

1 Biotempo, 2024, vol. 21 (2), XX-XX.

2 DOI: <https://doi.org/10.31381/biotempo.v21i2.6516>

3 Este artículo es publicado por la revista Biotempo de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. Este es un
4 artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original
5 sea debidamente citada de su fuente original.
6



8 ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

9
10 THE PLUMAGES DETERMINATION IN CHILEAN FLAMINGO (*PHOENICOPTERUS*
11 *CHILENSIS*) (MOLINA, 1782) AND ITS RELASHIONSHIP WITH CHRONOLOGICAL
12 AGE THROUGH RESIGHTING RINGED INDIVIDUALS RECORDED IN PERU: A
13 FIRST DESCRIPTIVE APPROACH
14

15 DETERMINACIÓN DE LOS PLUMAJES EN EL FLAMENCO CHILENO
16 (*PHOENICOPTERUS CHILENSIS*) (MOLINA, 1782) Y SU RELACIÓN CON LA EDAD
17 CRONOLÓGICA A TRAVÉS DEL REAVISTAMIENTO DE INDIVIDUOS ANILLADOS
18 OBSERVADOS EN PERÚ: UN PRIMER ENFOQUE DESCRIPTIVO
19

20
21 Enver Ortiz^{1,2*}

22
23 Titulillo: Plumages determination in Chilean Flamingo
24 Ortiz
25

26 ¹ Centro de Ornitología y Biodiversidad - CORBIDI. Santa Rita 105, Of. 202, Huertos de San
27 Antonio, Surco, Lima 33, Perú.

28 ² Grupo de Conservación Flamencos Altoandinos (GCFA).

29 *Corresponding author: eortiz@corbidi.org
30

31 Enver Ortiz:  <https://orcid.org/0000-0002-4387-5611>
32

33 **ABSTRACT**

34 In birds the plumage pattern extensions are useful indicators to determine the age. Generally,
35 these patterns change from chicks to adults, and latter, molting annually between breeding and
36 non-breeding plumages. In the case of South American flamingos (Phoenicopteridae), these
37 plumages have not yet been described in detail, especially in wildlife; even less, the relationship
38 with the chronological age and its extension. In this work six types of body contour plumage
39 categories are described: juvenile, immature, subadult and adult. Additionally, the breeding
40 and non-breeding in these last two plumage categories, that were observed in ringed Chilean
41 Flamingos *Phoenicopterus chilensis* (Molina, 1782), and their relationship with chronological
42 age. In this way, it is needed to better understand the Chilean Flamingo molt chronology, at

43 least the body contour, through which this species goes through. However, there are other
44 factors, which are discussed here, which could play a fundamental role in the acquisition and
45 change between the different plumage types and their relationship with the chronological age.

46 **Keywords:** Ageing – banded birds – Chilean Flamingo – Peru – Phoenicopteridae – plumage
47 pattern

48 49 **RESUMEN**

50 En las aves, las extensiones del patrón del plumaje son indicadores útiles para determinar la
51 edad, generalmente estos van cambiando desde polluelos hasta adultos, y en esta última etapa
52 entre el reproductivo y el no reproductivo anualmente. En el caso de los flamencos
53 sudamericanos (Phoenicopteridae) aún no se han descrito de forma detallada algunos de ellos,
54 sobre todo en vida salvaje, menos aún la relación con la edad cronológica y la duración de los
55 mismos. En este trabajo describo seis tipos de plumaje corporal visible: juvenil, inmaduro,
56 subadulto y adulto; además del reproductivo y no reproductivo. En estas dos últimas categorías,
57 observados en individuos anillados del Flamenco Chileno *Phoenicopus chilensis* (Molina,
58 1782), y así mismo, su relación con la edad cronológica. De esta manera se pretende acercar
59 mejor al entendimiento de la cronología de la muda, por lo menos la corporal visible, por la
60 que atraviesa el Flamenco Chileno. Sin embargo, existen otros factores que se discuten aquí,
61 los que pudieran jugar un papel fundamental en la adquisición y cambio entre los distintos tipos
62 plumajes y su relación con las categorías de edad.

63 **Palabras clave:** Edad – patrón de plumaje – individuos anillados – Parihuana –
64 Phoenicopteridae – Perú

65 66 **INTRODUCCIÓN**

67 El plumaje en las aves cumple varias funciones, dependiendo de la etapa de vida en la que se
68 encuentren, en los polluelos de los flamencos, por ejemplo, sirve como aislante térmico,
69 confiere capacidad críptica, reduce la depredación y el ataque de los adultos (Fox, 1962;
70 Johnson *et al.*, 1993; Amat & Rendón, 2017). En los juveniles sirven de transición, durante el
71 primer año, hacia uno que le permita desplazarse hacia otros hábitats en búsqueda de mejores
72 condiciones. Este tipo de plumaje suele caracterizarse por ser opaco y de baja calidad, por lo
73 que requiere un cambio relativamente rápido (Fox, 1962; Johnson *et al.*, 1993; Amat &
74 Rendón, 2017, Salvador *et al.*, 2022). En los inmaduros, pueden presentar mudas focalizadas
75 en alguna parte del cuerpo, *e.g.* solo el reemplazo de plumas primarias y/o secundarias y sus
76 respectivas cobertoras (Kear & Duplaix-Hall, 1975; Johnson & Cézilly, 2007), en los
77 subadultos, pueden presentar rezagos del plumaje anterior, *e.g.* retención de plumas en el cuello

78 y cabeza y/o aparición de algunas marcas del plumaje adulto, esto debido a que les toma
79 algunos años en adquirir el plumaje definitivo (Johnson *et al.*, 1993; Shannon, 2000a; Amat &
80 Rendón, 2017, Salvador *et al.*, 2022), y finalmente en los adultos, el plumaje reproductivo y su
81 calidad por ejemplo llegan a cumplir una función importante como es la de servir de atrayente
82 hacia una potencial pareja y cumplir con el objetivo de la reproducción (Hill, 2002; Searcy &
83 Nowicki, 2005; Gill, 2006; Freeman *et al.*, 2016; Amat & Rendón, 2017).

84 En los flamencos pocos estudios sobre el plumaje, la muda, la edad cronológica y/o la relación
85 entre ellos se han descrito, por el ejemplo en cautiverio, para el Flamenco Chileno
86 *Phoenicopterus chilensis* (Molina, 1782), en etapas iniciales de su vida (Chiale *et al.*, 2018) o
87 en posteriores como en el Flamenco del Caribe *Phoenicopterus ruber* (Linnaeus, 1758)
88 (Shannon, 2000a; Howell, 2010); y en vida silvestre, en otras especies como en el Flamenco
89 Europeo *Phoenicopterus roseus* (Pallas, 1811) (Johnson *et al.*, 1993; Grimmet *et al.*, 1999;
90 Pyle, 2008; Salvador *et al.*, 2022) o en el Flamenco Africano *Phoeniconaias minor* (Gray,
91 1869) (Grimmet *et al.*, 1999; Zimmerman *et al.*, 1999). Mientras que, en el caso de las especies
92 sudamericanas, éstas carecen de estudios como los ya mencionados; solamente existe
93 información relacionada con el aspecto del plumaje para su identificación en guías (Canevari
94 *et al.*, 1991; Michelutti *et al.*, 2010; Herzog *et al.*, 2016; Martínez & González, 2017) o
95 cuadrúpticos especializados (Alza *et al.*, 2013).

96 Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo principal ofrecer información descriptiva
97 acerca de los distintos plumajes corporales visibles, entendido como el aspecto general en
98 apariencia, por las que atraviesa el Flamenco Chileno desde que estos son juveniles hasta que
99 alcanzan la madurez en vida silvestre.

100

101 **MATERIALES Y MÉTODOS**

102 Los registros fueron obtenidos de Flamencos Chilenos anillados entre mayo de 2012 y mayo
103 de 2019 en los salares de Surire (18°50'14"S, 69°02'46"O, 4200 m.) y Huasco (20°18'00"S,
104 68°50'00"O, 4280 m.) en las regiones de Arica y Parinacota y Tarapacá respectivamente, al
105 norte de Chile; los que fueron reobservados, descritos y en su mayoría fotografiados en sus
106 desplazamientos hacia el norte, en el Perú; tanto en la costa, hasta la bahía La Aguada
107 (13°51'44"S, 76°16'15"O, 0 m.) Reserva Nacional de Paracas; como en los Andes, hasta el
108 Lago Chinchaycocha o Junín (11°05'09"S, 76°06'16"O, 4083 m.) Reserva Nacional de Junín,
109 dichas observaciones fueron realizadas entre los años 2013 y 2020.

110 El plumaje corporal visible, se definió como una vista general del aspecto del flamenco en
111 reposo o con poco movimiento; en el que se observaron al detalle mediante el uso de
112 identificadores del 1 al 4, de la siguiente forma 1: coloración de las plumas del manto, 2: de las

113 plumas primarias y secundarias, 3: de las plumas del cuello, 4: de las plumas de la cabeza. Por
114 ejemplo, el identificador J1 significó: coloración de las plumas del manto en plumaje juvenil
115 (para ver los demás plumajes ir a la Tabla 1). Así como también se tomaron en cuenta
116 características físicas de partes desnudas del cuerpo, aquí se usaron dos identificadores más, el
117 5 para la coloración de la articulación tibio-tarso y 6 para la coloración de la tibia y el tarso,
118 finalmente también se hicieron observaciones de la coloración del pico y del área loreal.
119 Las categorías de plumaje asignadas se entendieron como el promedio de las características
120 observadas en un grupo de edad en específico (Shannon, 2000), la nomenclatura de color usada
121 estuvo basada en las tablas de color de Canevari *et al.* (1991) y la de términos fue la de Howell
122 (2010). Las categorías de edad, descrita en meses y su duración fueron una adaptación de los
123 trabajos de Johnson *et al.* (1993), Zimmerman *et al.* (1999), pero sobre todo la de Shannon
124 (2000). Finalmente, si bien en el ámbito ornitológico los términos Inmaduro y Subadulto suelen
125 significar lo mismo. Para este trabajo se siguió la secuencia de muda y su nomenclatura la
126 propuesta de Shannon (2000), siendo de esta manera de mayor utilidad al momento de
127 desarrollar la discusión.

128 **Aspectos éticos:** El autor deja constancia que se siguió todos los requisitos éticos que la revista
129 requiere y que la información presentada sólo tiene fines informativos.

130

131 **RESULTADOS**

132 Según las características del plumaje corporal visible halladas en común, se encontraron seis
133 tipos de plumajes secuencialmente: uno juvenil (3 - 12 meses), uno inmaduro (12 - 18 meses),
134 dos subadultos (18 - 30 meses) y dos adultos (30 meses en adelante), los que son descritos en
135 detalle, así como la duración aproximada de cada uno de ellos (ver Tabla 2), además son
136 mostrados y están acompañados de sus respectivos identificadores (Figura 1 de la A - F). De
137 esta forma de las 38 observaciones hechas entre octubre de 2013 y julio de 2020, se clasificaron
138 de acuerdo a las características del plumaje corporal visible de la siguiente manera: cuatro
139 individuos como juveniles, cinco como inmaduros, 13 subadultos dentro de este cinco en
140 plumaje reproductivo y ocho en no reproductivo y 16 adultos de los cuales seis en plumaje
141 reproductivo y 10 en no reproductivo (Tabla 3). También éstas están acompañadas de otras
142 características físicas que ayudaron a identificar la edad de los flamencos (Tabla 4). Para esta
143 última sección ver específicamente los identificadores 5 y 6 de la Figuras 1A a la 1F.

144

145 **DISCUSIÓN**

146 **Obtención de los plumajes y su relación con edad cronológica**

147 En sus primeras etapas de vida, los Flamencos Chilenos en cautiverio muestran
148 secuencialmente tres categorías de plumajes: el natal (de menos de 15 días), el pre-juvenil (uno
149 a tres meses) y el juvenil (hasta los cinco meses). Las características descritas para este último
150 plumaje, son plumas del manto en una variación de color de mostaza oliváceo a marrón pálido
151 con un raquis oscuro según Chiale *et al.* (2018). Esta coloración es observada más allá de los
152 cinco meses en individuos en vida salvaje. Sin embargo, con el paso de los meses este va
153 tornándose de pardo grisáceo hacia los grises parduzcos claros, sobre todo en zonas del manto
154 y pecho como se muestran aquí hacia los 7 y 9 meses de vida (ver Figura 1A, identificadores
155 J1 y J3). Esto se debe principalmente a que los colores oscuros exhibidos por los individuos
156 juveniles en etapas tempranas del Flamenco Chileno están constituidos por melanina que le
157 confiere mayor resistencia al desgaste producido por la abrasión del sol (Bonser, 1985).

158 Hacia las siguientes etapas, los patrones de coloración del plumaje juvenil, inmaduro y
159 subadulto, coinciden aparentemente en su aparición, desarrollo y duración, con el de las otras
160 especies del mismo género *e.g.* con el Flamenco Europeo (Fox, 1962; Johnson *et al.*, 1993;
161 Salvador *et al.*, 2022) e incluso mucho más coincidente con el Flamenco del Caribe (Shannon,
162 2000; Jhonson & Cézilly, 2007), aunque en este último con individuos en cautiverio. Ligeras
163 diferencias se hallaron en inmaduros y subadultos y están referidas a las partes desnudas como
164 el área loreal y la base del pico, siendo rosado en el Flamenco Europeo (Jhonson *et al.*, 1993;
165 Salvador *et al.*, 2022) y rosado salmón claro en el Flamenco del Caribe (Shannon, 2000), los
166 flamencos que en este trabajo se observaron mostraron tonos de color entre cuerno en los
167 juveniles, blanco grisáceo en los inmaduros y glauco en los subadultos.

168 En lo referido a los plumajes de adulto, tanto reproductivo como no reproductivo, es donde
169 mayores diferencias se encuentran con respecto de sus congéneres, presumiblemente es el
170 tiempo que les toma en obtenerlo, en el caso del Flamenco Europeo, es entre los cuatro y seis
171 años (Jhonson *et al.*, 1993; Pyle, 2008; Salvador *et al.*, 2022), mientras que para Bird *et al.*
172 (2020) sería a partir de los cinco años. Para los plumajes del Flamenco Chileno que aquí se
173 describen esto les tomaría a partir de los dos años y medio, un año antes que lo inferido por
174 Bird *et al.* (2020) (3,4 años), aunque coincidente con la obtención de dichos plumajes por el
175 Flamenco del Caribe en cautiverio (Shannon, 2000). Por otro lado, también se ha reportado, la
176 existencia de pigmentos “cosméticos” (Amat *et al.*, 2011), que son utilizados durante la
177 temporada reproductiva para para modificar la apariencia del plumaje, coloreando así algunas
178 plumas como las escapulares, dichos pigmentos son obtenidos de la glándula uropigial (Amat
179 *et al.*, 2011, 2018; Chiale *et al.*, 2021), esta “aplicación de maquillaje” también fue observada
180 y es reportada en este trabajo (ver Figura 1E).

181

182 **Mudas, sus extensiones y la terminología actual aplicable a este caso**

183 Howell (2010), hace una revisión sobre las mudas y en el caso de la familia Phoenicopteridae
184 (flamencos), tomando como ejemplo al Flamenco del Caribe, indica que la muda de la cabeza
185 debe ser parte de la muda preformativa en los primeros seis meses de vida, seguida de una
186 segunda muda prebásica completa hacia el primer año, incluso su presencia como probable
187 muda prealterna; sugiriendo que la estrategia de la familia sería alterna simple (SAS) o básica
188 compleja (CBS) en términos de Howell *et al.* (2003) y Wolfe *et al.* (2010), lo anterior es muy
189 similar a lo descrito también para el Flamenco Europeo (Pyle, 2008; Salvador *et al.*, 2022). Sin
190 embargo, dichas mudas en la cabeza y cuello no son notadas en los Flamencos Chilenos
191 observados para el mismo periodo que los Flamencos del Caribe. Pero sí se observó una
192 retención de plumas juveniles muy notoria en las mismas zonas a partir del segundo año, las
193 que persistieron por unos seis meses más (ver Fig. 1-B. marcadores I3 e I4), sugiriendo una
194 muda prealterna en esta etapa. Sin embargo, se requiere mayor y detallada información (*e.g.*
195 patrón de las plumas de vuelo, sus respectivas coberteras, etc.) para poder determinar con
196 exactitud la cantidad de ciclos y el tipo de estrategia por las que atravesaría el Flamenco
197 Chileno.

198 Por otro lado, si bien se conoce que las mudas prebásicas someten a los flamencos a una muda
199 sincrónica de las alas pudiendo no volar por algunas semanas, esto generalmente después de la
200 temporada reproductiva; y como una estrategia basada en su comportamiento gregario en
201 lugares aislados y dependiendo de factores ambientales e inclusive pudiendo ser hasta
202 secuencial (Kear & Duplaix-Hall, 1975). Este hecho, la muda sincrónica de alas, no pudo ser
203 verificado directamente en los Flamencos Chilenos que se analizaron para este trabajo.
204 Finalmente, para caso de las mudas prealternas, a sugerencia de varias observaciones estas se
205 caracterizan por la renovación de las plumas del cuello y la cabeza como las que fueron
206 reportadas en el Flamenco del Caribe (Shannon, 2000), además durante la temporada
207 reproductiva los flamencos pueden ser “más brillantes” debido al acicalamiento plumas (Pyle,
208 2008) y a la aplicación de pigmentos “cosméticos” (Amat *et al.*, 2011). Algunos individuos
209 adultos que se observaron para este trabajo, mostraron durante la temporada reproductiva
210 variaciones en tonos rosa salmón desde la cabeza y cuello, pero principalmente en el pecho;
211 mientras que, las plumas escapulares eran largas y lucían entre un color escarlata y carmín (ver
212 Fig. 1-E. marcador AR2).

213

214 **Factores que podrían influenciar la obtención de los plumajes**

215 Se sabe que en especies de cuerpo grande y con historias naturales asociadas a condiciones
216 medioambientales particulares exhiben una condición denominada “maduración tardía del

217 plumaje” (Hawkins *et al.*, 2012) y los flamencos son un claro ejemplo de ello; ya que los
218 juveniles son de tonos grises, oscuros y oliváceos, esto se debe a la gran acumulación de
219 melanina en sus plumas, les tomará entre 3-4 años en llegar a la adultez y así poder obtener el
220 típico plumaje de color rosa y su amplia gama de variantes. Esto se debe a los pigmentos de
221 tipo orgánicos, principalmente los carotenoides, los que han sido hallados en las seis especies
222 de flamencos (McGraw, 2006; Amat & Rendón, 2017), y como estos son obtenidos a través de
223 la bioacumulación (dieta) para ser metabolizados en otros pigmentos que finalmente terminar
224 en sus plumas. Sin embargo, este proceso tomará varios años (Brush, 1990; Searcy & Nowicky,
225 2005; Yim *et al.*, 2015).

226 Entonces la dieta es otro factor que podría jugar un papel fundamental en la obtención de
227 pigmentos que resultarán en los plumajes característicos, sobre todo en el reproductivo.
228 Individuos juveniles en cautiverio fueron alimentados con una dieta balanceada la que incluía
229 xantina, un tipo de carotenoide (Chiale *et al.*, 2018), este sustituto al parecer cumplió con su
230 función ya que no se observaron mayores diferencias con respecto del plumaje juvenil que aquí
231 se describe; similar situación se observó con los individuos del Flamenco del Caribe en sus
232 primeras etapas de vida (Shannon, 2000). Por otra parte, se han reportado individuos de
233 Flamencos Europeos con tinciones amarillas en las plumas producto de la alimentación en
234 humedales con depósitos de hierro (Amat & Rendón, 2017), este hecho no se evidenció en los
235 Flamencos Chilenos observados para este trabajo. Pero, sí se observó que algunos individuos
236 adultos en plumaje reproductivo tiñeron la base del pico de tonos de color anaranjado
237 amarillento.

238 Finalmente, se ha descrito que los flamencos tienen la capacidad de oxidar los carotenos y
239 producir otros pigmentos distintos como la cantaxantina (naranja-amarillo) (Fox & Hopkins,
240 1966), otros tipos de carotenoides, como la astaxantina (rojo-anaranjado) que se ha sido hallado
241 en el plumaje y en distintas partes desnudas del cuerpo de los flamencos, así como también la
242 phoenicoxantina (rojo) (Fox & McBeth, 1970, Fox, 1979; Badyaev & Hill, 2000, Martins *et al.*
243 2015, Amat & Rendón, 2017). Cada uno de estos pigmentos produce un color distinto, es por
244 eso que se observan distintos tonos de rosa, salmón, rojo coral, escarlata, carmín, etc. En los
245 distintos plumajes exhibidos por el Flamenco Chileno que aquí se describen, se pueden ver
246 distintas tonalidades de los colores arriba mencionados, lo que sugiere que dichos pigmentos
247 se estarían metabolizando después de ser ingeridos sobre todo en los individuos con plumaje
248 reproductivo que en este trabajo se observaron.

249

250 **AGRADECIMIENTOS**

251 A quienes compartieron sus registros fotográficos de forma desinteresada y a quienes
252 permitieron su uso para este manuscrito, a Patricia González y Marcelo Canevari[†] quienes
253 proveyeron de información pertinente, a Alexis Diaz y Flor Hernández por compartir
254 bibliografía especializada y finalmente, a Mauricio Ugarte por sus comentarios que ayudaron
255 a enriquecer este trabajo.

256

257 **Author contributions: CRediT (Contributor Roles Taxonomy)**

EO Enver Ortiz

258

Conceptualization: EO

Data curation: EO

Formal Analysis: EO

Funding acquisition: EO

Investigation: EO

Methodology: EO

Project administration: EO

Resources: EO

Software: EO

Supervision: EO

Validation: EO

Visualization: EO

Writing – original draft: EO

Writing – review & editing: EO

259

260 **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

261 Alza, L., Valqui, T., Arengo, F., & Marconi, F. (2013). *Flamencos Andinos [Cuadríptico]*.

262 Innograf S.A.

263 Amat, J. A., Garrido, A., Portavia, F., Rendón-Martos, M., Pérez-Gálvez, A., Garrido-

264 Fernández, J., Gómez, J., Béchet, A., & Rendón, M. A. (2018). Dynamic signalling

265 using cosmetics may explain the re-versed sexual dichromatism in the Greater

266 Flamingo. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 72, 135.

267 Amat, J.A., & Rendón, M.A. (2017). Flamingo coloration and its significance. (M.J. Anderson.

268 Ed). *Flamingos: Behavior, biology and relationship with humans*. Nova Scientific

269 Publishers Inc. (pp. 77–95).

270 Amat, J.A., Rendón, M.A., Garrido-Fernández, J., Garrido, A., Rendón-Martos, M., & Pérez-

271 Gálvez A. (2011). Greater Flamingos *Phoenicopterus roseus* use uropigial secretions

272 as make-up. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 65, 665-673.

273 Badyaev, A.V. & Hill, G.E. (2000). Evolution of sexual dichromatism: contribution of the
 274 carotenoid versus melanin-based coloration. *Biological Journal of the Linnean Society*,
 275 69, 153-172.

276 Bird, J.P., Martin, R., Akçakaya, H.R., Gilroy, J., Burfield, I.J., Garnett, S.T., Symes, A.,
 277 Taylor, T., Şekercioğlu, Ç.H., & Butchart, S.H.M. (2020). Generation lengths of the
 278 world's birds and their implications for extinction risks. *Conservation Biology*, 34,
 279 1252-1261.

280 Bonser, R.H.C. (1985). Melanin and the abrasion resistance of feathers. *Condor*, 97, 590-591.

281 Brush, A.H. (1990). Metabolism of carotenoid pigments in birds. *FASEB Journal*, 4, 2969-
 282 2977.

283 Canevari, M., Canevari, P., & Carrizo, G. (1991). *Nueva guía de las aves argentinas*.
 284 Fundación Acindar.

285 Chiale, M.C., Montalti, D., & Maragliano, R. (2018). Age determination of captive Chilean
 286 flamingo (*Phoenicopterus chilensis*) chicks based on plumage characteristics.
 287 *Ornitología Neotropical*, 29, 107-110.

288 Chiale, M. C., Rendón, M. A., Labaude, S., Deville, A.-S., Garrido-Fernández, J., Pérez-
 289 Gálvez, A., Garrido, A., Rendón-Martos, M., Béchet, A., & Amat, J. A. (2021). The
 290 color of Greater Flamingo feathers fades when no cosmetics are applied. *Ecology and*
 291 *Evolution*, 11, 13773-13779.

292 Fox, D.L. (1962). Metabolic fractionation, storage and display of carotenoid pigments by
 293 flamingoes. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 6, 1-40.

294 Fox, D.L. (1979). *Biochromy: Natural coloration of living things*. University of California
 295 Press.

296 Fox, D.L., & Hopkins, T.S. (1966). Comparative metabolic fractionation of carotenoids in three
 297 flamingo species. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 17, 841-856.

298 Fox, D.L., & McBeth, J.W. (1970). Some dietary carotenoids and blood-carotenoid levels in
 299 flamingos. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 34, 707-713.

300 Freeman, H.D., Valuska, A.J., Taylor, R.R., Ferrie, G.M., Grand, A.P., & Leighty, K.A. (2016).
 301 Plumage variation and social partner choice in the greater flamingo (*Phoenicopterus*
 302 *roseus*). *Zoo Biology*, 35(5), 409-414.

303 Gill, F.B. (2006). *Ornithology*, 3rd ed. WH Freeman & Co.

304 Grimmet, R., Inskipp, C. & Inskipp, T. (1999). *Birds of India, Pakistan, Nepal, Bangladesh,*
 305 *Bhutan, Sri Lanka and the Maldives*. Field Guide Edition. Princeton University Press.
 306 pp 190-191.

- 307 Hawkins, G.L., Hill, G.E., & Mercadante, A. (2012). Delayed plumage maturation and delayed
308 reproductive investment in birds. *Biological Reviews*, 87, 257-274.
- 309 Herzog, S.K., Terril, R.S., Jahn, A.E., Remsen, Jr. J.V., Maillard, O., García-Solíz, V.H.,
310 MacLeod, R., McCormick, A., & Vidoz, J.Q. (2016). *Birds of Bolivia. Field Guide*.
311 Asociación Armonía and Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
312 COSUDE, Imprenta Landívar. (pp. 50-51).
- 313 Hill, G.E. (2002). *A red bird in a brown bag: The function and evolution of ornamental*
314 *plumage coloration in the house finch*. Oxford University Press.
- 315 Howell, S.N.G. (2010). *Molt in North American Birds*. Houghton Mifflin Harcourt, pp. 115-
316 116.
- 317 Howell, S.N.G., Corben, C., Pyle, P., & Rogers, D.I. (2003). The first basic problem: a review
318 of molt and plumage homologies. *Condor*, 105, 635-653.
- 319 Johnson, A.R., Cézilly, F., & Boy, V. (1993). Plumage development and maturation in the
320 Greater Flamingo *Phoenicopterus ruber roseus*. *Ardea*, 81, 25–34.
- 321 Johnson, A.R. & Cézilly, F. (2007). *The Greater Flamingo*. T & A.D. Poyser, pp. 1-328.
- 322 Kear, J. & Duplaix-Hall, N. (1975). *Flamingos*. T. & A. D. Poyser. London, United Kingdom.
323 pp. 1-310.
- 324 Martínez, D. & González, G. (2017). *Aves de Chile: Guía de Campo y Breve Historia Natural*.
325 Ediciones del Naturalista. pp. 94-95.
- 326 Martins, E.P., Ossip-Klein, A.G., Zuniga-Vega, J.J., Garcia, C.V., Campos, S.M., & Hews,
327 D.K. (2015). Evolving from static to dynamic signals: evolutionary compensation
328 between two communicative signals. *Animal Behaviour*, 102, 223-229.
- 329 McGraw, K.J. (2006). Mechanisms of carotenoid-based coloration. In: Hill, G.E. and McGraw,
330 K.J. (Eds.). *Bird coloration. Volume I. Mechanisms and measurements*. Harvard
331 University Press. Cambridge, Massachusetts, USA. pp. 177-242.
- 332 Michelutti, M., Michelutti, P., & Torres, R. (2010). Censos Aéreos de Flamencos
333 Sudamericanos Sobre Grandes Superficies Metodología y Recomendaciones. Estudio
334 de caso: Laguna Mar Chiquita - Bañados del río Dulce, Argentina. (P. Marconi. Ed.).
335 *Manual de Técnicas de Monitoreo de Condiciones Ecológicas para el Manejo*
336 *Integrado de la Red de Humedales de Importancia para la Conservación de*
337 *Flamencos Altoandinos*. 1ª Ed. Fundación Yuchan. (pp. 40-51).
- 338 Pyle, P. (2008). *Identification guide to North American birds. Part 2*. Slate Creek Press, Point
339 Reyes Station. pp.380-382.

340 Rodríguez, E. (2005). *Conservación de Flamencos Altoandinos en el Norte de Chile: Estado*
341 *actual y plan de conservación*. Corporación Nacional Forestal - CONAF. pp. 1-91.

342 Salvador, A., Rendón M. Á., Amat, J. A. & Rendón-Martos, M. (2022). Greater
343 Flamingo (*Phoenicopterus roseus*), version 2.0. In *Birds of the World* (S. M.
344 Billerman, Ed.). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca.

345 Searcy, W.A. & Nowicki, S. (2005). *The evolution of animal communication: Reliability and*
346 *deception in signaling systems*. Princeton University Press.

347 Shannon, P.W. (2000). Plumages and molt patterns in captive Caribbean Flamingos.
348 *Waterbirds 23 (Special Publication 1)*, 160-172.

349 Wolfe, J.D., Ryder, T.B., & Pyle, P. (2010). Using molt cycles to categorize the age of tropical
350 birds: An integrative new system. *Journal of Field Ornithology*, 81(2), 186–194.

351 Yim, K.J., Kwon, J., Cha, I-T., Oh, K-S., Song, H.S., Lee, H-W., Rhee, J-K., Song, E-J., Rho,
352 J.R., & Seo, M.L. (2015). Occurrence of viable, red-pigmented haloarchaea in the
353 plumage of captive flamingos. *Scientific Reports*, 5, 16425.

354 Zimmerman, D.A., Turner, D.A., & Pearson, D, J. (1999). *Birds of Kenya and Northern*
355 *Tanzania*. Helm Field Guides. A. & C. Black, London. pp. 38-39.

356 Received May 17, 2024.

357 Accepted August 16, 2024.

358

359 **Tabla 1.** Asignación de las categorías de plumaje, su duración y edad aproximada para el
360 Flamenco Chileno (R = reproductivo o alterno y NR = No reproductivo o de reposo), tomado
361 de Shannon 2000.

Categorías de plumaje	Edad (meses)
Juvenil (J)	3 – 12 (hasta el año de vida)
Inmaduro (I)	12 – 18 (hasta el año y medio de vida)
Subadulto (SR) ^a	18 – 24 (hasta los dos años de vida)
Subadulto (SNR)	24 – 30 (hasta casi los dos años y medio de vida)
Adulto (AR)	30 – 37 (recién a partir de los tres años se les consideran adultos)
Adulto (ANR)	37 – 42 (alternando con los adultos reproductivos a partir de aquí)

363 ^a Realmente no se trata de individuos reproductivos, solo se hace referencia al tipo de
364 plumaje, ya que pueden presentar ciertas características similares a los individuos en etapa
365 reproductiva.

366

367 **Tabla 2.** Categorías de plumaje, duración aproximada y descripción de las principales
368 características en la coloración del plumaje observadas en individuos anillados del Flamenco
369 Chileno.

370

Categoría de plumaje	Duración aproximada (meses)	Principales características del plumaje corporal
Juvenil (J)	3-12 ^b	Cabeza, cuello y pecho son de un color entre gris parduzco claro y gris negruzco, las plumas del cuerpo son de un color entre mostaza oliváceo y gris oscuro; mientras que las plumas primarias y secundarias de gris ahumado.
Inmaduro (I)	12-18 ^b	Cabeza y parte del cuello son de un color entre gris perla y ceniciento, el resto del cuello y el pecho son de color crema vináceo claro, el cuerpo empieza a tornarse de salmón rosado claro, las primarias y secundarias son de color gris negruzco y son aún visibles.
Subadulto reproductivo (SR)	18-24 ^b	Un primer plumaje alterno se hace evidente con presencia de algunas plumas cobertoras secundarias y algunas plumas escapulares medianamente largas de un color salmón rosado a un rojo coral, el resto del cuerpo se mantiene en tonos rosado, este plumaje podría confundirse con el plumaje del adulto en reposo.
Subadulto no reproductivo (SNR)	24-30 ^b	El plumaje de reposo se caracteriza por ser casi todo de color salmón rosado claro con algunas plumas de color salmón, las primarias y secundarias son negras y casi ya ni se observan, en ambos plumajes la cabeza suele ser entre un color cuerno y blanco grisáceo.
Adulto reproductivo (AR)	30-37 ^b	El plumaje alterno se caracteriza por la presencia de las plumas terciarias o escapulares largas de un color entre escarlata y carmín, lo mismo que las cobertoras secundarias, que cubren por completo las primarias y secundarias las que son de color negro azabache, el resto de cuerpo se torna entre tonos de salmón rosado y salmón rosado claro, en algunas ocasiones, la base del cuello y el pecho se tornan de color anaranjado.
Adulto no reproductivo (ANR)	37-42	En el plumaje básico, todo el cuerpo es de color entre crema vináceo claro y rosado salvo las escapulares que son un poco más cortas que en época reproductiva y las cobertoras secundarias que se tornan entre un color salmón rosado y rojo coral, pero en tonos más apagados o dando la apariencia de desgastados.

371 ^b Los cambios son menores en el color de la cabeza y el cuello hacia el final de estos meses,
372 los que no son lo suficiente para considerarlos en la siguiente categoría.

373

374

375 **Tabla 3.** Detalle del registro de los individuos anillados del Flamenco Chileno observados en

376 Perú, según la edad cronológica con sus respectivas asignaciones de categoría de plumaje.

377

Código de anillo	Fecha de anillamiento	Fecha de registro	Edad^c en meses	Categoría de plumaje asignado	Registro
LCXX	Mayo 2013	Octubre 2013	7	Juvenil	Jhonson Vizcarra
NAZP	Mayo 2015	Diciembre 2015	9	Juvenil	Enver Ortiz
PPPT	Mayo 2019	Diciembre 2019	9	Juvenil	Enver Ortiz

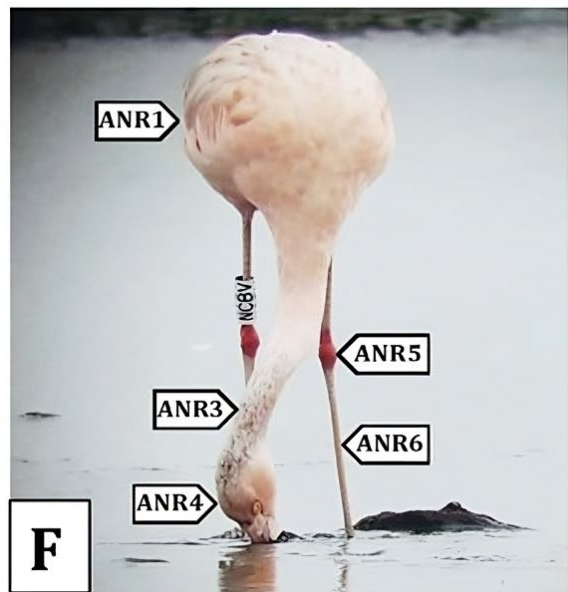
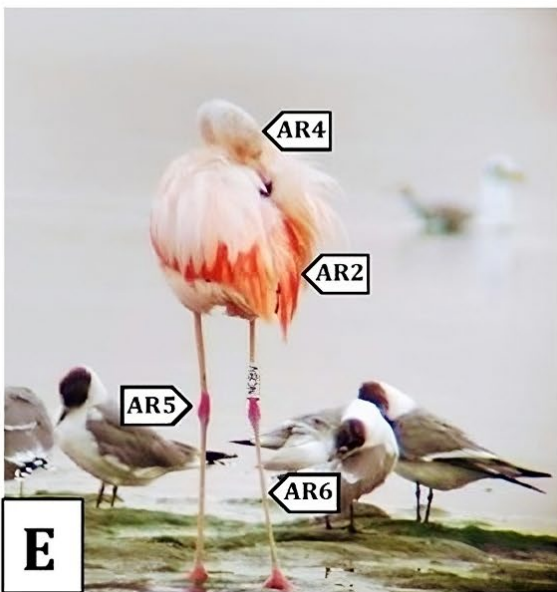
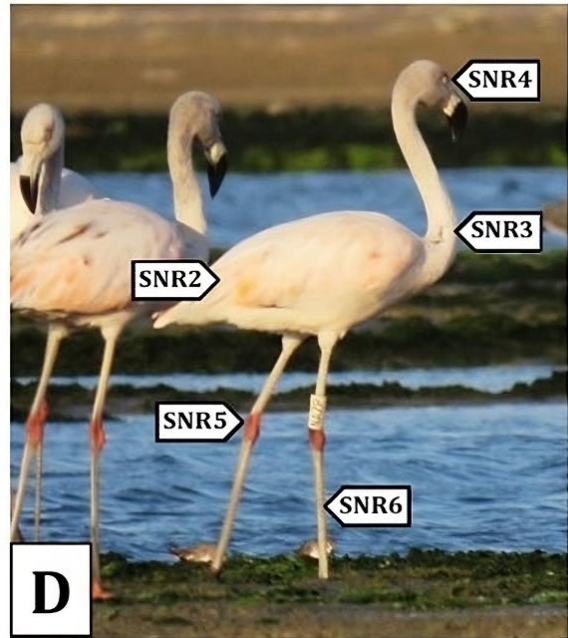
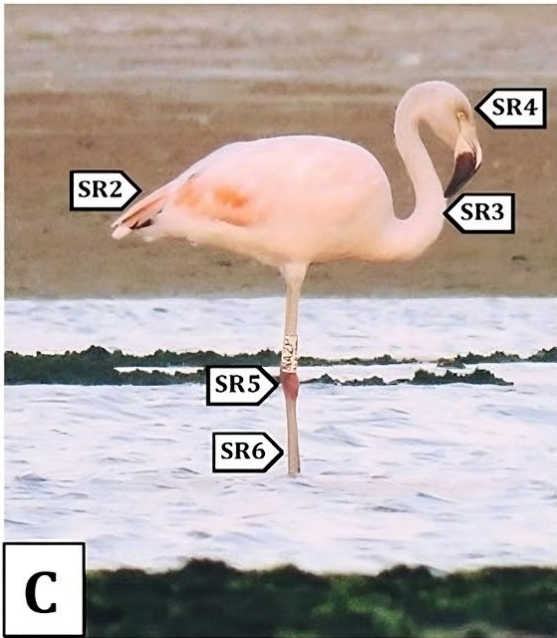
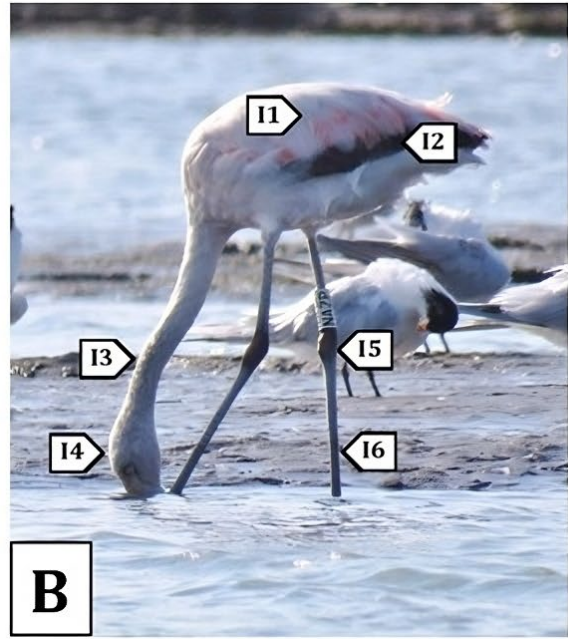
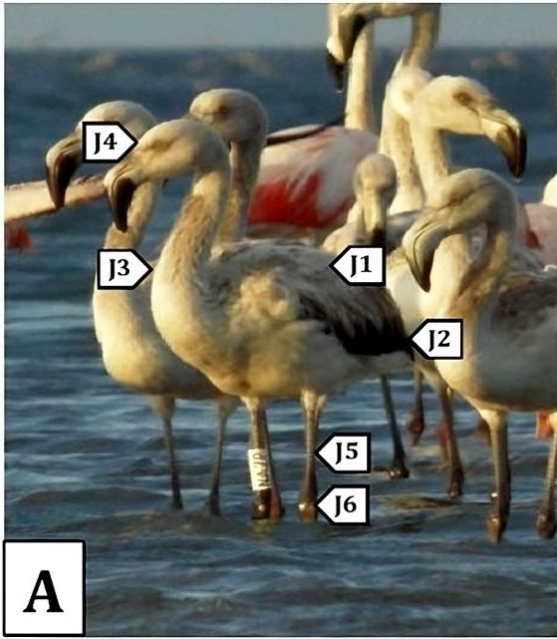
PSZB	Mayo 2019	Febrero 2020	11	Juvenil	Enver Ortiz
NAZP	Mayo 2015	Mayo 2016	13	Inmaduro	Enver Ortiz
NAZP	Mayo 2015	Junio 2016	14	Inmaduro	Enver Ortiz
NAZP	Mayo 2015	Julio 2016	15	Inmaduro	Enver Ortiz
NAZP	Mayo 2015	Agosto 2016	16	Inmaduro	Enver Ortiz
LCDZ	Mayo 2013	Octubre 2014	17	Inmaduro	Enver Ortiz
NCBV	Mayo 2015	Diciembre 2016	19	Subadulto ^d	Enver Ortiz
LFDP	Mayo 2012	Enero 2014	20	Subadulto ^d	Jhonson Vizcarra
JLFP	Mayo 2014	Enero 2016	20	Subadulto ^d	Jhonson Vizcarra
NCBV	Mayo 2015	Enero 2017	20	Subadulto ^d	Jean Paul Perret
NCBV	Mayo 2015	Febrero 2017	23	Subadulto ^d	Enver Ortiz
NAZP	Mayo 2015	Abril 2017	25	Subadulto	Enver Ortiz
NCBV	Mayo 2015	Abril 2017	25	Subadulto	Enver Ortiz
JLFP	Mayo 2014	Junio 2016	26	Subadulto	Jhonson Vizcarra
NAZP	Mayo 2015	Mayo 2017	26	Subadulto	Enver Ortiz
NCBV	Mayo 2015	Mayo 2017	26	Subadulto	Enver Ortiz
NCBV	Mayo 2015	Junio 2017	26	Subadulto	Enver Ortiz
NCBV	Mayo 2015	Julio 2017	27	Subadulto	Enver Ortiz
NCBV	Mayo 2015	Agosto 2017	28	Subadulto	Enver Ortiz
JDLJ	Mayo 2014	Noviembre 2016	32	Adulto ^d	Jhon Ramírez
JCZH	Mayo 2014	Junio 2017	39	Adulto	David Samata
JCAZ	Mayo 2014	Junio 2017	39	Adulto	Eduardo Aguilar
JLJX	Mayo 2014	Junio 2017	39	Adulto	Diego Vargas
LFJX	Mayo 2014	Junio 2017	39	Adulto	Diego Vargas
LCDZ	Mayo 2013	Agosto 2016	41	Adulto	Enver Ortiz
JFAD	Mayo 2014	Octubre 2017	43	Adulto	Diego Vargas
LCPD	Mayo 2013	Diciembre 2016	45	Adulto ^d	Enver Ortiz
JJBH	Mayo 2014	Enero 2018	46	Adulto ^d	Pedro Allasi
JLFP	Mayo 2014	Abril 2018	49	Adulto	Jhonson Vizcarra
JAHV	Mayo 2014	Mayo 2018	50	Adulto	Lucía Medina
LHCV	Mayo 2012	Mayo 2018	50	Adulto	Enver Ortiz
LFNX	Mayo 2012	Julio 2020	52	Adulto	Elio Zeballos
LFDN	Mayo 2012	Febrero 2017	59	Adulto ^d	Jhonson Vizcarra
LFDP	Mayo 2012	Febrero 2017	59	Adulto ^d	Jhonson Vizcarra
LSHN	Mayo 2012	Febrero 2017	59	Adulto ^d	Jhonson Vizcarra

378 ^c Se le han sumado dos meses más, ya que es entre el segundo y tercer mes de vida cuando se
379 suelen anillar los polluelos de los flamencos.

380 ^d La temporada reproductiva suele comenzar en entre noviembre y diciembre de cada año
381 (Rodríguez, 2005), y es cuando los flamencos tanto subadultos como adultos suelen mudar al
382 plumaje alterno, lo que no significa *per se* que los subadultos se reproducirán.

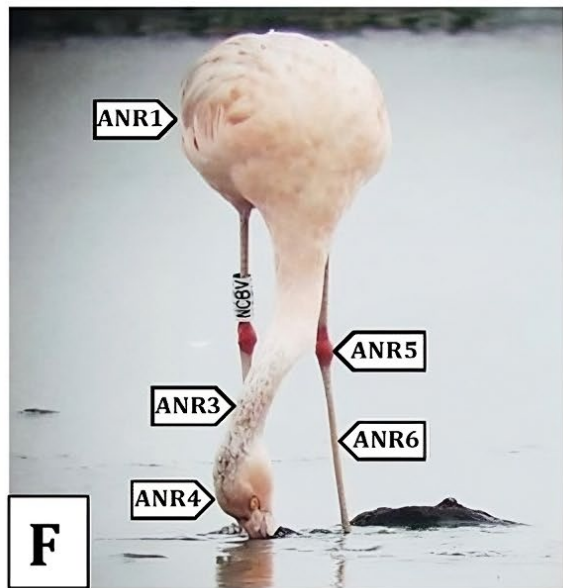
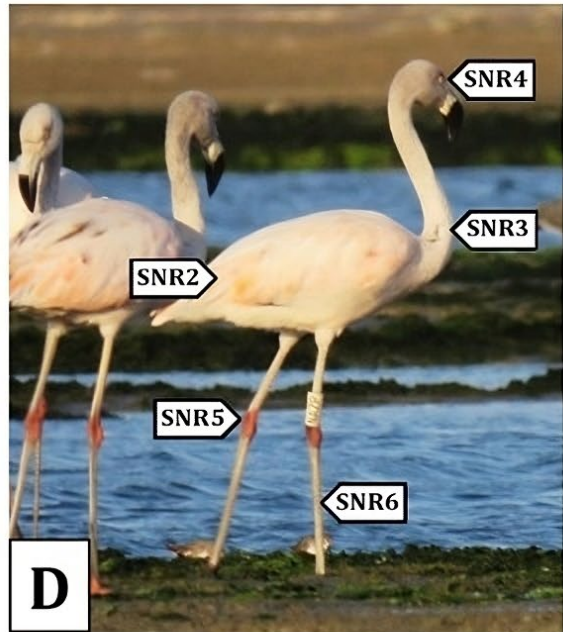
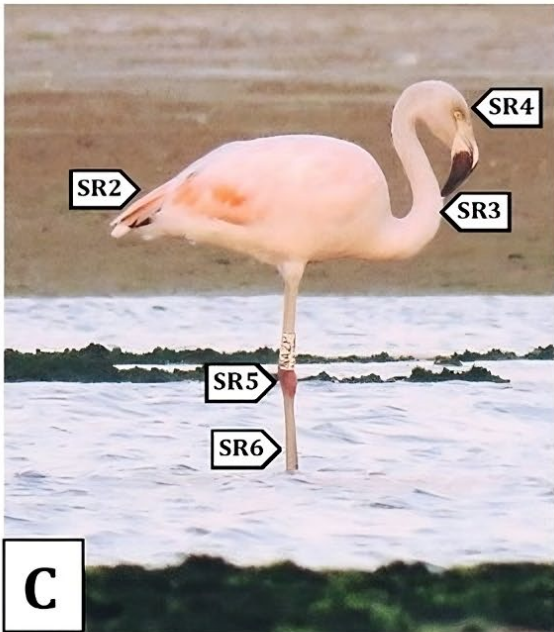
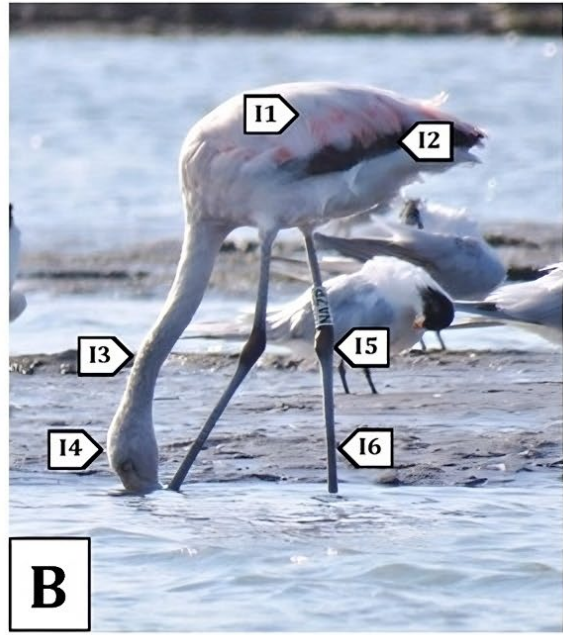
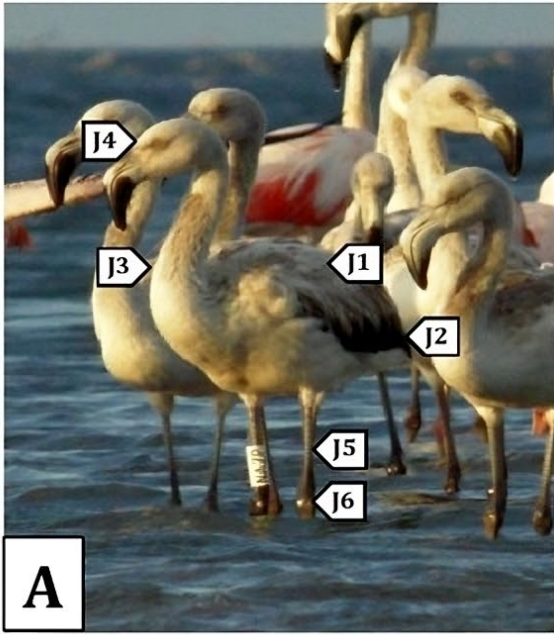
383

384



386 **Figura 1.** Detalle de los seis tipos de plumajes encontrados en individuos anillados del
387 Flamenco Chileno observados en Perú, donde A: Juvenil, B: Inmaduro, C: Subadulto
388 reproductivo, D: Subadulto no reproductivo, E: Adulto reproductivo y F: Adulto no
389 reproductivo. Todas las fotografías fueron tomadas por E. Ortiz.
390

ASAP



392
393
394
395
396

Tabla 4. Otras características físicas que pueden ayudar a identificar la etapa de vida en la que se encuentran los Flamencos Chilenos (*Phoenicopterus chilensis*) al momento de ser observados.

Etapa de vida	Duración aproximada (meses)	Otras características físicas observadas
Juvenil	3-12	La punta del pico es de color gris negruzco, el resto es de color cuerno al igual que el área loreal y el iris, la tibia y el tarso son gris oscuro en tanto que las articulaciones y pies son entre gris ahumado y gris negruzco.
Inmaduro	12-18	La mitad del pico sigue siendo gris negruzco mientras que la mitad es de color cuerno, pero un tono más claro, con una ligera entremezcla entre ambos colores. El tarso, la tibia y el iris y el área loreal son de color blanco grisáceo en tanto que las articulaciones y pies se tornan de un color vináceo.
Subadulto	18-30	La coloración del pico es casi similar al de los inmaduros, los colores son ligeramente más definidos y nítidos, ya no se observa ninguna entremezcla entre ambos colores; mientras que la tibia, el tarso y el área loreal pueden ir de color blanco grisáceo a glauco, el iris se torna a un color amarillo anaranjado; por otro lado, las articulaciones y los pies son de un salmón rosado ligeramente encendido, pero con algunas zonas como lo pliegues articulares de color rojo coral. Cuando las aves se encontraban en plumaje de reposo, los cambios en la coloración de dichas estructuras fueron menores.
Adulto	30-42	Durante la temporada reproductiva en algunos individuos la base de mandíbula superior y una porción del área loreal (en algunos individuos) suelen tornarse de un color anaranjado amarillento, así mismo el iris e incluso suele ser mucho más encendido; por otro lado, la tibia y el tarso son de un color entre glauco y verde berilo, las articulaciones y pies son de un color escarlata, que lo hace un carácter muy distintivo en comparación de las otras dos especies de flamencos. Al pasar a la temporada no reproductiva todos estos colores bajan su tonalidad, tornándose opacos o gastados, el color del iris suele mantenerse por más tiempo, aun cuando ya todo el plumaje es el de reposo.

397
398