



## II CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA AMBIENTAL EN SISTEMAS ACUÁTICOS, CChIASA

### IMPORTANCIA DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y LAS AVES GUANERAS PARA LA GENERACIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUMIDEROS DE FÓSFORO.

**Bárbara Fuentes<sup>1</sup>**  
**Franko Arenas<sup>2</sup>**  
**Roland Bol<sup>3</sup>**  
**Francisco Gómez<sup>1</sup>**  
**Sergio Barahona<sup>4</sup>**  
**Francisco Remonsellez<sup>1,4</sup>**

#### RESUMEN EXTENDIDO

Las costas chilenas son áreas de alta productividad ecológica debido a los nutrientes transportados por la Corriente de Humboldt (Weichler et al., 2004). Esto beneficia a las cadenas tróficas donde participan aves guaneras como consumidoras superiores (Diamond & Devlin, 2003; Martínez-Abraín & Oro, 2004), controlando poblaciones de peces como sardinias y anchovetas (Rómulo, 1961; Weichler et al., 2004). Entre estas aves destacan especies endémicas como el Piquero (*Sula variegata*), Pelicano (*Pelecanus thagus*), Cormorán Guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*) y Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) (Mann, 1954; Weichler et al., 2004; Sánchez García, 2016) las dos últimas clasificadas como “vulnerables” (IUCN, 2016; IUCN, 2017).

El guano marino corresponde a la mezcla de excretas de aves y mamíferos marinos y otros residuos orgánicos (pescado, huevos, plumas, restos de nidos), los que se acumulan sobre zonas rocosas costeras o en cavernas (Sánchez García, 2016). Su deposición es importante ya que puede cambiar las propiedades bioquímicas del ecosistema, aumentando la cantidad de materia orgánica en el suelo y en áreas marinas como bahías y estuarios (Anderson & Polis, 1999; Sekercioglu, 2006). Para la formación de grandes depósitos de guano ricos en nitrógeno amoniacal y fósforo son necesarias condiciones climáticas áridas, de baja precipitación, que permitan su proceso de biogénesis (Sánchez García, 2016). El norte de Chile y en particular la zona de Mejillones, se caracteriza por poseer estas condiciones y por una larga historia de explotación guanera (Bermúdez Miral, 1966; Santoro Cerda, 2017).

---

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería y Ciencias Geológicas, Universidad Católica del Norte. Antofagasta. Chile/ bfuentes@ucn.cl

<sup>2</sup> Programa de Doctorado en Ciencias mención Geología, Universidad Católica del Norte. Antofagasta. Chile.

<sup>3</sup> Terrestrial Biogeochemistry Group, Institute of Bio- and Geosciences, Agrosphere (IBG-3), Forschungszentrum Jülich GmbH, D52425 Jülich, Germany.

<sup>4</sup> Laboratorio de Microbiología Aplicada y Extremófilos, Universidad Católica del Norte. Antofagasta. Chile.



Este guano se clasifica en dos tipos: guano blanco, correspondiente a fecas recientes, y guano rojo, material fósil, que contiene, además del excremento de aves, sus restos orgánicos degradados acumulados durante largos períodos (Harrington et al., 1967; Sánchez García, 2016). La extracción del guano blanco daña irreparablemente el ecosistema, mermando nidos y espacios reproductivos de estas aves (du Toit et al., 2002). El guano rojo se forma mediante la disolución del material superficial por la filtración de agua, su redeposición y reemplazo parcial del lecho de roca subyacente (Harrington et al., 1967). Las poblaciones de aves guaneras han sido afectadas negativamente debido al fenómeno de El Niño, la variabilidad ambiental, explotación pesquera, perturbación humana e industrial, introducción de especies exóticas, pérdida de hábitat, especies nativas problemáticas, entre otras (England, 2000; Ainley & Divoky, 2001; du Toit et al., 2002; Pizarro Solari, 2004; Jaksic & Fariña, 2010; IUCN, 2016; IUCN, 2017).

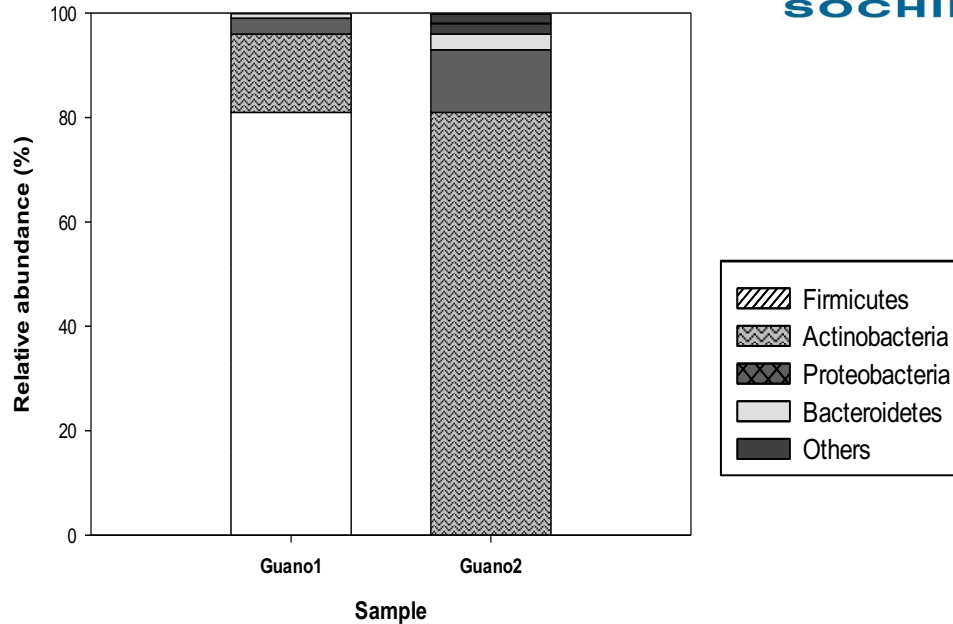
El objetivo de este trabajo fue realizar la caracterización química y biológica de muestras de guano rojo proveniente de la comuna de Mejillones, para evaluar su relevancia como sumidero de fósforo en los ecosistemas marinos, realzar su importancia como recurso natural y la necesidad de proteger los ecosistemas marinos y las aves guaneras.

La metodología de trabajo consistió en la caracterización físico-química, mineralógica y microbiológica de guano rojo de la península de Mejillones.

El guano rojo estudiado posee un pH de 6,0 y alto contenido de nutrientes (Tabla 1). Su composición mineralógica incluye minerales fosfatados como whitlocicta ( $\text{Ca}_{18}\text{Mg}_2\text{H}_2(\text{PO}_4)_{14}$ ) y Leucofosfiita ( $\text{KFe}_2(\text{OH})(\text{PO}_4)_2(\text{H}_2\text{O})_2$ ). La secuenciación masiva del gen 16S rARN evidencia que la comunidad bacteriana está compuesta principalmente por firmicutes y actinobacterias (Figura 1).

**Tabla 1:** Caracterización físico-química de guano rojo de la península de Mejillones.

Parámetros Medidos	UNIDAD	Valor
pH		6,01
Nitrógeno total	%	0,45
Fósforo Total	%	0,16
Potasio total	%	0,48
Calcio total	%	5,03
Magnesio total	%	1,11



**Figura 1.** Clasificación de muestras de guano rojo según phylum (Fuentes et al., 2018 en preparación).

La participación del guano en los ciclos de nutrientes es de vital importancia ya que permite que elementos, como fósforo o nitrógeno, puedan re-inyectarse al ecosistema. Se concluye que los depósitos de guano rojo actúan como sumideros de P, nutriente estratégico para la agricultura chilena. Por lo tanto se debe promover la conservación de los ecosistemas marinos y sobretodo de las aves guaneras para preservarlas y con ello las reservas de P en nuestro país.

### Agradecimientos

Proyecto CONICYT ARIII70001

### Referencias

- Ainley, D. G., & Divoky, G. J. (2001). Seabird Responses to Climate Change. *Encyclopedia of Ocean Sciences*, 5, 257-264.
- Anderson, W. B., & Polis, G. A. (1999). Nutrient fluxes from water to land: seabirds affect plant nutrient status on Gulf of California islands. *Oecologia*, 118 (3), 324–332.
- Bermúdez Miral, O. (1966). *Orígenes históricos de Antofagasta*. Antofagasta, Chile: Editorial Universitaria S.A.
- BirdLife International. 2016. *Phalacrocorax bougainvilliorum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22696810A93588407.
- BirdLife International. 2017. *Spheniscus humboldti* (amended version of 2016 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T22697817A111228184.
- Croxall, J. P. (1987). *Seabirds: Feeding Ecology and Role in Marine Ecosystems*. (J. P. Croxall, Ed.) Cambridge: Cambridge University Press.
- Diamond, A. W., & Devlin, C. M. (2003). Seabirds as indicators of changes in marine ecosystems: ecological monitoring on machias seal island. *Environmental Monitoring and*



*Assessment* (88), 153–175 .

du Toit, M., Boere, G., Cooper, J., de Villiers, M., Kemper, J., Lenten, B., y otros. (2002). *Conservation assessment and management plan for southern Africa coastal seabirds*.

Avian Demography Unit, University of Cape Town and the Conservation Breeding Specialist Group. Cape Town, South Africa: Avian Demography Unit, University of Cape Town and the Conservation Breeding Specialist Group.

England, M. C. (2000). A review of bird responses to El Niño-Southern Oscillation conditions in the Neotropics. *Cotinga* (13 ), 83– 88.

Harrington, J. F., Ward, D. E., & McKelvey, V. E. (1967). Sources of fertilizer minerals in South America - A preliminary study. En D. R. Mullineaux, H. Dyer, C. C. Hawley, & R. C. Robeck, *Geological Survey Bulletin*. U.S. Government Printing Office.

Jaksic, F. M., & Fariña, J. M. (2010). El Niño y las aves: una interpretación basada en el uso de recursos frente al forzamiento climático en el Pacífico Sudoriental. *Anales Instituto Patagonia* , 38 (1), 121-140 .

Jordán Sotelo, R. (1961). *Las aves guaneras, la cadena alimentaria y la producción de guano* (Vol. 37). Lima: Compañía Administradora del Guano.

Mann, G. (1954). Las aves guaneras y las posibilidades de incrementar la producción de guano blanco en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* , LIV (16).

Oro, D., & Martínez-Abraín, A. (2004). Ecology and Behavior of Seabirds. *MARINE ECOLOGY* .

Pizarro Solari, C. (2004). *Áreas marinas protegidas y su utilidad en la conservación de las aves marinas en Chile*. Tesis de pregrado, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias.

Sánchez García, Y. (2016). *Caracterización química del guano de aves marinas de la Isla San Jerónimo, Baja California, México y su viabilidad como fertilizante agrícola*. Tesis de Doctorado, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, Programa de Posgrado en Ciencias de la Vida con orientación en Biotecnología Marina.

Santoro Cerda, W. (22 de Abril de 2017). *Historia del guano rojo y su impacto en el poblamiento del Desierto de Atacama*. (W. Santoro Cerda, Productor) Recuperado el 30 de Agosto de 2018, de Diario Electrónico de Mejillones:

<http://www.diariomejillones.cl/reportaje/guanroj.htm>

Sekercioglu, C. H. (2006). Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology & Evolution* , 21 (8), 464-471 .

Weichler, T., Garthe, S., Luna-Jorquera, G., & Moraga, J. (2004 ). Seabird distribution on the Humboldt Current in northern Chile in relation to hydrography, productivity, and fisheries . *Journal of Marine Science* (61), 148-154.

Wootton, J. T. (1991). Direct and indirect effects of nutrients on intertidal community structure: variable consequences of seabird guano. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* , 151 (2), 139-153.

Zwolicki, A., Zmudczyńska-Skarbek, K. M., Iliszko, L., & Stempniewicz, L. (2013).

Guano deposition and nutrient enrichment in the vicinity of planktivorous and piscivorous seabird colonies in Spitsbergen. *Polar Biology* , 36 (3), 363–372.