

## ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DEL PINGÜINO DE HUMBOLDT (*Spheniscus humboldti*), ISLA PACHACAMAC - PERÚ

### REPRODUCTIVE BEHAVIOR STUDY OF THE HUMBOLDT PENGUIN (*Spheniscus humboldti*), PACHACAMAC ISLAND - PERU

Lady Amaro<sup>1</sup>, Cecilia Rivas Medina<sup>2</sup> y Luis Paz Soldán<sup>3</sup>

#### Resumen

El comportamiento del pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti* Meyen, 1834) ha sido estudiado en cautiverio y en estado silvestre desde los años 1980 siguiendo metodologías propuestas por distintos autores. En el presente artículo se utilizó el método de registros de presupuestos de tiempo ("time budgets") mediante la técnica de muestreo de animal focal ("focal-animal sampling") para analizar los comportamientos del pingüino de Humboldt durante el periodo reproductivo del año 2010 en la Isla Pachacamac. Se hizo un esfuerzo de muestreo de 250 horas y el análisis de los comportamientos tomó en cuenta las variaciones de acuerdo a los lugares de anidación y a los meses de estudio. Como resultado se registraron 46 comportamientos, agrupados en 9 categorías: "manutención", "sexual-social", "agresividad", "construcción del nido", "cuidado del huevo", "cuidado del polluelo", "locomoción", "estacionario o descanso" y "visual". Las categorías "estacionario" (40.5%) y las relacionadas al nido (25.2%) fueron las que presentaron mayor frecuencia. Se encontró diferencia significativa en el comportamiento respecto al lugar de asentamiento y anidación del grupo, así como a través de los meses de estudio. Además, se discute sobre los comportamientos relacionados con la calidad de hábitat y el éxito reproductivo, y se brindan recomendaciones para evaluar el comportamiento de *S. humboldti* en próximos estudios.

**Palabras clave:** comportamiento, pingüino, presupuesto de tiempo, reproductivo.

#### Abstract

The behavior of the Humboldt penguin (*Spheniscus humboldti* Meyen, 1834) has been studied in captivity and in the wild since the 1980s following methodologies proposed by different authors. In this article, the method of recording time budgets was used through the focal animal sampling technique to analyze the behaviors of Humboldt penguins during the reproductive period of 2010 on Pachacamac Island. There was a sampling effort of 250 hours and the analysis of the behaviors took into account the variations according to the nesting places and the months of study. As a result, 46 behaviors were recorded, grouped into 9 categories: "maintenance", "sexual-social", "aggressiveness", "nest construction", "egg care", "chick care", "locomotion", "stationary or rest" and "visual". The "stationary" categories (40.5%) and those related to the nest (25.2%) were the ones that presented the highest frequency. A significant difference was found in the behavior regarding the place of settlement and nesting of the group, as well as through the months of study. In addition, behaviors related to habitat quality and reproductive success are discussed, and recommendations are provided to evaluate the behavior of *S. humboldti* in future studies.

**Key words:** behavior, penguin, reproductive, time budget.

#### Introducción

El comportamiento del pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti* ha sido estudiado en cautiverio, en zoológicos de distintas partes del mundo (Merritt & King, 1987; Scholten, 1987; Edgington, 1989) y en estado silvestre en Punta San Juan, Ica - Perú (Scholten, 1992; Schwartz *et al.*, 1999; Taylor *et al.*, 2001), lográndose la descripción de sus comportamientos y de la metodología para evaluar los presupuestos de tiempo ("time budgets") de esta especie. Además, se han realizado estudios del comportamiento de *S. humboldti* que relacionan a la calidad de hábitat, tipo de nidos y zona donde se desarrolla la colonia (Frere *et al.*, 1992; Gandini *et al.*, 1997).

Estos estudios amplían el conocimiento sobre el comportamiento de *S. humboldti* y permiten realizar comparaciones dentro de la misma especie, en distintas latitudes, que contribuyen a diferenciar ambos sexos de manera práctica (Merritt & King, 1987; Scholten, 1987; Edgington, 1989), así como a determinar los efectos en colonias, ocasionados por distintas actividades humanas, por ejemplo, el turismo (Ellenberg *et al.*, 2006; Oetiker, 2009; Bertrand *et al.*, 2014), entre otras. Sin embargo, se necesita estandarizar un método que recoja todas las recomendaciones hechas por los distintos autores a través de los años, no sólo para esta especie sino también para el género, y que sea aplicable a la realidad peruana, considerando las amenazas y actividades que en ella se realizan y que afectan directa

o indirectamente a las poblaciones del pingüino de Humboldt.

En el presente estudio se analizan los comportamientos observados durante el periodo reproductivo del año 2010 en la Isla Pachacamac, Lima-Perú, específicamente en una colonia localizada dentro de una cueva denominada “El Embudo. Los objetivos específicos de este estudio fueron: a) describir el repertorio de comportamientos del pingüino de Humboldt en la Isla Pachacamac durante el periodo reproductivo 2010; b) determinar si existen diferencias significativas respecto al lugar donde se desarrollan los grupos para anidar y respecto a los meses de estudio, c) explicar la relación entre los comportamientos registrados, la calidad del hábitat y el éxito reproductivo.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

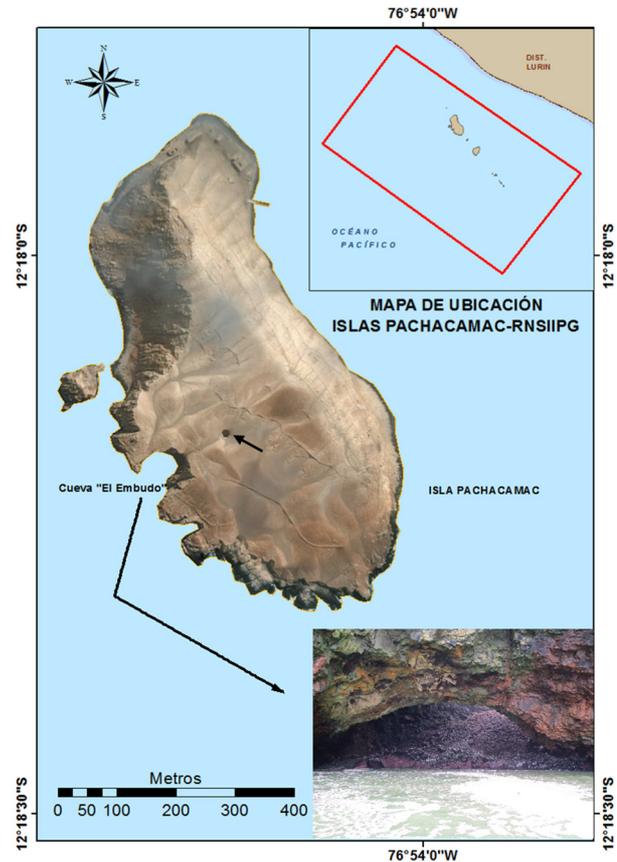
El estudio se desarrolló en la isla Pachacamac (UTM 18L 293038.85 m E, 8639245.52 m S) ubicada frente al distrito de Lurín, Lima-Perú, pertenece a la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (RNSIIPG) (Figura 1). Esta isla tiene aproximadamente 23 ha de área terrestre, presenta una gran cueva denominada “El Embudo” que alberga regularmente una colonia de 500 individuos de pingüinos (Paz-Soldán & Jahncke, 1998). Esta cueva, de unos 100 m de altura, se caracteriza por presentar una salida hacia el mar y una peculiar abertura en lo que vendría a ser el techo de la cueva, de unos 13 m de diámetro en su extensión más larga, lo cual permite realizar la observación y el conteo de pingüinos desde la parte alta de la isla. Además, es posible realizar conteos desde una embarcación por mar.

### Colecta de datos

El comportamiento se evaluó por el método de “presupuesto de tiempo” (“time budget”), el cual consiste en observar a un individuo por un periodo de tiempo y registrar sus actividades para su posterior análisis (Sutherland *et al.*, 2005). Este método permite identificar las actividades y el tiempo que invierten en realizar cada una de ellas, pudiendo determinar la frecuencia de cada comportamiento (“display”) durante un periodo específico de observación, según las diferentes etapas de la historia natural del individuo observado.

Como método de muestreo se empleó el “focal-animal sampling” (Altmann, 1974; Sutherland *et al.*, 2005). Desde la parte más alta sobre la cueva (aprox. 100 m), se realizó la observación de la colonia para primero identificar un individuo a ser evaluado y registrar su comportamiento cada 20 segundos, por un periodo de 20 minutos, obteniéndose en total 61 registros por cada individuo observado (Scholten, 1992). Para el adecuado registro de los comportamientos de cada individuo se utilizó un cronómetro (“timer-stopwatch”), binoculares 10X 50

mm, libreta de notas, formatos impresos para el registro de presupuesto de tiempo y una tabla de números al azar para seleccionar al individuo a observar.



**Figura 1.** Mapa de la Isla Pachacamac donde se observa la cueva “El Embudo”. El polígono en rojo, corresponde al área natural protegida que conforma parte de la RNSIIPG.

Para estudiar los presupuestos de tiempo se elaboró una lista de comportamientos recopilados en base a estudios realizados en individuos de pingüinos de Humboldt en ambientes silvestres (Scholten, 1992), en cautiverio (Merritt & King, 1987; Scholten, 1987), y en pingüinos de Magallanes *S. magellanicus* (Bennett, 1993). Los comportamientos individuales (“displays”) fueron clasificados en 9 categorías de comportamiento, siguiendo lo propuesto por Bennett (1993): mantenimiento, sexual-social, agresividad, construcción del nido, cuidado del huevo, cuidado del polluelo, locomoción, estacionario o descanso y visual.

El muestreo de los animales focales se circunscribió a los individuos ubicados en la cueva “El Embudo”. Para el presente estudio se seleccionaron dos zonas de estudio, una con baja calidad de hábitat a la que se denominó “Zona A” y otra con alta calidad de hábitat denominada “Zona B”. La Tabla 1 presenta el detalle de la ubicación de las zonas y sus características.

**Tabla 1.** Características de las zonas de estudio A y B, presentes en la cueva “El Embudo”.

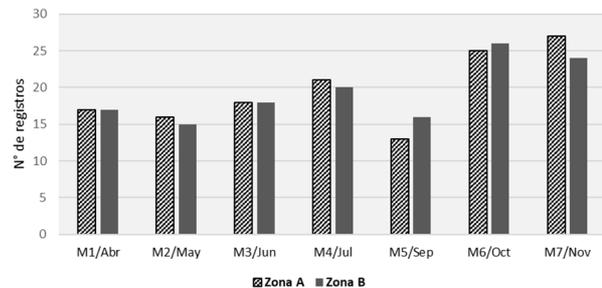
	Zona A	Zona B
Ubicación	Zona de difícil acceso, no presenta apertura directa a la superficie de la cueva, alejada de la orilla del mar.	Zona contigua al tope de la bóveda de la cueva, debajo de la apertura directa a la superficie de la cueva, alejada de la orilla del mar.
Características	Zona húmeda, resbalosa Poca iluminación	Zona más seca que la Zona A Alta iluminación
Altura con respecto a la base de la cueva	20 m	2 a 10 m
Tipos de nidos	Mayor porcentaje de nidos tipo escarpado (entre rocas)	Mayor porcentaje de nidos tipo superficial
N° de nidos observados	I temporada: 5 II temporada: 12	I temporada: 34 II temporada: 48

En los muestreos participaron dos observadores de forma independiente, durante 10 días consecutivos cada mes (entre abril a noviembre de 2010), en periodos de observación comprendidos entre las 10:00 h a 11:00 h y las 14:00 h a 16:00 h (incluyendo tiempo de montaje y cierre del muestreo, y registros para establecer el repertorio de comportamientos). Dichos horarios fueron establecidos considerando la ausencia o presencia de aves guaneras, tanto en el acceso como en las inmediaciones del punto de observación. Los registros incompletos (registros de presupuesto de tiempo) fueron descartados del análisis, esto en el caso que el individuo se perdiera del campo visual o se fuese al mar.

El esfuerzo total de observación fue de 250 horas, las cuales fueron empleadas en el desarrollo de los registros de presupuesto de tiempo, caracterización de las zonas de estudio y observaciones complementarias del comportamiento. Como parte de los registros de presupuesto de tiempo, 91 horas fueron efectivas, distribuidas en 46 días durante los meses de estudio, de abril a noviembre de 2010. Los registros obtenidos entre esos meses fueron en total 273 listas ( $n_A = 137$ ,  $n_B = 136$ ). En la Figura 2 se expone la distribución del esfuerzo de observación expresado en número de registros generados por muestreo.

Adicional a los registros de comportamiento, se calculó el éxito reproductivo para cada zona de anidación, según la temporada reproductiva. El período reproductivo fue dividido en dos temporadas, la primera comprendida desde marzo a junio (I temporada) y la segunda desde julio a noviembre (II temporada). Como indicador del éxito reproductivo se utilizó el éxito de anidación, que se calculó dividiendo

el número total de volantones (polluelos de aproximadamente 4 meses, listos para dejar el nido y conseguir su propio alimento) entre el número total de nidos activos (nidos con presencia de alguno de los padres con huevos) (Gandini *et al.*, 1997; Castro, 2005), correspondientes a cada zona de la temporada reproductiva.

**Figura 2.** Comparación del número de registros realizados con la metodología de presupuesto de tiempo por meses de estudio.

#### Análisis de datos

Las variables analizadas estuvieron representadas por los promedios de las frecuencias relativas de cada una de las 9 categorías de comportamiento observadas. Estas se analizaron teniendo en cuenta la zona de desarrollo del grupo (Zona A y B) y los diferentes meses de toma de datos o muestreo (meses de estudio).

La diferencia significativa entre las frecuencias de los comportamientos de los grupos, ubicados en la Zona A y Zona B fue estimada empleando la prueba no paramétrica de la U de Mann-Whitney; y para la comparación de las frecuencias promedio de cada categoría de comportamiento de los meses de estudio se empleó la prueba no paramétrica H de Kruskal-Wallis (Siegel & Castellan, 1995). El nivel de significancia establecido fue de 0.05 en todos los casos.

#### Resultados y discusión

##### Sobre el comportamiento reproductivo y el repertorio de comportamientos de *S. humboldti*

Durante el periodo de estudio se observó que el pingüino de Humboldt presentó dos temporadas con picos reproductivos, una en abril y otra en julio. Cuando se inició el estudio, en el mes de abril, los nidos en su mayoría se encontraban con huevos; también fue frecuente observar individuos que se encontraban en la construcción del nido, lo que indicó que la temporada reproductiva inició en el mes de marzo, incluyendo la búsqueda de la pareja, construcción del nido y copulación. En el mes de abril se logró observar a la pareja más perenne en el nido. Los estudios previos prueban que la hembra es quien elige al macho y, en su mayoría, este es quien realiza las actividades de construcción del nido (Scholten, 1992). El vínculo de las parejas usualmente se mantiene para todo el periodo reproductivo y a través de los años. Pese a ello,

investigaciones como la de Schwartz *et al.* (1999) reportan casos de parejas que mantienen cópulas con otros individuos fuera de la pareja. Además, la hembra podría optar por elegir a otra pareja que le brinde una mayor probabilidad de tener éxito reproductivo. En el caso que la pareja llegue a separarse, la hembra trataría de buscar a un macho apto que se encuentre muy próximo al lugar de anidación o nido anterior, manteniendo casi constante su rango de asentamiento en la colonia (Scholten, 1992), de allí la importancia de observar las dinámicas de ocupación de las zonas de anidación. En Chile se encontró que los pingüinos de Humboldt tienen una alta fidelidad por el mismo lugar de anidación, siendo esta mayor al 60% (Teare *et al.*, 1998).

Ambos progenitores cuidan el nido durante la anidación y empollamiento, una vez que nace el polluelo se turnan para alimentar a la cría. A partir de los dos meses y medio de nacido los padres dejan a las crías para utilizar más tiempo durante sus viajes, por lo que puede observarse a las crías en guarderías, conformadas por un grupo de polluelos al cuidado de un adulto. Aproximadamente a los 3 meses de edad los polluelos son volantes (Zavalaga & Paredes, 1997; Riveros, 1999) y están listos para dejar el nido y buscar su alimento por sí mismos; sin embargo, algunos aún necesitan cuidados de los padres o podrían no ser aptos para buscar su alimento por sí solos, por lo que es posible observar volantes, crías listas para abandonar el nido, en los bordes de las playas de la isla; inclusive actualmente hay reportes de varamientos de volantes en las playas ubicadas frente a las islas, que son concurridas por la población (SERFOR, 2020).

Taylor *et al.* (2001) reportaron, para Punta San Juan, el comportamiento de intrusión de machos en nidos con parejas, ya sea cuando el nido activo se encontraba con la presencia de uno o ambos individuos. Se observaron interacciones agonísticas de pelea con el macho residente y, hasta cierta medida, también con la hembra, dependiendo de si el macho intruso ganaba la pelea, en cuyo caso la hembra finalmente resultaba aceptando al macho intruso. Además, los machos intrusos tienden a tener un comportamiento de hostigamiento hacia los polluelos de la hembra, presentándose picadas, sacudidas y desplazando a los polluelos fuera del nido, y en algunos casos inclusive matando a los polluelos. En el presente estudio se observó registros en donde individuos peleaban luego de retornar del mar, cuando encontraban el nido ocupado por otro individuo y su pareja, posiblemente se trataría de un intruso que luego era desplazado; sin embargo, no se tuvo la certeza de corroborar lo mencionado por Taylor *et al.* (2001), ya que los individuos no estaban marcados para lograr esa identificación. Pese a ello, se lograron reportar algunos episodios de parejas que buscaban nidos para ser

ocupados; una vez que copulaban en el lugar, se retiraban de la zona continuando su búsqueda. También se observó el robo de plumas de otros nidos, y un evento de cópula entre un adulto y un polluelo, este último murió al día siguiente del evento.

A partir de los 273 registros realizados, el presente estudio identificó 46 comportamientos (Tabla 2), los cuales se agruparon en 9 categorías del comportamiento que se describen a continuación:

1. **Mantenimiento**, comportamientos empleados en el acicalamiento propio, cuidado de plumas.
2. **Sexual-social**, comportamientos relacionados a la interacción con la pareja desde el emparejamiento hasta la cópula.
3. **Agresividad**, comportamientos relacionados a la pelea con otros individuos.
4. **Construcción del nido**, comportamientos empleados en el cuidado del nido desde su construcción hasta antes de iniciar la incubación.
5. **Cuidado del huevo**, comportamientos relacionados al cuidado del nido y huevo durante la incubación.
6. **Cuidado del polluelo**, comportamientos relacionados al cuidado del nido y del polluelo durante el empollamiento.
7. **Locomoción**, comportamientos relacionados al desplazamiento en tierra.
8. **Estacionario o descanso** y
9. **Visual**, actividades relacionadas a la observación de forma rutinaria o como respuesta ante estímulos que lo alertan.

Según la bibliografía disponible, los comportamientos copular (“copulation”), abrazar precópula (“arms act”), vocalización reproductiva (“ecstatic display”), transportar material para el nido (“carry nest material”), son en su mayoría realizados por los machos (Scholten, 1987; Merritt & King, 1987; Edgington, 1989), lo cual guardaría relación con el hecho que los machos son quienes eligen el sitio de anidación y realizan la construcción del nido principalmente (Scholten, 1992).

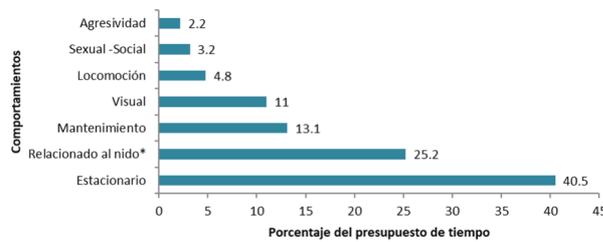
Considerando la totalidad del periodo de estudio, desde abril a noviembre, se pudo observar que la categoría de descanso “estacionario” representó el 40.5% del total de tiempo invertido en realizar actividades durante el día, teniendo esta categoría una frecuencia mayor en el mes de junio, con el 66%; estos resultados coinciden con lo reportado por Riveros (1999) para Punta San Juan, en relación a que el descanso es la actividad que demanda más tiempo. Asimismo, agrupando los comportamientos relacionados al nido (construcción del nido, cuidado del huevo y polluelo), se observó que en conjunto representan el 25.2% (Figura 3).

**Tabla 2.** Repertorio de comportamientos de *S. humboldti*.

CATEGORÍA	COMPORTAMIENTO	DESCRIPCIÓN
1. Mantenimiento (04)	Excretar "mute".	Evacuar heces.
	Acicalarse "preen". Relajar, mueve alas y cola "comfort" "rouse".	Acomoda las plumas con el pico o pata. Sacudir las plumas, cola o estirarse.
2. Estacionario (04)	Aletear "wing flap".	Aletear en un mismo lugar.
	Descansar echado "rest lying down". Descansar parado "rest stand up". Bostezar.	Acostado quieto o sin moverse. Parado quieto o son moverse. Mientras se encuentra parado o echado abre el pico y lo cierra lentamente.
	Dormir "sleeping".	Durmiendo, coloca la cabeza a un costado o dentro de un ala.
3. Locomoción (01)	Caminar "locomotion" "walk".	El individuo muestra movimiento de al menos una longitud corporal en tierra o en agua.
4. Agresividad (08)	Mirar fijamente al otro "stare".	Mira fijamente a otro individuo con un ojo de lado en él, mientras que alterna la mirada moviendo su cabeza de lado a lado.
	Mirar fijamente en el grupo "group stare".	El individuo es parte de un grupo de pingüinos que se encuentran mirando fijamente o vocalizando en contra de otro individuo que está acercándose al grupo.
	Mostrar postura de advertencia emitiendo sonido "gape" "cobra".	Manifiesta una postura de agresividad, inclinando su cuerpo con dirección hacia otro individuo, el cual se encuentra cerca de él. Mueve la cabeza y cuello como los movimientos de una cobra, emitiendo un sonido áspero.
	Mostrar postura de advertencia, no se emite sonido "crouch" "point".	Manifiesta una postura de agresividad, inclinando su cuerpo con dirección hacia otro individuo, el cual se encuentra cerca de él. Estira el cuello con el pico cerrado, sin emitir sonido alguno.
	Picar a otro "peck".	El individuo utiliza su pico cerrado, que se encuentra cerca al otro individuo, para realizar un picotazo rápido contra otro pingüino.
5. Visual (02)	Pelear "charge" "contact conspecific"	El individuo ataca a otro pingüino.
	Golpear o chocar los picos "beak vibrating" "bill clack".	Dos o más individuos palmean o golpean el pico uno contra el otro.
	Ser desplazado en pelea "flee conspecific".	Desplazado por otro pingüino..
	Mirar a un lado "alternate stare" "look around".	Mira alrededor lentamente.
6. Sexual - social(09)	Mirar alerta "sideways stare" "disturbed".	Mueve la cabeza de un lado al otro rápidamente ante la presencia de un estímulo que lo perturba.
	Llamado "call".	Llamado menor número de veces que "ecstatic display", puede realizarlo parado o echado.
	Vocalización reproductiva "ecstatic display".	El individuo mantiene la cabeza levantada, con las aletas extendidas y ligeramente hacia atrás, infla el pecho cuando emite un sonido parecido al rebuzno de un burro, esta vocalización ocurre más de 5 veces aproximadamente.
	Vocalizar en pareja (uno cerca del otro) "mutual display".	Los dos individuos llaman o rebuznan, extendiendo las alas, con los cuellos estirados hacia arriba.
	Acicalar al otro "allopreen".	Acomodar las plumas con el pico al otro individuo
	Acicalar uno al otro (ambos) "mutual allopreen".	Ambos se acomodan las plumas con el pico, uno al otro simultáneamente.
6. Sexual - social(09)	Saludo al llegar al nido.	Mueve las alas como si saludara al otro individuo al llegar al nido.
	Vibrar la cabeza (sólo un individuo) "head shake" "neck rubbing".	Un individuo que se encuentra junto al otro, apunta su pico hacia abajo y realiza vibraciones o sacude la cabeza rápidamente, generalmente ocurre entre parejas apareadas o nuevas.

CATEGORÍA	COMPORTAMIENTO	DESCRIPCIÓN
	Abrazar pre-cópula "embrace" "social wing vibrations" "wing hitting" "arms act".	El individuo se acerca al otro por detrás y hace vibrar las alas contra el otro.
	Copular "mount" "copulation".	El macho sube sobre el dorso de la hembra, aleteando rápidamente sobre ella, presionando su cola contra la cola de ella.
7. Construcción del nido (06)	Cavar "dig".	El individuo cava sobre el guano o tierra para construir el nido, realizándolo con las patas o alas.
	Buscar material para construcción "looking for nest material".	Busca alrededor material para construir el nido.
	Levantar el material con el pico "pick up nest material".	Coge con el pico material para construir el nido.
	Transportar material para el nido "carry nest material".	Camina conteniendo en el pico plumas u otro material para construir el nido.
	Depositar el material en el nido "deposit nest material".	Deja material para el nido dentro o cerca del nido.
	Acomodar el material en el nido "arrange nest material".	Acomoda con el pico las plumas u otro material de la madriguera o nido.
8. Cuidado del huevo (03)	Incubar ("incubation").	El individuo mantiene cálidos los huevos a través del contacto con ellos.
	Rotar el huevo "egg turn".	Mueve o acomoda los huevos con el pico.
	Relevar turno con la pareja para el cuidado del huevo "nest relief".	Uno de los individuos que realiza la incubación cambia el turno con el otro progenitor para continuar el calentamiento de los huevos.
9. Cuidado del polluelo (09)	Empollar "brood".	Mantener caliente a los polluelos estado casi parados sobre los polluelos o abrazándolos.
	Responder ante solicitud de alimento "answer young solicitude for food".	Responder ante las tocadas con el pico de los polluelos solicitando comida.
	Alimentar el pollito "feed young".	El progenitor abre la boca cubriendo la cabeza del polluelo y regurgita la comida dentro de su boca.
	Relevar turno con la pareja para el cuidado del polluelo "nest relief".	Uno de los individuos que realiza la incubación cambia el turno con el otro progenitor para continuar el calentamiento de los polluelos.
	Acomodar al polluelo.	Desde que eclosiona el huevo, el individuo adulto levanta las patas acomodando al polluelo o cambiando de posición.
	Acicalar al polluelo.	Acomoda las plumas del polluelo con el pico.
	Vigilar al polluelo.	Mantiene la mirada fija en su polluelo moviendo la cabeza de un lado a otro lentamente.
	Proteger al polluelo.	Cuando otro individuo pica o es agresivo con su polluelo, este lo protege picando al agresor.
	Picotear al polluelo.	Con el pico cerrado pica a su polluelo.
*Otros no considerados en el presente estudio	Escapar "run away".	Este comportamiento no fue considerado en el estudio, sin embargo, ocurre cuando las personas o un estímulo antrópico perturban al individuo, echándose de forma ventral y se impulsa con las patas y alas. En otros casos se lanza al mar.
	Nadar.	Para el estudio sólo se consideró al comportamiento de "locomotion" como caminata en tierra, sin embargo este comportamiento a nivel general también considera "nadar".
	"Slender walk".	Camina buscando tal vez un nido nuevo, mantiene el cuello alargado. Puede realizarlo sólo o en pareja. Usualmente es atacado por otros pingüinos en señal de protección del lugar de anidamiento. En este estudio se le consideró como "locomotion" cuando caminaba, o "alternate stare" cuando miraba de un lado a otro.

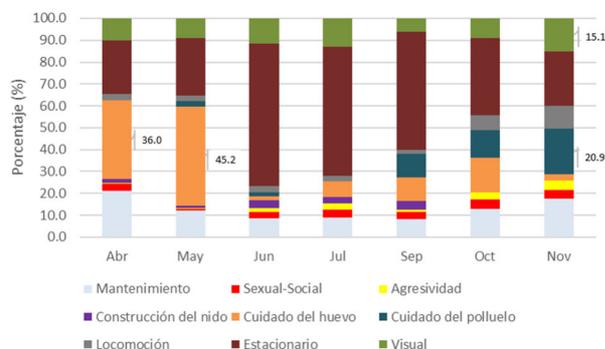
\*En este listado se ha excluido el comportamiento de escapar ("run away") y nadar, considerar que el estudio solo evaluó los comportamientos en tierra.



\*Con el objetivo de comparar los porcentajes de los presupuestos de tiempo, en general para todo el estudio, se consideró agrupar en uno solo los comportamientos que estén relacionados con el cuidado del nido en sus distintas etapas (construcción del nido, cuidado del huevo y cuidado del polluelo) denominándose para la gráfica Comportamientos “relacionado al nido”.

**Figura 3.** Porcentaje de actividades del presupuesto de tiempo del pingüino de Humboldt en isla Pachacamac, abril a noviembre de 2010.

La frecuencia de cada categoría de comportamiento varió cada mes de estudio. Como se observa en la Figura 4, en los meses de abril y mayo, la categoría “cuidado del huevo” presentó la mayor frecuencia, con 36% y 45.2%, respectivamente; mientras que, en los meses de setiembre, octubre y noviembre, el “cuidado de los polluelos” fue uno de los comportamientos que mayor frecuencia tuvo. En el mes de noviembre, al presentarse polluelos con mayor número de semanas de nacidos (“large chicks”) se incrementaron los comportamientos de “cuidado del polluelo” (20.9%) y “visual” (15.1%), similar a lo reportado para la especie *S. magellanicus* (Bennett, 1993). Además, Merrit & King (1987) observaron que *S. humboldti*, en condiciones de cautiverio durante la etapa reproductiva, realiza una mayor inversión en el cuidado de nido y prole, o descanso cerca al nido. Asimismo, el comportamiento “sexual-social” estuvo presente en todos los meses de estudio.



**Figura 4.** Frecuencia de actividades referentes al comportamiento a través de los meses, expresado en porcentaje (%).

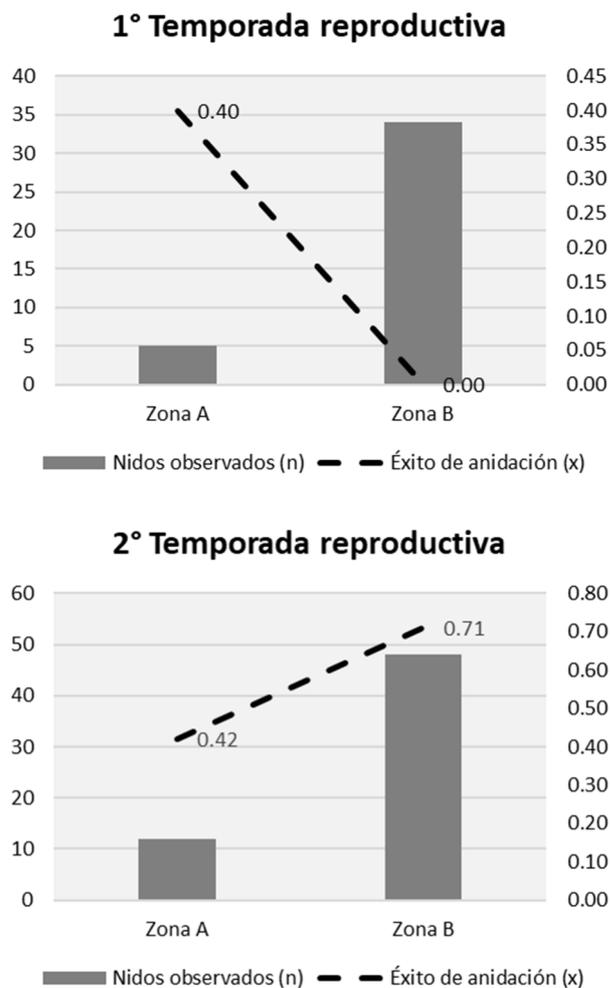
### Sobre los análisis de significancia

Al aplicar las pruebas de significancia se halló que los presupuestos de tiempo de los comportamientos sexuales-sociales ( $U = 7652.00$ ,  $p < 0.05$ ), de agresividad ( $U = 7596.50$ ,  $p < 0.05$ ), de construcción del nido ( $U = 8066.50$ ,  $p < 0.05$ ) y de locomoción ( $U = 7683.50$ ,  $p < 0.05$ ) presentaron diferencias significativas con respecto al sitio de asentamiento del grupo (Zona A y Zona B). Además, se encontró que las categorías de comportamiento registradas presentaron diferencias significativas entre los meses. Por ello se procedió a realizar un análisis por separado de comportamientos registrados en la Zona A y en la Zona B, encontrando que en la Zona A solo la categoría sexual-social no presentó diferencias significativas con respecto a los meses de estudio ( $K = 11.72$ ,  $p > 0.05$ ). Para la Zona B, todos los comportamientos presentaron diferencias significativas con respecto a los meses, es decir, que los comportamientos variaron respecto al mes en el que se presentaron.

### Sobre los comportamientos relacionados con la calidad de hábitat y el éxito reproductivo

Se observó que el éxito de anidación en la primera temporada reproductiva (abril-julio) fue mayor en la Zona A ( $n = 5$ ,  $x = 0.4$ ) que en la Zona B ( $n = 34$ ,  $x = 0$ ), mientras que en la siguiente temporada el grupo de pingüinos de la Zona B ( $n = 48$ ,  $x = 0.71$ ) presentó mayor éxito reproductivo que en la Zona A ( $n = 12$ ,  $x = 0.42$ ). Para el caso de la elección de la zona de anidamiento considerando el número de nidos utilizados, se tiene que la Zona B presentó mayor cantidad de nidos activos que la Zona A (Figura 5). Esta discrepancia con los datos obtenidos en el éxito reproductivo de la primera temporada podría deberse a posibles variables externas como inundaciones, arribo de ondas Kelvin, efecto antrópico, etc.

Respecto a lo observado en ambos grupos dentro de la colonia del Embudo a través de los meses, y al realizar el análisis de diferencias significativas separando los grupos A y B, se observó que la Zona A no presentó diferencias significativas respecto a la actividad “sexual-social”. En el campo, se observó que en la Zona A las cópulas eran constantes y asincrónicas, y durante todos los meses de estudio, se observó abandono de nidos en esta zona, lo cual podría ser resultado de albergar parejas jóvenes (Kharitonov & Siegel, 1985), ya que tienden a elegir zonas con menor calidad de hábitat, lo cual se ve reflejado en su bajo éxito reproductivo, siendo estos lugares los que se ocupan tardíamente y donde menos comportamientos agonísticos se observaron (Tabla 3).



**Figura 5.** Éxito reproductivo (anidación) y cantidad de nidos activos según zona (A y B) y temporada reproductiva.

En ese sentido, sobre los comportamientos relacionados con la calidad de hábitat, experiencia de la pareja y éxito reproductivo, se encontró que ante un hábitat favorable (Zona B) la frecuencia de peleas entre los individuos se incrementa ante la búsqueda de ocupar un buen lugar para anidar y la frecuencia de cópulas asincrónicas disminuye. Esto guarda relación con que la ocupación de las mejores zonas de anidación por parejas con mayor experiencia lo influiría en un mayor éxito reproductivo (Tabla 3).

En general, en el estudio del comportamiento de las aves marinas, se han observado factores del comportamiento territorial como control de la densidad poblacional de una colonia (Patterson, 1980). Por otra parte, también existen teorías que muestran como regulador poblacional a la disponibilidad del alimento, lo que desencadenaría una alta competencia intraespecífica, provocando un bajo éxito reproductivo (Ashmole, 1963).

**Tabla 3.** Relación entre el comportamiento, experiencia, y éxito reproductivo observada en relación con la calidad del hábitat donde se desarrolló el grupo.

	Calidad de hábitat desfavorable	Calidad de hábitat favorable
Comportamiento	< Porcentaje de peleas	> Porcentaje de peleas
Experiencia	> Porcentaje de cópulas asincrónicas Parejas jóvenes	< Porcentaje de cópulas asincrónicas Parejas con mayor experiencia
Éxito reproductivo	Menor éxito reproductivo	Mayor éxito reproductivo

En general, en el estudio del comportamiento de las aves marinas, se han observado factores del comportamiento territorial como control de la densidad poblacional de una colonia (Patterson, 1980). Por otra parte, también existen teorías que muestran como regulador poblacional a la disponibilidad del alimento, lo que desencadenaría una alta competencia intraespecífica, provocando un bajo éxito reproductivo (Ashmole, 1963).

Según Tinbergen (1963), los comportamientos pueden ser explicados y entendidos en base a la causación y ontogenia, conocidos como mecanismos proximales o inmediatos, así como al valor de supervivencia y evolución, conocidos como mecanismos distales o últimos. Siguiendo este enfoque, como mecanismo proximal en el comportamiento reproductivo del pingüino de Humboldt, está la secreción de la hormona luteinizante -LH (Otsuka *et al.*, 1998), dándose inicio a la reproducción, mientras que como mecanismo distal se mostrarían en sus inicios comportamientos sexuales-sociales expresados en cópulas, y luego en comportamientos de cuidado del huevo, y de los polluelos; es así que al mantener cópulas constantes e invertir mayor tiempo al cuidado de la prole se estaría tratando de garantizar el éxito reproductivo. Para el caso de los comportamientos agonísticos, el mecanismo proximal estaría causado por la secreción de la testosterona presente con altos niveles durante la reproducción (Otsuka *et al.*, 1998), mientras que el mecanismo distal se entendería como la adaptación que ha tenido la especie para poder competir por los mejores lugares o zonas para desarrollar la reproducción y garantizar o tener mayores probabilidades de lograr la supervivencia y el éxito reproductivo.

Cabe mencionar que los resultados generados sobre el comportamiento corresponden a los individuos localizados al interior de una cueva, la cual brinda en cierta medida protección para los individuos estudiados, reduciendo algunos factores o amenazas del medio externo. Se sugiere que se realicen futuras investigaciones comparando los comportamientos con

otras colonias periféricas, como las localizadas en la zona Este y Norte de la Isla Pachacamac. Así mismo, se señala que se observó que los nidos presentes en estas zonas periféricas son en su mayoría nidos de tipo agrietado, formados entre rocas, mientras que los nidos de estudio, presentes en la cueva “El Embudo” en su mayoría eran superficiales.

#### Recomendaciones para estudios del comportamiento del pingüino de Humboldt

El estudio del comportamiento del pingüino de Humboldt es de importancia para realizar el manejo y regulación de actividades de aprovechamiento en las Áreas Naturales Protegidas y, en general, en donde habiten sus poblaciones, ya que evaluar el comportamiento aporta a conocer a mayor profundidad cuáles serían los impactos negativos de dichas actividades; por lo que es necesario desarrollar estudios que permitan observar y analizar el comportamiento de esta especie frente a distintos estímulos o actividades antrópicas como el turismo, pesquería, investigación, entre otras actividades (Elleberg *et al.*, 2006; Oetiker, 2009; Bertrand *et al.*, 2014).

En ese sentido, en base a las experiencias obtenidas en el presente estudio, se han generado algunas recomendaciones para futuras investigaciones que consideren emplear la observación de individuos cada 20 minutos frente a distintos estímulos (actividades antrópicas):

1. Contar con los siguientes materiales y equipos: contómetros, cronómetros (timers), telémetros (distanciómetro), binoculares, telescopios, cámaras fotográficas, sonómetro (opcional si se desea evaluar el impacto sonoro), fichas impresas (registros “time budgets”), y embarcación.
2. Generar las capacidades en los observadores con el registro de comportamientos generales del pingüino de Humboldt (Tabla 2) y la metodología a emplear.
3. Ubicar zonas discretas desde la isla o punta para poder registrar los comportamientos de los individuos y su impacto en el comportamiento frente a la actividad humana que se desee evaluar, por ejemplo, turismo a pie, turismo embarcado, pesca artesanal, entre otros; considerando diferentes distancias, por ejemplo, 10, 20, 50, 70 y 100 m. Así como considerar un escenario sin la presencia de embarcaciones cercanas (sin estímulo antrópico, blanco).
4. Antes de cada muestreo, evaluar la ubicación de los observadores, con el fin de reducir el impacto visual hacia los pingüinos por parte de los observadores.
5. Registrar datos generales como la fecha, hora, nombre del observador, y características que presenta la zona o hábitat (cueva, playa, islote, pampa o terraza marina) donde se ubica la

población, grupo o individuos a evaluar, así como realizar conteos rápidos de esta.

6. Para el análisis de datos se recomienda obtener frecuencias relativas sobre los comportamientos “alternate stare”, “sideways stare” y “run away” y así determinar si existen diferencias significativas entre el grupo blanco y grupo impactado a distintas distancias.

Entre las consideraciones respecto al diseño de investigación y posterior discusión de los resultados que se podrían obtener, habría que tomar en cuenta a la temporada en que se realiza la evaluación o monitoreo. Como se ha reportado, el comportamiento varía inclusive dentro la misma temporada reproductiva; además durante la temporada de muda ellos se podrían encontrar más vulnerables frente a estímulos antrópicos, al estar agrupados en las playas durante periodos prolongados sin consumir alimento, a diferencia de la reproducción donde podrían utilizar nidos ubicados entre rocas, cuevas o madrigueras a manera de protección. Siendo importante observar y reportar los comportamientos indicadores del estado de alerta del individuo o grupo.

#### **Conclusiones**

El repertorio de comportamientos del pingüino de Humboldt en Isla Pachacamac durante el periodo reproductivo 2010 incluyó 46 comportamientos reproductivos agrupados en 9 categorías: “manutención”, “sexual-social”, “agresividad”, “construcción del nido”, “cuidado del huevo”, “cuidado del polluelo”, “locomoción”, “estacionario o descanso” y “visual”. La categoría que mayor frecuencia presentó fue “estacionario” con el 40.5%, seguida de comportamientos relacionados al nido en general (“construcción del nido”, “cuidado del huevo” y “polluelo”) con el 25.2%.

Se concluye que el comportamiento varió respecto al lugar en donde se desarrolló o se asentó el grupo y al mes de estudio. Se encontraron diferencias significativas en el comportamiento respecto al lugar de asentamiento del grupo (Zona A y Zona B), específicamente respecto a los comportamientos “sexuales-sociales”, “agresividad”, de “construcción del nido”, y “locomoción”; estas diferencias indican que ante una calidad de hábitat favorable, como la Zona B, existe un mayor despliegue de comportamientos sexuales sociales, como cópulas de forma sincrónica, que influyen en la formación de las parejas. Respecto a los meses de estudio se hallaron diferencias significativas en las categorías del comportamiento, con excepción de la actividad “sexual- social” en la Zona A (calidad de hábitat desfavorable). También se observa una mayor competencia por el acceso a una buena zona en donde anidar, que se refleja en la mayor frecuencia de peleas y de construcción de un nido en una zona segura,

asumiendo que las parejas con mayor experiencia se asientan en estos espacios y logran un mayor éxito reproductivo, lo cual también podría ser afectado por condiciones externas (inundaciones, arribo de ondas Kelvin, efectos antrópicos, etc.). En la zona con condiciones de hábitat desfavorable (Zona A) se observaron cópulas constantes y abandono de nidos todos los meses de estudio; esta reproducción asincrónica se mostró en el reacomodo o formación de parejas ante la pérdida de nidada o falla del éxito reproductivo.

### Agradecimientos

A Flor de María Rodríguez y Jeimi Rimayhuamán por su apoyo en la colecta de datos en campo. A los guardaislas Walter Gonzáles, Gean Huaroto, y al Ing. Jorge Díaz de AgroRural por brindarnos las facilidades para la estadía en la isla. Asimismo, agradecemos a la Blga. Liliana Ayala por facilitar artículos y revisiones científicas sobre *Spheniscus humboldti*. Al pescador Ventura Gonzales “Papacho” por su apoyo con el transporte en su embarcación.

Esta investigación se realizó en el marco del proyecto “Conservación del pingüino de Humboldt en la Isla Pachacamac, Lima” autorizada con Resolución Jefatural N° 003-2010-SERNANP-RNSIIPG. Agradecemos a la Asociación Peruana para la Conservación de la Naturaleza (APECO) por financiar parte de la presente investigación a través del programa de becas María Koepcke.

### Literatura citada

- Altmann J. 1974. Observational Study of Behavior: Sampling Methods. *Behaviour*, 49: 227-267. [https://brill.com/view/journals/beh/49/3-4/article-p227\\_3.xml](https://brill.com/view/journals/beh/49/3-4/article-p227_3.xml).
- Ashmole N.P. 1963. The regulation of tropical oceanic birds. *Ibis*, 103b(3): 458-473. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1474-919X.1963.tb06766.x>.
- Bennett K. 1993. Behavioral Observations of Captive Magellanic Penguins (*Spheniscus magellanicus*) with Chicks. *Penguin Conservation*, 6: 7-12.
- Bertrand L., Cholley M., Deloffre A., Gaucher P., Grovel M., Guillemette C., Lhermitte R., Nivet M.L., Sabourin S. & Tamburro A. 2014. Estudio del comportamiento de *Arctocephalus australis* y de *Spheniscus humboldti* en respuesta a las perturbaciones humanas y recomendaciones de gestión del turismo sobre la RNSIIPG. Informe presentado al Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas. International Mission of Expertise & Institut de Recherche pour le Développement.
- Castro N. 2005. Variación temporal del éxito reproductivo del Pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti* (Meyen, 1834) en Punta San Juan, Marcona Perú (2000-2003). Tesis para optar el Título de Bióloga. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Edgington D.G. 1989. Behavioural and Morphological Sexing of the Humboldt Penguin (*Spheniscus humboldti*). *Spheniscid Penguin Newsletter*, 1(2): 14-20
- Ellenberg, U., Mattern T., Seddon P. J. & Luna-Jorquera G. 2006. Physiological and reproductive consequences of human disturbance in Humboldt penguins: The need for species-specific visitor management. *Biological Conservation*, 133(1): 95-106. DOI: 10.1016/j.biocon.2006.05.019. [https://www.academia.edu/9527510/Physiological\\_and\\_reproductive\\_consequences\\_of\\_human\\_disturbance\\_in\\_Humboldt\\_penguins\\_The\\_need\\_for\\_species\\_specific\\_visitor\\_management](https://www.academia.edu/9527510/Physiological_and_reproductive_consequences_of_human_disturbance_in_Humboldt_penguins_The_need_for_species_specific_visitor_management).
- Frere E., Gandini P. & Boersma P.D. 1992. Effects of nest type and location on reproductive success of the magellanic penguin *Spheniscus magellanicus*. *Marine Ornithology*, 20(1-2): 1-6. <http://www.marineornithology.org/article?rn=278>.
- Gandini P., Frere E. & Boersma D. 1997. Efectos de la calidad de hábitat sobre el éxito reproductivo del Pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) en cabo Vírgenes Santa Cruz, Argentina. *Ornithologia Neotropical*, 8: 37-48. <https://bit.ly/rEA-UNALM-6>.
- Kharitonov S.P. & Siegel- Causey D. 1985. Colony Formation in Seabirds (Chapter 5). In: Johnston R.F. (Ed) *Current Ornithology Volume 5*. 223-271. *Current Ornithology book series*. Springer. Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6787-5\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6787-5_5).
- Merritt K. & King N. 1987. Behavioral sex differences and Activity Patterns of Captive Humboldt Penguins (*Spheniscus humboldti*). *Zoo Biology*, 6(2): 129-138. DOI: <https://doi.org/10.1002/zoo.1430060204>.
- Oetiker M.J. 2009. Efecto de la aproximación de botes turísticos sobre la conducta de alerta y escape en colonias de pingüinos en el monumento natural islotes de Puñihuil. Tesis para optar el Título Profesional de Médico Veterinario. Universidad de Chile \ Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/130991>.
- Otsuka R., Aoki K., Hori H. & Wada M. 1998. Changes in circulating LH, sex steroid hormones, thyroid hormones and corticosterone in relation to breeding and molting in captive humboldt penguins (*Spheniscus humboldti*) kept in an outdoor open display. *Zoological Science*, 15(1): 103-109. DOI: <https://doi.org/10.2108/zsj.15.103>.
- Patterson I.J. 1980. Territorial behavior and the limitation of population density. *Ardea*, 68(1-4): 53-62. [https://ardea.nou.nu/ardea\\_show\\_abstract.php?lang=uk&nr=1555](https://ardea.nou.nu/ardea_show_abstract.php?lang=uk&nr=1555).
- Paz-Soldán L. & Jahncke J. 1998. La población del pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti* en Isla Pachacamac y el Evento El Niño 1997-98. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*, 17(1-2): 75-80. <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/176>.
- Riveros J. 1999. Crecimiento y Desarrollo Postnatal del Pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti* (Meyen, 1834). Tesis para optar el Título de Biólogo. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Scholten C.J. 1987. Breeding biology of the Humboldt penguin *Spheniscus humboldti* at Emmen Zoo. *Int. Zoo Yearbook*, 26: 198-204. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1748-1090.1987.tb03158.x>.
- Scholten C.J. 1992. Choice of Nest-site and Mate in Humboldt Penguins (*Spheniscus humboldti*). *Penguin Conservation*, SPN 5: 3-13.

- Schwartz M.K., Boness D.J., Schaeff C.M., Majluf P., Perry E.A. & Fleischer R.C. 1999. Female-solicited extrapair matings in Humboldt penguins fail to produce extrapair fertilizations. *Behavioral Ecology*, 10(3):242–250. <https://academic.oup.com/beheco/article/10/3/242/201500>.
- SERFOR. 2020. Cuando veas pingüinos en la playa. [Afiche] SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre). <http://repositorio.serfor.gob.pe/handle/SERFOR/816>.
- Siegel S. & Castellan N.J. 1995. Estadística no paramétrica, aplicada a las ciencias de la conducta. 4a. edición. Editorial Trillas. México. [https://etrillas.mx/libro/estadistica-no-parametrica-aplicada-a-las-ciencias-de-la-conducta\\_2051](https://etrillas.mx/libro/estadistica-no-parametrica-aplicada-a-las-ciencias-de-la-conducta_2051).
- Sutherland W.J., Newton I. & Green R.E. 2005. Bird Ecology and Conservation. A Handbook of Techniques. Techniques in Ecology and Conservation Series. Oxford University Press. <https://global.oup.com/academic/product/bird-ecology-and-conservation-9780198520863?cc=us&lang=en&>.
- Taylor S.S., Leonard M.L. & Boness D.J. 2001. Aggressive Nest Intrusions by Male Humboldt Penguins. *The Condor*, 103(1): 162-165. DOI: <https://doi.org/10.1093/condor/103.1.162>.
- Teare J.A., Diebold E.N., Grzybowski K., Michaels M.G., Wallace R.S. & Willis M.J. 1998. Nest site fidelity in Humboldt penguins (*Spheniscus humboldti*) at Algarrobo, Chile. *Penguin Conservation*, 11, N°1: 22–23.
- Tinbergen N. 1963. On aims and methods of Ethology. *Ethology* [antes: “Zeitschrift für Tierpsychologie”], 20(4): 410-433. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1963.tb01161.x>.
- Zavalaga C. & Paredes R. 1997. Humboldt penguin at Punta San Juan, Perú. *Penguin Conservation*, 10(1): 6-8.

<sup>1</sup> Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). [imarogiraldo@gmail.com](mailto:imarogiraldo@gmail.com). ORCID: 0000-0003-3647-7364.

<sup>2</sup> Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Universidad de Alicante \ Programa de Doctorado en Turismo. [acrivas66@gmail.com](mailto:acrivas66@gmail.com). ORCID: 0000-0002-1425-1818.

<sup>3</sup> Asociación Civil Yunkawasi. [lpsv40@gmail.com](mailto:lpsv40@gmail.com). ORCID: 0000-0001-5632-3464.