

INFORME GALAPAGOS 2013-2014

BIODIVERSIDAD Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS

FALTA CRÓNICA DE REPRODUCCIÓN DE LOS PIQUEROS DE PATAS AZULES DE GALÁPAGOS Y DISMINUCIÓN ASOCIADA DE SU POBLACIÓN

David J. Anderson, Kathryn P. Huyvaert y David Anchundia

Para citar este artículo

Anderson D, KP Huyvaert y D Anchundia. 2015. Falta crónica de reproducción de los piqueros de patas azules de Galápagos y disminución asociada de su población. Pp. 159-164. En: Informe Galápagos 2013-2014. DPNG, CGREG, FCD y GC. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

Se debe citar la fuente en todos los casos. Fragmentos de este producto pueden ser traducidos y reproducidos sin permiso siempre que se indique la fuente.

El contenido y las opiniones expresadas en cada uno de los artículos es responsabilidad de los autores.

*La **Dirección del Parque Nacional Galápagos** tiene su sede principal en Puerto Ayora, isla Santa Cruz, Galapagos y es la institución del Gobierno del Ecuador responsable de la administración y manejo de las áreas protegidas de Galápagos.*

*El **Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos** tiene su sede principal en Puerto Baquerizo Moreno, isla San Cristóbal, y es el organismo del Gobierno del Ecuador responsable de la planificación y administración de la provincia.*

*La **Fundación Charles Darwin**, una organización no gubernamental registrada en Bélgica, opera la Estación Científica Charles Darwin en Puerto Ayora, Isla Santa Cruz, Galápagos.*

***Galapagos Conservancy** tiene su sede en Fairfax, Virginia, EE.UU. y es la única organización en los EE.UU. sin fines de lucro enfocada exclusivamente en la protección a largo plazo del Archipiélago Galápagos.*



Foto: © Fabiola Alvarez

Falta crónica de reproducción de los piqueros de patas azules de Galápagos y disminución asociada de su población

David J. Anderson¹, Kathryn P. Huyvaert² y David Anchundia¹

¹Universidad Wake Forest, Winston-Salem, NC ²Universidad del Estado de Colorado, Ft. Collins, CO

Introducción

La abundancia de aves marinas a lo ancho de la cuenca del vasto océano Pacífico ha declinado por lo menos un 99% durante los últimos 3000 años, coincidiendo con la dispersión de los humanos desde Polinesia (Steadman, 2006). Los asentamientos humanos en islas llevaron a la pérdida de hábitats, cacería, y efectos indirectos de animales depredadores y otros invasores que acompañaban a los humanos (Szabo *et al.*, 2012), y se piensa que estos efectos explican la extinción local de la mayoría de especies de aves marinas en islas habitadas (Steadman, 2006). La población de aves marinas de las islas Galápagos, en el extremo oriental de la cuenca y alejadas de las fuentes poblacionales de Polinesia, no siguieron este patrón. Datos paleontológicos no ofrecen evidencia de colonización humana permanente antes de aproximadamente 200 años (Latorre, 1997) y tampoco sobre extinciones de especies de aves marinas (Steadman, 1986; Jiménez-Uzcátegui *et al.*, 2006). Sin embargo, algunas especies muestran una clara evidencia de efectos antropogénicos recientes que han reducido su tamaño poblacional (Vargas *et al.*, 2005; Jiménez-Uzcátegui *et al.*, 2006; Anderson *et al.*, 2008), mientras que otras especies han sido muy poco estudiadas como para permitir evaluaciones similares. La evaluación de los posibles efectos antropogénicos en las disminuciones observadas en poblaciones debe ser una prioridad de conservación.

Los piqueros de patas azules (*Sula nebouxi*) se reproducen en Galápagos, y en otras islas y puntas en la costa oeste de Centro y Sudamérica, y México. La demografía y biología de la población de la subespecie de Galápagos (*S. n. excisa*) es pobremente conocida. Sin embargo, datos en serie de dos sitios antiguos de anidación en Galápagos (Daphne Mayor y Punta Cevallos [Española]) indican que un cambio abrupto en la actividad reproductiva ocurrió alrededor de 1997, pasando de una reproducción irregular pero frecuente a esencialmente nada (Figura 1). Este patrón es consistente con observaciones anecdóticas en años recientes de científicos de largo tiempo y guías de turismo sobre el avistamiento poco frecuente de aves adultas y sitios de anidación muy poco ocupados (DJ Anderson, datos sin publicar). Si la subespecie completa enfrenta una reproducción crónicamente pobre, entonces debería reflexionarse sobre un tamaño poblacional reducido. El tamaño de la población se estimó solo una vez, por Nelson, en la década de 1960. El concluyó que “el total de la población de

Galápagos debe exceder las 10 000 parejas y pudiera ser, de modo considerable, mayor” (Nelson, 1978).

Los objetivos de este estudio fueron: 1) evaluar si la pobre reproducción observada desde 1997 en las dos colonias

se repite por todo el archipiélago, 2) determinar la causa y 3) estimar el tamaño actual de la población de piqueros de patas azules en Galápagos. Este artículo presenta los resultados principales del estudio; para detalles completos, consultar Anchundia *et al.* (2014).

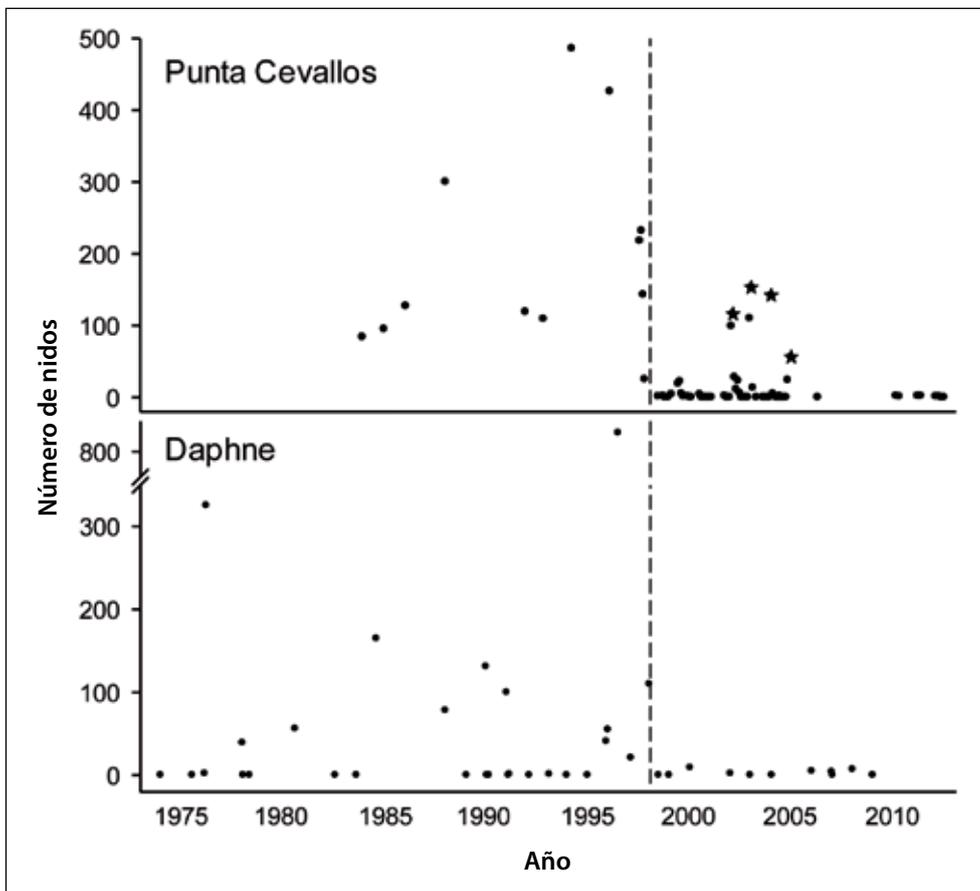


Figura 1. Números de nidos activos de piquero de patas azules en Punta Cevallos, Española (DJ Anderson, datos sin publicar) y Daphne Mayor (PR Grant y BR Grant, datos sin publicar). La línea vertical indica marzo 1 de 1997, mediados del evento ENSO de 1997-98 y aproximadamente el tiempo de disminución de la abundancia de sardinas en el afloramiento peruano. Las estrellas indican el pico de un rápido incremento en el número de nidos seguido de un masivo fracaso reproductivo en las 4 semanas subsiguientes.

Métodos

Desde mayo de 2011 hasta junio de 2013, monitoreamos la reproducción en intervalos de tres a cinco meses en cuatro de las seis históricamente más grandes colonias de anidación de piqueros de patas azules (Daphne Mayor, Cabo Douglas [Fernandina], Punta Vicente Roca [Isabela] y Seymour Norte) y una colonia adicional establecida hace poco (Playa de los Perros [Santa Cruz]). Una sexta y regularmente grande y activa colonia, Punta Suárez (Española), y otras dos (Punta Pitt [San Cristóbal] y Punta Cormorant [Floreana]; Figura 2) fueron visitadas de forma menos frecuente (cada una, tres o cuatro veces) que las colonias focales. Se sabía, por las actividades de investigación de nuestro grupo en Punta Cevallos (Española), que había una séptima colonia, históricamente grande, pero estuvo, en esencia, desatendida. Una colonia adicional en Baltra, aparentemente recién establecida, fue

descubierta en 2012 y desde entonces fue incluida como colonia no focal. Se documentó la dieta de las muestras regurgitadas durante las visitas a los sitios de anidación.

Para estimar el tamaño de la población hicimos dos muestreos de la costa entera de las islas al sur de la línea ecuatorial, incluyendo todo Isabela (1100 km de costa en 14 islas y 20 islotes), los cuales abarcaron todas las históricas (Nelson, 1978; Harris, 1982) y actuales (DJ Anderson, obs. pers.) actividades reproductivas de la especie. En el primer muestreo, hicimos conteos a la luz del día en una manera poco sistemática, cubriendo el rango completo de muestreo con un bote a 1 m/s entre el 3 de junio y el 7 de agosto de 2011; en el bote iba un único observador que utilizó binoculares desde 20-100 m de la costa. En el segundo muestreo, entre el 1 y el 3 de junio de 2012, cinco pares de observadores por separado quienes siguieron un protocolo de observadores dependientes

(Nichols *et al.*, 2000). En un período de tres días se cubrió todo el rango de muestreo, un par de observadores por cada sección de la línea de costa.

Resultados

Reproducción

La actividad reproductiva fue consistentemente baja. En la mayoría de las visitas, todas las colonias monitoreadas tuvieron <15% del máximo histórico de parejas reproductivas. Sumando todos los sitios monitoreados, el número más grande observado de nidos simultáneos (349) corresponde a 698 aves reproductoras, solo 10,9% del estimado del tamaño poblacional de 6423 adultos (ver abajo). Se identificaron tres sitios de anidación que no habían sido conocidos antes del estudio: en Baltra con alrededor de 49 parejas anidando en 2012 y 94 parejas en 2013; en la costa sur de Fernandina al oeste de Punta Mangle, con aproximadamente 75 adultos presentes y un número incierto de nidos; y en la costa sur de Isabela (Los Túneles) con nueve parejas anidando en 2013. La otrora gran colonia de Punta Cevallos (489 nidos en 1994; Townsend *et al.*, 2002) no fue incluida en el monitoreo de este trabajo, pero fue revisada frecuentemente como parte de nuestra investigación en ejecución allí; nunca observamos más de tres nidos en ese lugar.

La mayoría de las nidadas fracasaron sin producir un pichón. En visitas posteriores a una en la cual se registraron nidos con huevos, se encontraron pocos o ningún pichón o polluelo (ya sea vivo o muerto), a pesar de que a veces hubieron adultos incubando. En las colonias focales en 2011, se observó un total de 26 polluelos; en 2012, hubo 59 polluelos. Diciembre y enero fueron los únicos meses en el estudio de tres años en los cuales se hallaron pichones grandes y polluelos, con la excepción de la nueva colonia establecida en Baltra, en la que estuvieron presentes 24 polluelos en agosto de 2012.

Tamaño poblacional

En el muestreo costero de 2011, se contabilizaron 7 379 piqueros de patas azules, de los cuales dos (0,03% del total) tenían plumaje juvenil. Aquel muestreo se realizó por un período de 11 semanas con un solo observador por lo tanto existe la posibilidad que hubiera pasado por alto o contado dos veces a algunos individuos. En el muestreo costero de 2012, las probabilidades de detección fueron altas pero variaron por isla y sección de costa. Los análisis de modelos de selección dieron un estimado de 6 423 aves (95% intervalo de confianza = 6 420 a 6 431) para el tamaño de la población en todo el archipiélago. Estos estimados aplican para la porción de la población visible con la luz del día desde botes dentro de los 100 m de la costa y excluye a las aves que estuvieron lejos de la costa. Cuatro líneas de evidencia señalan que pocos piqueros estuvieron fuera del rango visual de los observadores en los botes desde donde se realizó el muestreo: 1) las

aves con marcadores de GPS pasaron la mayor parte de su tiempo de forrajeo dentro de los 200 m de la costa de una isla, muy bien dentro del rango visual; 2) durante el viaje en bote entre las islas en el muestreo de 2012, se avistaron piqueros de patas azules a una tasa de solo 2 aves/30 min comparado con un estimado de 48 aves/30 min en la costa; 3) ~85% de los piqueros avistados durante el muestreo de 2012 estaban descansando en tierra y no se estaban moviendo; y 4) >90% de los piqueros que fueron vistos volando, estaban moviéndose paralelos a la costa en el muestreo de 2012, en lugar de desde o hacia mar abierto.

Dieta

Sardinias y arenques (familia Clupeidae) fueron las especies más comunes en las muestras, constituyendo el 80,2% de toda la dieta y el 50,4% del peso total. El largo de bifurcación del pez estuvo entre 3-35 cm, con una media de 6,8 cm (DS = 3,2).

Las colonias de piqueros de patas azules visitadas cayeron en tres grupos basados en su hábitat oceanográfico: las colonias al oeste de Fernandina y Punta Vicente Roca, adyacentes al productivo afloramiento de la contracorriente ecuatorial con una mucho más baja temperatura superficial del mar (TSS) que en ninguna otra parte del archipiélago (Ruiz & Wolf, 2011); las colonias centrales de Daphne Mayor, Seymour Norte y Santa Cruz, adyacentes a una compleja unión de corrientes, y a un mosaico de TSS y productividad (Witman *et al.*, 2010); y las colonias al sureste en San Cristóbal, Española y Floreana, con un hábitat marino menos complejo y menos productivo. La composición de la dieta en estas regiones varió, con sardinias/arenques mucho más comunes y presentes más regularmente en el grupo central, de modo particular en 2012. Las sardinias y los arenques fueron el 68% de las presas capturadas en las colonias centrales, pero 28 y 29% de aquellas en las colonias del oeste y del sureste, respectivamente.

Predicciones sobre intentos de reproducción

El análisis del modelo de selección indicó que la actividad reproductiva de los piqueros de patas azules varió mensualmente (la reproducción fue rara en diciembre) y por la probabilidad de que el ave regurgitara durante muestreos de dieta (los intentos reproductivos estuvieron más asociados con aves con acceso a comida durante el muestreo). La variación anual no fue importante para nuestro modelo.

Discusión

Nuestros resultados indicaron que los piqueros de patas azules de Galápagos intentaron reproducirse muy poco entre agosto de 2011 y junio de 2013. Durante este período no más del 10,9% de la población adulta tuvo un nido activo en algún momento y solo se registraron

134 polluelos. Durante dos extensos muestreos costeros registramos solo 77 aves con plumaje juvenil (que lo mantienen hasta los 2-3 años; Nelson, 1978), comparados con una población de adultos estimada en 6 423 individuos. Vimos solo dos juveniles por el archipiélago entre mayo y agosto de 2011, lo que indica esencialmente que no hubo una reproducción exitosa los dos años anteriores. Descartamos la posibilidad de una emigración temporal de juveniles basados en la distribución de estos en el mar (Anchundia *et al.*, 2014) y su abundancia tanto en áreas costeras como entre las islas antes de 1998 (DJ Anderson, obs. per.). La interpretación más simple de estos resultados es una reproducción crónicamente pobre desde 2009 hasta 2012. Percibiendo una situación similar en Española y Daphne desde 1997, este fracaso reproductivo crónico puede extenderse unos 16 años atrás. Una comparación entre el estimado de la década de 1960 y nuestro nuevo estimado indica una tendencia a la disminución de la población, siendo la población actual un 33% del estimado de Nelson (1978) en los años 1960. Reconociendo una incertidumbre significativa en los valores presentes, de manera especial con respecto al estimado de la década de 1960, concluimos que el tamaño de la población se ha disminuido por lo menos en un 50%, y probablemente más, desde los 60s.

La baja reproducción durante nuestro estudio ha contribuido al descenso del tamaño poblacional de los piqueros de patas azules, y los datos de Daphne y Española sugieren que la anidación ha sido pobre y que las muertes de los adultos han excedido su reclutamiento desde 1997, lo que concuerda ampliamente con un modelo simple de reducción poblacional. Asumiendo una mortalidad constante anual de adultos de 0,10 (Oro *et al.*, 2010), un tamaño poblacional inicial de 20 000 y una continua serie de años que terminó en 2012 con ningún éxito reproductivo, el hipotético fracaso crónico de reproducción pudo haberse iniciado en 2001, 11 años atrás ($20\,000 * 0,9011 = 6276$); una población inicial más grande (como la aludida por Nelson en 1978) llevaría esta fecha inclusive más cerca a 1997, cuando sugerimos que empezó el fracaso reproductivo. Desde 1997 la colonia de piqueros patas azules de Punta Cevallos, otrora grande y activa de modo regular, ha estado virtualmente vacía; y en Daphne Mayor se encuentran unos cuantos adultos solo en una pequeña parte del cráter principal, mientras que en el pasado tanto este cráter como el aledaño algunas veces tuvo hasta 1600 piqueros de patas azules. Ahora la vegetación cubre la mayor parte del sitio de anidación. Ninguna de estas islas tiene un depredador introducido y no se ha notado evidencia de enfermedad en los reproductores y no reproductores en ambos lugares. A pesar de que estas dos colonias están en regiones de hábitats oceanográficos separados, ellas exhiben historias reproductivas similares, lo que sugiere la posibilidad de que la escasa reproducción haya estado presente en todo el archipiélago desde 1997, a pesar de existir variaciones espaciales del hábitat. Si es así, entonces la estructura de edad de la población actual debe estar sesgada de manera

fuerte hacia individuos viejos; si la tasa de mortalidad de los piqueros de patas azules aumenta con la edad, como ocurre en los piqueros de Nazca (Anderson & Apanius, 2003), y su reproducción declina a medida que envejecen (Velando *et al.*, 2006), entonces se puede esperar que los procesos de nacimiento y muerte que conducen a un tamaño poblacional más pequeño, se acelerarán en el futuro.

Dos líneas de evidencia relacionan a la dieta con la baja tasa de nacimientos. Considerando los datos de largo plazo recogidos en Punta Cevallos, los piqueros de patas azules forrajeaban principalmente sardinas, de forma parecida a los piqueros de Nazca (Anderson, 1989). Después de 1997, las sardinas desaparecieron de la dieta de los piqueros de Nazca, pero los piqueros de Nazca continuaron reproduciéndose al cambiar de presa (Anderson *et al.*, datos sin publicar). En contraste, los piqueros de patas azules abandonaron esta colonia. Datos de los lobos marinos de Galápagos (*Zalophus wollebaeki*) también sugieren que las sardinas se hicieron raras en el archipiélago entero; los lobos marinos forrajeaban principalmente sardinas durante la década de 1980 (Dellinger & Trillmich, 1999), pero en períodos más recientes (2008-09), las sardinas estuvieron completamente ausentes de su dieta (Páez-Rosas & Auriolles-Gamboa, 2010).

Muestras de la dieta de los piqueros de patas azules tomadas durante nuestro estudio, sugieren que la parte central del archipiélago tiene en la actualidad una disponibilidad más regular de sardinas y sus parientes cercanos los arenques de Galápagos, que las otras regiones; se ha observado intentos de reproducción más frecuentes de modo relativo en esta región. Esto sugiere que la disminución del éxito reproductivo puede estar ligada a la disponibilidad de sardinas/arenques (Anchundia *et al.*, 2014).

En conclusión, nuestros datos indican una crónicamente pobre reproducción y una declinación del tamaño poblacional de los piqueros de patas azules de Galápagos, con evidencia circunstancial que implica una baja disponibilidad de su presa favorita desde aproximadamente 1997, año a partir del cual la base de su alimento ha sido suficiente para que los adultos sobrevivan pero no para que se reproduzcan.

Si la reproducción ha sido baja desde finales de la década de 1990, como lo sospechamos, la estructura de edad de los piqueros de patas azules de Galápagos es muy probable que esté fuertemente sesgada, hacia individuos viejos. Se puede esperar que la disminución de la supervivencia y la reproducción producida por el envejecimiento de los piqueros de patas azules (Velando *et al.*, 2006; Torres *et al.*, 2011) acelere el declive de esta población emblemática y genéticamente distinta, debido a su limitada habilidad para reproducirse, y a su más baja supervivencia anual asociada con la vejez, con importantes implicaciones para la biodiversidad y el ecoturismo local.

Recomendaciones

Basados en los hallazgos de este estudio, recomendamos lo siguiente:

1. Seguir con los conteos por el archipiélago, usando los mismos métodos (Anchundia *et al.*, 2014), con una frecuencia no menor que cada dos años. Es probable que el tamaño se haya reducido en un ~30% desde la década de 1970 y la documentación de la tendencia continua en la población es crítica.
2. Realizar urgentemente estudios formales sobre la biología poblacional de peces clupeidos en Galápagos, incluyendo cualquier potencial efecto antropogénico. Estos peces, en especial la sardina *Sardinops sagax*, son elementos importantes de la dieta de los piqueros de patas azules y de Nazca, de lobos marinos, y posiblemente de otros depredadores en Galápagos. Nuestros resultados indican que la disponibilidad de los clupeidos ha declinado de forma dramática desde 1997, talvez por causas naturales (Anchundia *et al.*, 2014).
3. Continuar llevando a cabo muestreos en las 10 colonias de anidación, por tanto tiempo como dure la escasa reproducción. Nosotros visitamos cada colonia cuatro veces al año. Estas visitas de solo unas cuantas horas cada una brindaron información crítica sobre un importante proceso poblacional que ejerce influencia sobre el tamaño de la población y provee la oportunidad de poner anillos en las patas de los pichones para determinar la supervivencia de los juveniles. Durante los dos años se dio muy poco éxito reproductivo y probablemente éste haya sido el caso por mucho tiempo, de lo cual es probable que dependa la disminución del tamaño de la población.
4. Conducir un estudio formal de la salud, y en especial de enfermedades, en los piqueros de patas azules.

No evaluamos formalmente la posibilidad que enfermedades estén contribuyendo a la reducción de la población excepto por observaciones casuales.

5. Estimar la supervivencia anual de los adultos de la población de piqueros de patas azules. Las consideraciones logísticas limitan nuestra habilidad para determinar la supervivencia anual de los adultos: los adultos simplemente no atendieron sus colonias con la frecuencia requerida para usar métodos de marcaje-reavistamiento. Con esfuerzo significativo, este parámetro pudiera ser calculado inclusive bajo el régimen de presencia actual, usando transmisores de radio en los adultos y detección desde aeroplanos (ya sea el de patrullaje de la DPNG o UAVs).

Agradecimientos

Agradecemos a: P. Cabrera, S. Cruz, F. Cunningham, M. Escobar, I. Haro, G. Jiménez-Uzcátegui, P. Medranda y D. Mosquera por su asistencia con el muestreo costero, y a K. S. Anderson, M. Andres, J. Baque, A. Carrión, M. Escobar, M. Jaramillo, J. Liu, D. Mosquera, J. Moruve, A. Nieto e Y. Vega por otra asistencia en el campo; J. Baque por su ayuda identificando peces; K. E. Anderson por realizar los análisis SIG; P. y R. Grant por compartir datos sin publicar de Daphne Mayor; L. Balance y R. Pitman por datos sin publicar sobre la distribución en el mar; L. Anderson, M. Anderson, F. Estela, J. Grace, M. Silman, E. Tompkins, K. Hobson y dos revisores anónimos por sus comentarios a versiones anteriores; Galapagos Conservancy, Amigos de Galápagos de Suiza y Galapagos Conservation Trust por el financiamiento; a la Dirección del Parque Nacional Galápagos por el permiso para trabajar en el Parque; y a la Estación Científica Charles Darwin y a la aerolínea TAME por su apoyo logístico. Este material está basado en el trabajo apoyado por las donaciones de la Fundación Nacional de Ciencias Nos. DEB 93045679, DEB 9629539, DEB 98-06606, DEB 0235818 y DEB 0842199 a D. J. Anderson.

Referencias

- Anchundia D, KP Huyvaert & DJ Anderson. 2014. Chronic lack of breeding by Galápagos blue-footed boobies and associated population decline. *Avian Conservation and Ecology* 9:6.
- Anderson DJ. 1989. Differential responses of boobies and other seabirds in the Galápagos to the 1987 El Niño-Southern Oscillation event. *Marine Ecology Progress Series* 52:209-216.
- Anderson DJ & V Apanius. 2003. Actuarial and reproductive senescence in a long-lived seabird: preliminary evidence. *Experimental Gerontology* 38:757-760.
- Anderson DJ, KP Huyvaert, JA Awkerman, CB Proaño, WB Milstead, G Jiménez-Uzcátegui, S Cruz & JK Grace. 2008. Population status of the critically endangered waved albatross (*Phoebastria irrorata*), 1999 to 2007. *Endangered Species Research* 5:185-192.
- Dellinger T & F Trillmich. 1999. Fish prey of the sympatric Galapagos fur seals and sea lions: seasonal variation and niche separation. *Canadian Journal of Zoology* 77:1204-1216.

- Harris MP. 1982. A Field Guide to the Birds of Galapagos. Collins, London.
- Jiménez-Uzcátegui G, B Milstead, C Márquez, J Zabala, P Buitrón, A Llerena & B Fessler. 2006. Galapagos vertebrates: endangered status and conservation actions. Galapagos Report 2007:104-110.
- Latorre O. 1997. Galápagos: los primeros habitantes de algunas islas. Noticias de Galápagos 56:62-66.
- Nelson JB. 1978. The Sulidae. Oxford University Press, Oxford.
- Nichols JD, JE Hines, JR Sauer, FW Fallon, JE Fallon & PJ Heglund. 2000. A double-observer approach for estimating detection probability and abundance from point counts. The Auk 117: 393-408.
- Oro D, R Torres, C Rodríguez & H Drummond. 2010. Climatic influence on demographic parameters of a tropical seabird varies with age and sex. Ecology 91:1205-1214.
- Páez-Rosas D & D Auriol-Gamboa. 2010. Alimentary niche partitioning in the Galápagos sea lion (*Zalophus worlabeeki*). Marine Biology 157:2769-2781.
- Ruiz DJ & M Wolff. 2011. The Bolivar channel ecosystem of the Galapagos Marine Reserve: Energy flow structure and role of keystone groups. Journal of Sea Research 66:123-134.
- Steadman DW. 1986. Holocene vertebrate fossils from Isla Floreana, Galapagos. Smithsonian Contributions to Zoology 413.
- Steadman DW. 2006. Extinction and Biogeography in Tropical Pacific Birds. University of Chicago Press.
- Szabo JK, N Khwaja, ST Garnett & SHM Butchart. 2012. Global patterns and drivers of avian extinctions at the species and subspecies level. PLoS ONE 7:e47080.
- Torres R, H Drummond & A Velando. 2011. Parental age and lifespan influence offspring recruitment: a long-term study in a seabird. PLoS ONE 6(11):e27245.
- Townsend HM, KP Huyvaert, PJ Hodum & DJ Anderson. 2002. Nesting distributions of Galápagos boobies (Aves: Sulidae): an apparent case of amensalism. Oecologia 132:419-427.
- Vargas H, C Loughheed & H Snell. 2005. Population size and trends of the Galapagos Penguin (*Spheniscus mendiculus*). Ibis 147:367-374.
- Velando A, H Drummond & R Torres. 2006. Senescent birds redouble reproductive effort when ill: confirmation of the terminal investment hypothesis. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 273:1443-1448.
- Witman JD, M Brandt & F Smith. 2010. Coupling between subtidal prey and consumers along a mesoscale upwelling gradient in the Galapagos Islands. Ecological Monographs 80:153-177.