



Visiones sobre Ciencia Antártica

Libro de Resúmenes del
IX Congreso Latinoamericano de Ciencia Antártica

Punta Arenas, Chile. 4 al 6 de octubre 2017



Editores:

Isolina Guaiquil, Marcelo Leppe, Paulina Rojas, y Reiner Canales.

Visiones de Ciencia Antártica

Libro de Resúmenes

IX Congreso Latinoamericano de Ciencias Antártica

Copias adicionales de este libro se encuentran disponibles en la Biblioteca Virtual del Instituto Antártico Chileno, Plaza Muñoz Gamero 1055, Punta Arenas, PO BOX 620-9100; (+56 61 298100); internet, <http://www.inach.cl>.

Copyrights 2017 por el Instituto Antártico Chileno.

Cómo citar este libro:

Guaiquil, I., Leppe, M., Rojas, P., y R. Canales, Eds. 2017. Visiones de Ciencia Antártica, Libro de Resúmenes, IX Congreso Latinoamericano de Ciencias Antártica, Punta Arenas-Chile. Publicación del Instituto Antártico Chileno.

ISBN: 978-956-7046-11-9

DIETA DEL PINGÜINO ADELIA DURANTE UN PERÍODO DE 13 AÑOS (Adélie penguin diet over a 13-year period)

Juárez, M.A.^{1,2,3}, Casaux R.^{1,4}, Corbalán A.¹, Blanco G.¹, Pereira G.A.¹, Perchivale P.J.^{1,3},
Silvestro A.M.⁴, Coria N.R.¹ y M.M. Santos^{1,3}

¹Departamento Biología de Predadores Tope, Instituto Antártico Argentino, 25 de Mayo 1143, B1650CSP, San Martín, Buenos Aires, Argentina. E-mail: marianajuarez@hotmail.com. ²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290, C1425FQB, CABA, Buenos Aires, Argentina. ³Laboratorios Anexos, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Calle 64 N° 3, B1904AMA, La Plata, Buenos Aires, Argentina. ⁴Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CONICET-UNPSJB), Roca 780, 9200, Esquel, Chubut, Argentina

El krill antártico (*Euphausia superba*) constituye la presa principal de adultos reproductores de pingüino Adelia (*Pygoscelis adeliae*) en colonias localizadas en el Arco de Scotia (Volkman et al. 1980; Trivelpiece et al. 1987, 2011; Coria et al. 1995; Lynnes et al. 2004; Hinke et al. 2007). En pingüinos Pygoscelídeos, el estudio de la composición de la dieta, la masa de alimento y la longitud del krill consumido provee información sobre la ecología trófica del predador así como también evidencias de cambios en la disponibilidad del recurso alimenticio local (Clarke et al. 2002; Fraser y Hofmann 2003; Lynnes et al. 2004; Tierney et al. 2009; Saba et al. 2014; Emmerson et al. 2015). Por ello, el conocimiento de la ecología trófica de una especie en cada uno de sus sitios reproductivos es fundamental para determinar la relación entre las fluctuaciones del recurso local y la dinámica poblacional del predador (Scioscia et al. 2014).

En este estudio examinamos la dieta del pingüino Adelia en la colonia de Punta Stranger/Cabo Funes (Isla 25 de Mayo/Rey Jorge, Islas Shetland del Sur, Antártida) durante la etapa de guardería de los años 2002/2003 (i.e. 2003) al 2014/2015 (i.e. 2015). Evaluamos la variabilidad inter-anual de los parámetros dietarios y su relación con el índice de éxito reproductivo. Toda la información fue recolectada siguiendo protocolos estandarizados (CCRVMA 2004). Los contenidos estomacales fueron obtenidos anualmente (excepto en el 2007) mediante la técnica de lavado gástrico. La presencia de cada ítem presa fue descrita en términos de frecuencia de ocurrencia y porcentaje en masa. Se midió la longitud total de todos los especímenes enteros de krill antártico encontrados en cada muestra desde el 2004 (excepto en 2006 y 2007). Los individuos con tallas ≤ 35 mm fueron considerados juveniles (CCRVMA 2004). No se determinó el sexo ni la madurez sexual de estos individuos. Se evaluó la variación inter-anual en la masa total de alimento y en las tallas de krill consumidas con un test de Kruskal-Wallis (H) seguido por el test de comparaciones múltiples. El coeficiente de correlación de rango de Kendall fue usado para evaluar la relación entre parejas de variables dietarias y el índice de éxito reproductivo (n° de pichones en guardería/ n° de nidos ocupados; Juárez et al. 2015).

El krill antártico fue la presa dominante en la dieta del pingüino Adelia (contribución: 100 % de ocurrencia y $> 99,7$ % por masa). Evidencias de peces fueron registradas en seis de las 12 temporadas (contribución: entre 0 % a 24 % de ocurrencia) pero este ítem representó una proporción insignificante en término de masa (contribución: 0,15 %). Otros ítems (i.e. otros eufáusidos, anfípodos, calamares, moluscos y material no identificado) representaron $< 0,1$ % de la dieta en masa. Fue observada una marcada variabilidad inter-anual en la masa de los contenidos estomacales (test Kruskal-Wallis, $H_{11,298} = 78,81$; $p < 0,0001$). La masa total de

alimento registrada en los años 2003, 2004 y 2013 fueron similares entre sí (comparaciones múltiples, ns) pero significativamente más bajas que las masas registradas en las restantes temporadas (comparaciones múltiples, $p \leq 0,05$) excepto para el 2010 y 2011, cuando las masas mostraron valores intermedios. La media del tamaño de krill consumido varió entre años (test Kruskal-Wallis, $H_{9,6530} = 2184,48$; $p < 0,0001$), aunque sin un ciclo de 4/5 años. Durante los años 2004, 2005 y 2010, el krill fue más grande que en los restantes años (comparaciones múltiples, $p \leq 0,05$). El krill más pequeño fue encontrado en los años 2012 y 2014. La proporción de krill juvenil (i.e. ≤ 35 mm) fluctuó entre años, siendo más elevadas en 2012 (49,92 %) y 2014 (52,92 %). El mayor porcentaje de krill con una talla ≤ 25 mm fue registrado durante la temporada 2012 (26,14 %). Una relación negativa significativa fue observada entre el tamaño medio del krill consumido y el índice de éxito reproductivo (correlación de rango de Kendall, $\tau = -0,47$; $n = 10$; $p = 0,04$), indicando que el éxito reproductivo es mayor cuando la longitud de krill es menor.

Ante una declinación en la disponibilidad de su presa principal, se han registrado cambios en la masa de los contenidos estomacales de los pingüinos Pygoscelídeos (Clarke et al. 2002; Tierney et al. 2009; Niemandt et al. 2016) y en la composición de la dieta y/o comportamiento de forrajeo (Handley et al. 2016; Niemandt et al. 2016; Waluda et al. 2017). Además, el tamaño del krill consumido puede reflejar eventos de reclutamiento de krill (Fraser y Hofmann 2003; Lynnes et al. 2004; Saba et al. 2014) e indicar cambios en su disponibilidad (Lynnes et al. 2004; Rombolá et al. 2012). En años de pobre reclutamiento, el krill grande es dominante pero menos abundante y frecuentemente observado en aguas offshore (Fraser y Hofmann 2003; Lynnes et al. 2004; Reiss et al. 2008).

La composición de la dieta del pingüino Adelia en Punta Stranger durante la etapa de guardería fue dominada por krill antártico en todos los años, y solo una pequeña fracción de la dieta estuvo compuesta por peces. Estos resultados concuerdan con los reportados por Coria et al. (1995) en un estudio previo llevado a cabo en la misma colonia en el año 1988 (contribución de krill: 100 % de ocurrencia y $98 \pm 1,6$ % por masa). En ambos estudios la contribución de peces por masa fue insignificante ($< 1,5$ %). Nuestros resultados también están en línea con aquellos previamente publicados en colonias localizadas en el Arco de Scotia (Volkman et al. 1980; Trivelpiece et al. 1987; Lynnes et al. 2004; Hinke et al. 2007). En estos estudios, la dieta ha sido analizada utilizando la técnica de lavado gástrico, excepto en Volkman et al. (1980) quienes analizaron estómagos completos de animales sacrificados. En todos estos estudios, el krill representó > 98 % de la dieta por masa.

Aunque registramos una mayor contribución de peces en dos temporadas (2006 y 2011), esta fue insignificante respecto a la masa de krill consumida. Además, no se evidenció una asociación entre la frecuencia de ocurrencia de peces (o su porcentaje en masa) y el índice de éxito reproductivo. Por ellos, consideramos que la presencia de peces en la dieta de pingüinos Adelia en Punta Stranger puede no revelar cambios en la disponibilidad local de krill, similar a lo reportado por Tierney et al. (2009).

La masa de los contenidos estomacales fluctuó entre años. Dado que estas fueron más bajas durante el 2003, 2004 y 2013 una declinación en la disponibilidad de krill dentro del área potencialmente explotada por los pingüinos puede ser asumida (Clarke et al. 2002; Tierney et al. 2009; Niemandt et al. 2016). Evidencias de una reducción en la disponibilidad de krill en los alrededores de Punta Stranger fue reportada para los años 2003 y 2004 (Rombolá et al. 2010; Richerson et al. 2017). Sin embargo, nosotros no observamos una asociación entre la masa de los contenidos estomacales y el índice de éxito reproductivo. Emmerson et al. (2015) sugirieron que existen diferentes umbrales de disponibilidad de presas a partir de los

cuales las respuestas de los predadores pueden ser evidenciadas. Sumado a ello, los pingüinos pueden incrementar la duración de sus viajes de alimentación o cambiar el comportamiento de buceo en respuesta a una variabilidad en la disponibilidad de presas (Fraser y Hofmann 2003; Lynnes et al. 2004). Por ello, consideramos que la masa de los contenidos estomacales puede no ser un buen indicador de disponibilidad de alimento.

El tamaño del krill consumido por el pingüino Adelia en Punta Stranger varió entre años. La proporción de krill juvenil fue mayor en los años 2012 y 2014. Sin embargo, una mayor frecuencia de krill de un año (i.e. ≤ 25 mm) fue registrada solo en el 2012. Basados en nuestros resultados, y sin un claro patrón en la distribución de tallas de krill (similar a lo reportado por Clarke et al. 2002 y Rombolá et al. 2012), nosotros interpretamos al menos un año de buen reclutamiento de krill ocurriendo en las aguas que rodean a Punta Stranger (i.e. 2012). Este evento de reclutamiento es consistente con lo reportado por Saba et al. (2014). Además, en los años 2012 y 2014 observamos una igual proporción de krill grande y pequeño. Estos resultados soportan la hipótesis de Lynnes et al. (2004) que cuando el krill pequeño está disponible, los predadores forrajean sobre ellos incluso predominantemente. Es decir, la presencia de krill juvenil no es un artefacto de la selección de presas.

Aunque varios factores afectan la performance reproductiva, el éxito reproductivo del pingüino Adelia en Punta Stranger parece estar influenciado por el tamaño de krill ingerido. A diferencia de los resultados de Clarke et al. (2002) pero similar a lo reportado por Fraser y Hofmann (2003) y Lynnes et al. (2004), nuestros resultados indican que forrajear sobre krill más grande resulta en un mayor costo para los adultos reproductores o que menos energía se gasta durante años de buen reclutamiento de krill, cuando el krill es más pequeño pero está más disponible (Fraser y Hofmann 2003; Lynnes et al. 2004; Reiss et al. 2008). Por todo ello, nosotros consideramos que el tamaño de krill encontrado en los contenidos estomacales de pingüinos Adelia en Punta Stranger puede ser el mejor indicador de disponibilidad de alimento local. El conocimiento de las interacciones predador-presa es fundamental para entender el rol ecológico de los predadores, para evaluar los cambios en su abundancia (Trivelpiece et al. 2011; Niemandt et al. 2016; Waluda et al. 2017) y para detectar recursos marinos que necesitan protección (Handley et al. 2016).

Conclusiones

Nuestros resultados: 1) confirman que el pingüino Adelia en Punta Stranger es dependiente del krill y, si la abundancia de esta presa declina, esto puede impactar negativamente en sus tendencias poblacionales; 2) sugieren que los peces son presas importantes para cubrir los requerimientos energéticos de los adultos reproductores, pero no como parte de la dieta del pichón y 3) revelan cambios en la disponibilidad local de krill y un evento de reclutamiento evidenciado a partir de las tallas de krill consumidas. Sin embargo, este estudio también destaca la necesidad de establecer una relación entre la dieta y las estrategias de alimentación empleadas por el pingüino Adelia para mejorar nuestro entendimiento sobre la ecología trófica de la especie y su influencia sobre la performance reproductiva. Nos obstante, éste representa el primer análisis a largo plazo de la dieta del pingüino Adelia para la colonia de Punta Stranger/Cabo Funes.

Agradecimientos

Financiamiento: FONCYT (PICTO 2010-0111) e Instituto Antártico Argentino.

Referencias

- CCAMLR. 2004. Standard methods for monitoring parameters of predator species. CCAMLR Ecosystem Monitoring Program. Hobart, Australia
- Clarke, J., Kerry, K., Irvine, L. y Phillips, B. 2002. Chick provisioning and breeding success of Adélie penguins at Béchervaise Island over eight successive seasons. *Polar Biol*, 25:21-30.
- Coria, N., Fontana, R., Vivequin, S. y Spairani, H. 1995. Dieta del pingüino Adelia *Pygoscelis adeliae* durante el período de crianza en Punta Stranger, Isla 25 de Mayo, Shetland del Sur, Antártida. *Boll Mus Reg Sci Nat Torino*, 13:377-383.
- Emmerson, L., Southwell, C., Clarke, J., Tierney, M. y Kerry, K. 2015. Adélie penguin response parameters signal reduced prey accessibility: implications for predator-prey response curves. *Mar Biol*, 162:1187-1200.
- Fraser, W. y Hofmann, E. 2003. A predator's perspective on causal links between climate change, physical forcing and ecosystem response. *Mar Ecol Prog Ser*, 265:1-15.
- Handley, J.M., Baylis, A.M.M., Brickle, P. y Pistorius, P. 2016. Temporal variation in the diet of gentoo penguins at the Falkland Islands. *Polar Biol*, 39:283-296.
- Hinke, J.T., Salwicka, K., Trivelpiece, S.G., Watters, G.M. y Trivelpiece, W.Z. 2007. Divergent responses in *Pygoscelis* penguins reveal a common environmental driver. *Oecologia*, 153:845-855.
- Juárez, M.A., Santos, M., Negrete, J., Mennucci, J.A., Perchivale, P.J., Casaux, R. y Coria, N.R. 2015. Adélie penguin population changes at Stranger Point: 19 years of monitoring. *Antarct Sci*, 27(5):455-461.
- Karnovsky, N.J., Hobson, K.A. y Iverson, S.J. 2012. From lavage to lipids: estimating diet of seabirds. *Mar Ecol Prog Ser*, 451:263-284.
- Lynnes, A.S., Reid, K. y Croxall, J.P. 2004. Diet and reproductive success of Adélie and chinstrap penguins: linking response of predators to prey population dynamics. *Polar Biol*, 27:544-554.
- Niemandt, C., Kovacs, K.M., Lydersen, C., Dyer, B.M., Isaksen, K., Hofmeyr, G.J.G., Mehlum, F. y De Bruyn, P.J.N. 2016. Chinstrap and macaroni penguin diet and demography at Nyrøysa, Bouvetøya. *Antarct Sci*, 28:91-100.
- Reiss, C.S., Cossio, A.M., Loeb, V. y Demer, D.A. 2008. Variations in the biomass of Antarctic krill (*Euphausia superba*) around the South Shetland Islands, 1996–2006. *ICES J Mar Sci*, 65:497-508.
- Richerson, K., Santora, J.A. y Mangel, M. 2017. Climate variability and multi-scale assessment of the krill preyscape near the north Antarctic Peninsula. *Polar Biol*, 40:697-711.
- Rombolá, E.F., Marschoff, E. y Coria, N. 2010. Inter-annual variability in Chinstrap penguin diet at South Shetland and South Orkney Islands. *Polar Biol*, 33:799-806.
- Rombolá, E., Marschoff, E. y Coria, N. 2012. Analysis of the sources of variance in the mean size of krill consumed by Chinstrap and Adélie penguins at South Orkney Islands. *Polar Biol*, 35:1601-1606.
- Saba, G.K., Fraser, W.R., Saba, V.S., Iannuzzi, R.A., Coleman, K.E., Doney, S.C., Ducklow, H.W., Martinson, D.G., Miles, T.N., Patterson-Fraser, D.L., Stammerjohn, S.E., Steinberg, D.K. y Schofield, O.M. 2014. Winter and spring controls on the summer food web of the coastal West Antarctic Peninsula. *Nat Commun*, 5:4318.
- Scioscia, G., Raya Rey, A., Saenz Samaniego, R.A., Florentín, O. y Schiavini, A. 2014. Intra- and interannual variation in the diet of the Magallanic penguin (*Spheniscus magellanicus*) at Martillo Island, Beagle Channel. *Polar Biol*, 37:1421-1433.
- Tierney, M., Emmerson, L. y Hindell, M. 2009. Temporal variation in Adélie penguin diet at Béchervaise Island, east Antarctica and its relationship to reproductive performance. *Mar Biol*, 156:1633-1645.
- Trivelpiece, W.Z., Trivelpiece, S.G. y Volkman, N.J. 1987. Ecological segregation of Adélie, Gentoo, and Chinstrap penguins at King George Island, Antarctica. *Ecology*, 68:351-361.
- Trivelpiece, W.Z., Hinke, J.T., Miller, A.K., Reiss, C.S., Trivelpiece, S.G. y Watters, G.M. 2011. Variability in krill biomass links harvesting and climate warming to penguin population changes in Antarctica. *Proc Natl Acad Sci*. 108:7625-7628.
- Volkman, N.J., Presler, P. y Trivelpiece, W.Z. 1980. Diets of pygoscelid penguins at King George Island Antarctica. *Condor*, 82:373-378.
- Waluda, C.M., Hill, S.L., Peat, H.J. y Trathan, P.N. 2017. Long-term variability in the diet and reproductive performance of penguins at Bird Island, South Georgia. *Mar Biol*, 164:39.