY, M. 1985. Going to extremes: Why do Sanderling Migrate to the Neotropics? Neotropical Ornithology 36: 520-535.

\_\_\_\_\_; SALLABERRY, M; ORTIZ, G; CASTRO, G; GORDON, L; MARON, J; SCHICK, T; TABILO, E; ANTAS, P; BELOW, T. 1990. Migration routes of new world sanderlings (*Calidris alba*). Auk 107:172-180.

NARANJO, LG. 2004. Conferencia “Las aves migratorias y la planificación del manejo de reservas naturales”. En: Reunión técnica del proyecto “Conservación de hábitats para aves migratorias para aves migratorias en la cuenca del Río Orinoco. Villavicencio, Meta. CO.

NISBET, ICT; DRURY Jr, WH y BAIRD, J. 1963. Weight-loss during migration. Part I: Deposition and consumption of fat y the Blackpoll Warbler (*Dendroica striata*). Bird-Banding, 34:107-159.

NÚÑEZ, DL. 1999. Guía de Observación y monitoreo. Aves de los Humedales de Ventanilla. Alternativa (ONG). Lima, PE. 1-107.

OCAMPO-PAÑUELA, N. 2010. El fenómeno de la migración en aves: una mirada desde la Orinoquia. Pontificia Universidad Javeriana. CO. Orinoquia 14(2): 188-200.

ODUM, EP; Connell, CE; Stoddard, HL. 1961. Flight energy an estimated flight ranges of some migratory birds. Auk, 78: 515-527.

\_\_\_\_\_. 1965. Adipose tissue in migrating birds. In Handbook of Physiology Section 5, Am. Physiol. Soc., Washington, D.C. 37-43.

PAGE, G. 1970. The relationship between fat deposition and migration in the Semipalmated Sandpiper. A thesis presented to the Faculty of Graduate Studies of The University of Guelph, CA. 49 p.

\_\_\_\_\_ y MIDDLETON, ALA. 1972. Fat deposition during autumn migration in the Semipalmated Sandpiper. A journal of Ornithological Investigation. 43 (2): 85-160.

PÉREZ-TRIS, J. 1999. El peso de las aves en paso ¿Una medida de condición física o de acumulación de grasa? *Revista de Anillamiento* 3:11-15.

\_\_\_\_\_. 2001. Teoría de Optimización de la Migración de las Aves. Departamento de Biología Animal. *Revista de Anillamiento*. ES, 11-14 p.

PETRACCI, PF; CANEVARI, M y BREMER, E. 2005. Guía de las Aves Playeras y Marinas Migratorias del Sur de América del Sur. Fundación Vida Silvestre Argentina. 42 p.

PFISTER, CJ; KAGPRZYK, M y HARRINGTON, BA. 1998. Body-fat levels and annual return in migrating Semipalmated Sandpipers. *The Auk* 115(4):904-915.

PIERSMA, T; JUKEMA, J. 1993. Budgeting the flight of a long distance migrant: changes in nutrient reserve levels of Bar-Tailed Godwits at successive spring staging sites. *Ardea* 78: 315-337.

\_\_\_\_\_; GUDMUNDSSON, GA; LILLIENDAHL, K. 1999. Rapid changes in the size of different functional organ and muscle groups during in a long-distance migrating shorebird. *Physiological and Biochemical Zoology*, 72: 405-415.

\_\_\_\_\_. 1999. Red breasts as honest signals of migratory quality in a long distance migrant, the Bar-tailed Godwit. *Condor*, 95: 163-177.

PULIDO, VM. 1987. Patrones de variación estacional de las poblaciones de aves en las lagunas de Mejía. Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae, en la especialidad de Conservación de Recursos Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, 177p.

\_\_\_\_\_; CASTRO, G; RIOS, M; SUAREZ DE FREITAS, G; UGAZ, J. 1992. Bases para el establecimiento del Programa de Conservación y Desarrollo Sostenible de Humedales Perú, Lima. 38 p.

\_\_\_\_\_; PONCE, C. 1998. Conservación de las Aves de Orillas: Una Perspectiva Latinoamericana. *Visión Actual de la Conservación de los Humedales. Reporte de Humedales 1992-1997. Programa de Conservación y Desarrollo Sostenible de Humedales del Perú.* INRENA, UNALM, PRONATURALEZA, WI, WWT. 61-60 p.

\_\_\_\_\_. 2003. Influencia de la pérdida de hábitats en la conservación de las aves de los Pantanos de Villa. Tesis para optar el grado Académico de Doctor en Ciencias Biológicas. Lima, PE. Universidad Nacional Mayor de San Marco. 151 p.

RALPH, CJ; GEUPEL, GR; PYLE P; THOMAS, M; DESANTE, DF; BORJA, M. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46p.

RAMSAR (Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, IR). 2010. Designating Ramsar Sites: Strategic Framework and guidelines for the future development of the List of Wetlands of International Importance. Ramsar Handbooks for the wise use of wetlands. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland. 4 ed. v. 17

RAPPOLE, JH; WARNER, DW. 1980. Ecological Aspects of migrant bird behavior in Veracruz, Mexico. Migrant Bird in the Neotropics. Ecology behavior, distribution and conservation. Washinfon D.C, EU. Smithsonian Institute, 353-393.

RODRIGUES, AAF. 2009. Seasonal abundance of Nearctic shorebirds in the gulf of Maranhao, Brazil. Journal of Field Ornithology, Tulsa, 71 (4): 665-675.

RUNDLE, D. 1982. A case for esophageal analysis in shorebirds food studies. J. Field Ornithology., 53(3): 249-257.

SARAVIA, P. 2007. Actualización de la Ficha Informativa RAMSAR. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR): Reserva Nacional de Paracas. Lima, PE.

SENNER, NR y ANGULO, F. 2014. Atlas de las Aves Playeras del Perú. Sitios importantes para su conservación. Lima, Perú. CORBIDI (Centro de Ornitología y Biodiversidad).

SIEGEL, S. 1991. Estadística no paramétrica. Editorial Trillas. México 344p.

STILES, FG y SKUTCH AF. 1991. A guide to the birds of Costa Rica. Comstock Publishing Associates a division of Cornell University Press. Ithaca, New York, UE.

STETTENHEIM, P. 1976. Structural adaptations in feathers. p. 385-401 in proceeding of the 16 the International Ornithological Congress. Academy of Science, Canberra, AU.

TAVERA, FE. 2013. Confluencia de dos poblaciones reproductivas del playerito semipalmado *Calidris pusilla* (Scolopacidae) en la Reserva Nacional de Paracas y diferencias en los eventos costosos de su historia de vida durante la estadía no reproductiva. Tesis para la obtención del título de Licenciada en Biología. Lima, PE, Universidad Peruana Cayetano Heredia. 72p.

TAYLOR, CM; LANK, DB; POMEROY, AC; YDENBERG, RC. 2007. Relationship between stopover site choice of migrating sandpipers, their population status and environmental stressors. *Isr J Ecol Evol.* 53:245-261.

TORRES, ME. 2006. Dinámica Temporal de la Comunidad de Aves Limícolas (Haematopodidae, Charadriidae, Scolopacidae, Recurvirostridae y Phalaropodidae) de la Zona Reservada de Pantanos de Villa durante el año 2005. Tesis para optar el título de Biólogo. Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 107p.

VILLASEÑOR, JF. 1994. Aspectos Fisiológicos de la Migración en Aves: Fuente de Energía, Ajustes Musculares, Respiración y Control Hormonal. *Ciencia Nicolaita* no 6: 63-74.

WICHMANN, G; BARKER, J; ZUNA-KRATKY, T; DONNERBAUM, K y ROSSLER, M. 2004. Age related stopover strategies in the Wood Sandpipers (*Tringa glareola*). *Ornis Fennica* 81:169-171.

WATTS, BD. 1989. Aves playeras migratorias en la parte alta de la Bahía de Panamá. The Center for Conservation Biology. Department of Defense. Partners in Flight. AUDUBON. Smithsonian Tropical Research Institute. Miramar Inter-Continental Panamá.

YDENBERG, R; DEKKER, D; KAISER, G; SHEPHERD, P. 2010. Winter body mass and over-ocean flocking as components of danger management by Pacific dunlins *BMC Ecology* 10:1-11.

\_\_\_\_\_ ; BUTLER, RW; LANK, DB; GUGLIELMO, CG; LEMON, M; WOLF, N. 2002. Trade-off, condition dependence and stopover site selection by migrating sandpipers. *J Avian Biology* 33:47-55.

ZWARTS, L; ENS, BJ; KERSTEN, M; PIERSMA, T. 1990. Moulting, mass and flight range of waders ready to take off long-distance migrations. *Ardea* 78: 339-364.



## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: FICHA DE CAMPO

EDAD	SEXO	MC	PLUMAJE	IMC	ALA	CULMEN	PESO	HORA PESO	DIA	MES	AÑO	HORACAPTURA	NOTAS
AD	U	X	1	23	98	20.1	22.4	2328	1	10	2013	2300	P10-P8=0 P7=2 P6-P1=5
AD	U	X	1	33	98	18.6	22.8	2323	1	10	2013	2300	P10-P8=0 P7=2 P6-P1=5
JU	U	X	1	13	99	18.6	23.5	2312	1	10	2013	2300	P10-P8=0 P7=2 P6-P1=5 (PFP) 3 GENERACIONES
AD	U	X	1	13	98	18.1	22.7	2220	1	10	2013	2200	P10-P6=0 P5=2 P4=3 P3-P1=4
AD	U	X	1	23	95	19.5	20.7	2210	1	10	2013	2200	P10-P6=0 P5=2 P4=4 P3-P1=5
AD	U	X	1	23	97	20.9	24.3	2140	1	10	2013	2130	P10/P8=0 P7=2 P5/P1=5
AD	U	X	1	33	97	19.5	24.3	2130	1	10	2013	2130	P1/P10=0 P6=1 P5=4 P4-P1=5
AD	U	X	1	23	99.6	19.9	22.9	2057	1	10	2013	2030	RECAPTURA
AD	U	X	1	23	98	20.1	22.4	2328	1	10	2013	2300	p10-p8=0 p7=2 p6-p1=5
AD	U	X	1	33	98	18.6	22.8	2323	1	10	2013	2300	p10-p8=0 p7=2 p6-p1=5
AD	U	X	1	13	99	18.6	23.5	2312	1	10	2013	2300	p10-p8=0 p7=2 p6-p1=5
AD	U	X	1	13	98	18.1	22.7	2220	1	10	2013	2200	p10-p6=0 p5=2 p4=3 p3-p1=4
AD	U	X	1	23	95	19.5	20.7	2214	1	10	2013	2200	p10-p6=0 p5=2 p4=4 p3-p1=5
AD	U	X	1	23	97	20.9	24.3	2140	1	10	2013	2130	p10-p8=0 p7=2 p5-p1=5
AD	U	X	1	33	97	19.5	24.3	2130	1	10	2013	2130	p6=1 p5=4 p4-p1=5
AD	U	X	1	23	96	19.9	22.9	0	1	10	2013	2030	
JU	U	X	1	31	102.5	18.5	23.1	2244	2	10	2013	2230	ALA NUEVA BUFFY TIPS
AD	U	X	1	33	103	19.8	26.2	0132	2	10	2013	0100	MUDA SUSPENDIDA P10-P6=0 P5-P1=5
AD	U	X	1	11	95	17.6	24.6	0117	2	10	2013	0100	P10-P7=0 P6=3 P5-P1=5
JU	U	X	1	13	96	17.8	24	0114	2	10	2013	0100	ALA NUEVA BUFFY TIPS
AD	U	X	1	33	103	19.8	26.2	0132	2	10	2013	0100	Muda suspendida p10-p6=0 p5-p1=5
AD	U	X	1	11	95	17.6	24.6	0117	2	10	2013	0100	p10-p7=0 p6=3 p5-p1=5
JU	U	X	11	13	96	17.8	24	0114	2	10	2013	0100	Ala nueva, buffy tips
AD	U	X	1	13	89	17.4	22.4	2329	3	10	2013	2330	P10-P8=0 P7=3 P6-P1=5
AD	U	X	1	13	96	20.1	21.1	2323	3	10	2013	2300	P10-P7=0 P6=2 P5=4 P4-P1=5
JU	U	X	1	0	0	0	23.4	0130	3	10	2013	0100	RECAPTURA
AD	U	X	1	21	97	19.3	20.9	0529	5	10	2013	0100	ALA NUEVA
AD	U	X	1	00	99	19.8	23.5	0423	5	10	2013	0230	P10-P7=0 P6=4 P5-P10=5

## ANEXO 1: ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 1. PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS

#### Porcentaje de Grasa Corporal en Adultos

Hipótesis:

H<sub>0</sub>: El porcentaje de grasa corporal (EPG) de los adultos de *Calidris pusilla* no es variable durante los meses de octubre 2013 a marzo del 2014 en la bahía de Paracas.

H<sub>1</sub>: El porcentaje de grasa corporal (EPG) de los adultos de *Calidris pusilla* es variable durante los meses de octubre 2013 a marzo del 2014 en la bahía de Paracas.

Estadístico de Prueba:

Rangos			
	FECHA	N	Rango promedio
EPG	Oct13-Nov13	215	366,64
	Dic13-Ene14	398	345,15
	Feb14-Mar14	243	619,75
	Total	856	

Estadísticos de prueba <sup>a,b</sup>	
	EPG
Chi-cuadrado	204,084
gl	2
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: FECHA

Conclusión:

P\_valor < 0,05 se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, con un nivel de significancia del 95% el porcentaje de grasa corporal de los individuos adultos de *Calidris pusilla* es variable durante los meses de octubre 2013 a marzo del 2014 en la bahía de Paracas.

### Porcentaje de Grasa Corporal en Juveniles

Hipótesis:

H<sub>0</sub>: El porcentaje de grasa corporal (EPG) de los juveniles de *Calidris pusilla* no es variable durante los meses de octubre 2013 a marzo 2014 en la bahía de Paracas.

H<sub>1</sub>: El porcentaje de grasa corporal (EPG) de los juveniles de *Calidris pusilla* es variable durante los meses de octubre 2013 a marzo 2014 en la bahía de Paracas.

Estadístico de Prueba:

Rangos			
	FECHA	N	Rango promedio
EPG	Oct13-Nov13	71	164,36
	Dic13-Ene14	203	153,29
	Feb14-Mar14	63	224,84
	Total	337	

Estadísticos de prueba <sup>a,b</sup>	
	EPG
Chi-cuadrado	26,134
gl	2
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: FECHA

Conclusión:

P\_valor < 0,05 se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, con un nivel de significancia del 95% el porcentaje de grasa corporal de individuos juveniles de *Calidris pusilla* es variable durante los meses de octubre 2013 a marzo 2014 en la bahía de Paracas.

## 2. PRUEBA U DE MANN-WHITNEY

### Periodo de llegada

H<sub>0</sub>: Durante el periodo de llegada el porcentaje de grasa corporal no presentó diferencias significativas entre individuos adultos y juveniles de *Calidris pusilla*.

H<sub>1</sub>: Durante el periodo de llegada el porcentaje de grasa corporal presentó diferencias significativas entre individuos adultos y juveniles de *Calidris pusilla*.

Rangos				
	EDAD	N	Rango promedio	Suma de rangos
EPG	Juvenil	68	153,36	10428,50
	Adulto	215	138,41	29757,50
	Total	283		

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	EPG
U de Mann-Whitney	6537,500
W de Wilcoxon	29757,500
Z	-1,313
Sig. asintótica (bilateral)	,189

a. Variable de agrupación: EDAD

Conclusión:

P\_valor >0,05 se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, con un nivel de significancia del 95% en el periodo de llegada el porcentaje de grasa corporal no presentó diferencias significativas entre los adultos y juveniles de *Calidris pusilla*.

**Periodo medio**

H<sub>0</sub>: Durante el periodo medio el porcentaje de grasa corporal no presentó diferencias significativas entre individuos adultos y juveniles de *Calidris pusilla*.

H<sub>1</sub>: Durante el periodo medio el porcentaje de grasa corporal presentó diferencias significativas entre individuos adultos y juveniles de *Calidris pusilla*.

	EDAD	N	Rango promedio	Suma de rangos
EPG	Juveniles	203	314,65	63874,00
	Adultos	398	294,04	117027,00
	Total	601		

	EPG
U de Mann-Whitney	37626,000
W de Wilcoxon	117027,000
Z	-1,376
Sig. asintótica (bilateral)	,169

a. Variable de agrupación: EDAD

Conclusión:

P\_valor < 0,05 se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, con un nivel de significancia del 95% en el periodo medio el porcentaje de grasa corporal no presentó diferencias significativas entre los adultos y juveniles de *Calidris pusilla*.

**Periodo pre-migratorio**

H<sub>0</sub>: Durante el periodo pre-migratorio el porcentaje de grasa corporal no presentó diferencias significativas entre individuos adultos y juveniles de *Calidris pusilla*.

H<sub>1</sub>: Durante el periodo pre-migratorio el porcentaje de grasa corporal presentó diferencias significativas entre individuos adultos y juveniles de *Calidris pusilla*.

Rangos				Estadísticos de prueba <sup>a</sup>		
	EDAD	N	Rango promedio	Suma de rangos	EPG	
EPG	Juvenil	63	118,21	7447,50	U de Mann-Whitney	5431,500
	Adulto	243	162,65	39523,50	W de Wilcoxon	7447,500
	Total	306			Z	-3,552
					Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Variable de agrupación: EDAD

Conclusión:

P\_valor < 0,05 se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, con un nivel de significancia del 95% en el periodo pre-migratorio el porcentaje de grasa corporal presentó diferencias significativas entre los adultos y juveniles de *Calidris pusilla*.