

Serie Conservación de la Naturaleza

N° **24**

— 2018 —



Fundación Miguel Lillo

Ministerio de Educación de la Nación
Ley 12.935 – Tucumán – República Argentina

La Puna Argentina : naturaleza y cultura / Héctor Ricardo Grau ... [et al.]. - 1a ed. -
Tucumán : Fundación Miguel Lillo, 2018.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-950-668-032-9

1. Ciencias Geológicas. 2. Botánica. 3. Zoología. I. Grau, Héctor Ricardo
CDD 306.4

Serie Conservación de la Naturaleza

Nº **24**

La Puna argentina

Naturaleza y cultura

H. Ricardo Grau

Instituto de Ecología Regional – CONICET – UNT

M. Judith Babot

Fundación Miguel Lillo – CONICET

Andrea E. Izquierdo

Instituto de Ecología Regional – CONICET – UNT

Alfredo Grau

Instituto de Ecología Regional – CONICET – UNT

— Editores —



Fundación Miguel Lillo

Ministerio de Educación de la Nación

Ley 12.935 – Tucumán – República Argentina

Serie Conservación de la Naturaleza

Esta serie comprende trabajos relacionados con el problema de la conservación de la flora y fauna autóctonas, incluyendo lo relativo al grado de explotación y/o destrucción alcanzado y a los medios de protección proyectados o en aplicación.

ISSN 0325-9625

© 2018, **Fundación Miguel Lillo**. Derechos protegidos por Ley 11.723

Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251, (T4000JFE) San Miguel de Tucumán, Argentina
Telefax +54 381 433 0868 / www.lillo.org.ar

Editor Área Zoología

Mariano Ordano (Fundación Miguel Lillo y CONICET / Unidad Ejecutora Lillo, Tucumán, Argentina).

Editor gráfico

Gustavo Sánchez (Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina).

Editor web

Andrés Ortiz (Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina).

Secretaría editorial Área Zoología

Felipe Castro (Fundación Miguel Lillo y Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina).
Pamela Gómez (Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina).
Eduardo Martín (Fundación Miguel Lillo y Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina).
María del Pilar Medina Pereyra (Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina).
Guido van Nieuwenhove (Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina).
Florencia Vera Candiotti (CONICET / Unidad Ejecutora Lillo, Tucumán, Argentina).
María Paula Zamudio (Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina).

Consejo editorial Área Zoología

María de las Mercedes Azpeliueta (Universidad Nacional de La Plata y CONICET, Buenos Aires, Argentina).
Julián Bueno-Villegas (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México).
Margarita Chiaraviglio (Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina).
Guillermo L. Claps (Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina).
José Antonio Corronca (Universidad Nacional de Salta y CONICET, Salta, Argentina).
Ada Echevarría (Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina).
David Flores (Fundación Miguel Lillo y CONICET / Unidad Ejecutora Lillo, Tucumán, Argentina).
Adriana Azucena Michel (Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina).
Juan J. Morrone (Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México).
Gustavo Moya-Raygoza (Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México).
Paola Peltzer (Universidad Nacional del Litoral y CONICET, Santa Fe, Argentina).
Marcela Peralta (Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina).
Juan Timi (Universidad Nacional de Mar del Plata y CONICET / Unidad de Investigaciones Marinas y Costeras, Buenos Aires, Argentina).
Julián R. Torres Dowdall (Universität Konstanz, Baden-Württemberg, Alemania).
Fernando Zagury Vaz-de-Mello (Universidade Federal de Mato Grosso, Mato Grosso, Brasil).

Comité editorial (editores asociados) Área Zoología

Juan Pedro Bouvet (Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Concordia, INTA, Entre Ríos, Argentina).
Sonia B. Canavelli (Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Paraná, INTA, Entre Ríos, Argentina).
Mario Luis Chatellenaz (Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina).
Néstor Ciocco (Universidad Nacional de Cuyo y CONICET / Instituto Argentino de Investigaciones de Zonas Áridas, Mendoza, Argentina).
Carlos Andrés Cultid Medina (Centro Regional del Bajío, Instituto de Ecología, A.C., Michoacán, México).
María Elisa Fanjul (Fundación Miguel Lillo y Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina).
Guillermo Gil (Administración de Parques Nacionales / Centro de Investigaciones Ecológicas Subtropicales, Misiones, Argentina).
Andrea Ximena González Reyes (Universidad Nacional de Salta, Salta, Argentina).
María de los Ángeles Hernández (Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Chubut, Argentina).
Marta Lizarralde (CONICET / Centro Austral de Investigaciones Científicas, Tierra del Fuego, Argentina).
María Alejandra Maglianesi (Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica).
Patricia Marconi (Fundación Yuchán, Salta, Argentina).
Mariano Merino (Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina).
Segundo Núñez-Campero (CONICET / Centro Regional de Investigaciones Científicas y Transferencia Tecnológica de La Rioja, La Rioja, Argentina).
Gabriela Núñez Montellano (Universidad Nacional de Salta y CONICET / Instituto de Bio y Geociencias del NOA, Salta, Argentina).
Massimo Olmi (Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, Italia).
Facundo Xavier Palacio (Universidad Nacional de La Plata y CONICET, Buenos Aires, Argentina).
Nicolella Righini (Universidad Nacional Autónoma de México, Michoacán, México).
Miguel E. Rodríguez Posada (Universidad Nacional de Colombia y Pontificia Universidad Javeriana, Capital, Colombia).
Fátima Romero (Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina).
Jorge R. Ronderos (Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina).
Roman Ruggera (Universidad Nacional de Jujuy y CONICET / Instituto de Ecorregiones Andinas, Jujuy, Argentina).
Mariano S. Sánchez (Universidad Nacional de Misiones y CONICET / Instituto de Biología Subtropical, Misiones, Argentina).
Natalia Schroeder (CONICET / Instituto Argentino de Investigaciones de Zonas Áridas, Mendoza, Argentina).
Claudia Szumik (CONICET / Unidad Ejecutora Lillo, Tucumán, Argentina).
Eduardo Virla (Fundación Miguel Lillo y CONICET / Planta Piloto de Procesos Industriales Microbiológicos, Tucumán, Argentina).

Canjes

Centro de Información Geo-Biológico del Noroeste Argentino, Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251, (T4000JFE) San Miguel de Tucumán, Argentina. Correo electrónico: maprieto@lillo.org.ar

Ref. bibliográfica: H. Ricardo Grau, M. Judith Babot, Andrea E. Izquierdo, Alfredo Grau (editores). 2018. La Puna argentina: naturaleza y cultura. *Serie Conservación de la Naturaleza* 24, Fundación Miguel Lillo. ISBN 978-950-668-032-9 (versión online)
Imagen de tapa: Vista del salar de Antofalla (Catamarca) desde la vega Botijuela. Fotografía de Andrea Izquierdo, noviembre 2017.

Derechos protegidos por Ley 11.723
Impreso en la Argentina. *Printed in Argentina.*

Índice

Prólogo	9
Agradecimientos	10
I. EL AMBIENTE FÍSICO	
CAPÍTULO 1. Geología	13
HONGN, FERNANDO; CAROLINA MONTERO-LÓPEZ; SILVINA GUZMÁN; ALEJANDRO ARAMAYO	
<i>Box</i> : Puncoviscana, sus huellas fósiles y su antigüedad	30
ACEÑOLAZA, FLORENCIO GILBERTO	
CAPÍTULO 2. Volcanismo	32
GROSSE, PABLO; SILVINA R. GUZMÁN	
<i>Box</i> : El volcán Tuzgle: un proyecto para la obtención de energía geotérmica	52
COIRA, BEATRIZ	
CAPÍTULO 3. Paleoecología del Cuaternario tardío de la Puna del noroeste argentino	54
LUPO, LILIANA; JULIO KULEMEYER; GONZALO TORRES; BRENDA OXMAN; KARSTEN SCHITTEK	
<i>Box</i> : El antiguo papel de las vegas en la Puna catamarqueña	73
BABOT, MARÍA DEL PILAR; JULIA LUND; SALOMÓN HOCSMAN	
CAPÍTULO 4. Variabilidad hidroclimática en el sur del Altiplano: pasado, presente y futuro	75
MORALES, MARIANO S.; DUCAN A. CHRISTIE; RAPHAEL NEUKOM; FACUNDO ROJAS; RICARDO VILLALBA	
<i>Box</i> : Estacionalidad climática e hidrológica: las vegas puneñas	92
NAVARRO, CARLOS JAVIER	
<i>Box</i> : Aprovechando la energía solar en la Puna	93
GONZÁLEZ, JORGE A.	
CAPÍTULO 5. Humedales de la Puna: principales proveedores de servicios ecosistémicos de la región	96
IZQUIERDO, ANDREA E.; ROXANA ARAGÓN; CARLOS J. NAVARRO; ELVIRA CASAGRANDA	
<i>Box</i> : El manejo de las vegas como estrategia adaptativa de las poblaciones puneñas	112
GONNET, JORGE M.	

II. BIODIVERSIDAD

CAPÍTULO 6. Registro fósil de la Puna	117
BABOT, M. JUDITH; GUILLERMO ACEÑOLAZA; HUGO ALFREDO CARRIZO; DANIEL A. GARCÍA-LÓPEZ	
<i>Box</i> : Huellas de aves fósiles	141
ALONSO, RICARDO	
CAPÍTULO 7. Vegetación de la Puna argentina	143
CARILLA, JULIETA; ALFREDO GRAU; SOLEDAD CUELLO	
<i>Box</i> : Ángel Cabrera y la Puna	157
BROWN, ALEJANDRO D.	
<i>Box</i> : Musgos del Socompa: islas de vida en el cielo	159
HALLOY, STEPHAN	
CAPÍTULO 8. Estado actual de conocimiento de las aves de la Puna argentina	161
OSINAGA ACOSTA, ORIANA; EDUARDO MARTÍN	
<i>Box</i> : Los flamencos de los Andes	180
DERLINDATI, ENRIQUE J.	
CAPÍTULO 9. Mamíferos puneños y altoandinos	182
PEROVIC, PABLO GASTÓN; CARLOS EDUARDO TRUCCO; CINTIA TELLAECHÉ; CÉSAR BRACAMONTE; PABLO CUELLO; AGUSTINA NOVILLO; LEÓNIDAS LIZÁRRAGA	
<i>Box</i> : El burro en la Puna. ¿Invasor o restaurador?	207
GRAU, H. RICARDO	
CAPÍTULO 10. Herpetofauna de la Puna	209
BARRIONUEVO, JOSÉ SEBASTIÁN; CRISTIAN SIMÓN ABDALA	
<i>Box</i> : Peces de la Puna	229
AGUILERA, GASTÓN	
CAPÍTULO 11. Macroinvertebrados acuáticos de las vegas de la Puna argentina	231
NIETO, CAROLINA; FÁTIMA ROMERO; CELINA REYNAGA; VERÓNICA MANZO	
<i>Box</i> : Artrópodos de la Puna	244
MOLINA, MARÍA ALEJANDRA; CLAUDIA SZUMIK	
CAPÍTULO 12. Ecosistemas microbianos de la Puna. El inmenso valor de lo diminuto	246
FARIAS, MARÍA EUGENIA	
<i>Box</i> : Diatomeas en humedales de la Puna	269
SEELIGMANN, CLAUDIA; NORA I. MAIDANA	

III. SISTEMAS SOCIALES EN EL TIEMPO**CAPÍTULO 13. Sociedades prehispánicas de la Puna argentina: desde el poblamiento temprano hasta los inicios de la producción pastoril y agrícola 273**

MARTÍNEZ, JORGE GABRIEL

Box: Historias prehispánicas de gente y de una vega puneña 295

HOCSMAN, SALOMÓN; LORENA GRANA; MARÍA DEL PILAR BABOT

CAPÍTULO 14. Arqueología del formativo: los inicios de la agricultura y la ganadería 297

OLIVERA, DANIEL ENZO

Box: Caravanas de llamas: tecnología clave para la interacción social prehispánica 319

MARTEL, ÁLVARO

CAPÍTULO 15. Las sociedades puneñas desde el inicio del segundo milenio hasta el fin del dominio incaico 321

ALBECK, MARÍA ESTER; DIEGO MARTÍN BASSO; MARÍA AMALIA ZABURLÍN

Box: El volcán Lullaillo y los santuarios de altura de la Puna 341

CERUTI, MARÍA CONSTANZA

CAPÍTULO 16. Historia socioambiental: entre la conquista y el siglo XX 343

GIL MONTERO, RAQUEL

Box: Los caminos de la Puna en el tiempo 362

BENEDETTI, ALEJANDRO

CAPÍTULO 17. Población y pobreza en la Puna argentina en los inicios del siglo XXI 364

LONGHI, FERNANDO; JULIETA KRAPOVICKAS

Box: Entrevista a Lucas Soriano 380

BABOT, M. JUDITH

Box: Plantas de la Puna: fitoquímica y su uso en el cuidado de la salud 383

ISLA, MARÍA INÉS; IRIS CATIANA ZAMPINI; MARÍA ROSA ALBERTO; SOLEDAD CUELLO

IV. EL USO DEL TERRITORIO EN EL PRESENTE Y FUTURO**CAPÍTULO 18. Ganadería en la Puna argentina 387**

QUIROGA MENDIOLA, MARIANA; JORGE LUIS CLADERA

Box: La minería y su incidencia en el modo de vida pastoril de Santa Rosa de los Pastos Grandes 403

ABELED, SEBASTIÁN H.

Box: Las plantas y el hombre en la Puna 404

GRAU, ALFREDO

CAPÍTULO 19. La actividad minera en la Puna argentina. Caracterización sociohistórica, presente y perspectivas	406
LENCINA, ROBERTO; EDUARDO PERALTA; JOSÉ SOSA GÓMEZ	
<i>Box</i> : El potencial tecnológico alrededor del litio	422
FLEXER, VICTORIA	
<i>Box</i> : Drenaje ácido en la Puna	424
MURRAY, JESICA; ALICIA KIRSCHBAUM	
CAPÍTULO 20. Valorización turística en la Puna: tendencias recientes	426
TRONCOSO, CLAUDIA ALEJANDRA	
<i>Box</i> : Los seismiles de la Puna	441
BRAVO, CLAUDIO F.	
CAPÍTULO 21. Camélidos de la Puna argentina: aspectos sobre su conservación y uso	443
VILÁ, BIBIANA; GISELA MARCOPPIDO; HUGO LAMAS	
<i>Box</i> : ¿La esquila de vicuñas silvestres conserva el formidable rol ecológico de esta especie?	463
DONADIO, EMILIANO	
CAPÍTULO 22. Áreas protegidas de la Puna	465
REID RATA, YAIZA; LUCIO R. MALIZIA; ALEJANDRO D. BROWN	
<i>Box</i> : Novedoso proceso de planificación territorial integral aplicado en la Reserva Provincial Los Andes-Salta	482
MUSALEM, SEBASTIÁN; MARIELA ALVEIRA; STANLEY ARGUEDAS MORA; ELISA COZZI	
CAPÍTULO 23. Los socioecosistemas de la Puna en contexto nacional y global	484
GRAU, H. RICARDO; IGNACIO GASPARRI	
<i>Box</i> : Teleacoples del litio	498
CASAGRANDA, ELVIRA; ANDREA IZQUIERDO	

Prólogo

Altura donde el tiempo parece detenerse entre llanuras y valles, donde parece acelerarse. Sol intenso, viento helado; plantas, animales y bacterias que para sobrevivir han desarrollado formas de vida y asociaciones únicas. Comunidades criollas e indígenas, empresas mineras, turistas, montañistas. Mirar al llano, mirarse desde el llano. Uno de los sitios más tempranos de asentamiento humano en América de Sur. El borde sur del desarrollo preeuropeo de la agricultura, la ganadería y el temprano imperialismo. Fronteras que separan Argentina, Chile y Bolivia; tal vez demasiado respetadas por gobiernos y académicos. Una de las primeras regiones más “desarrolladas” del pasado; una de las más marginales del presente. Una de las únicas ecorregiones donde la biomasa de animales nativos compite con la de los domesticados. Suelo desnudo y erosión, que desnuda fósiles de millones de años y minerales valiosos; oro, plata, cobre; ayer gran fuente de sal de mesa, hoy la principal reserva de litio de un mundo ávido de litio. Volcanes (los más altos del mundo), salares enormes, lagunas azules y verdes, puestos, restos arqueológicos, choiques, vicuñas, zorros, pumas, pastores, aguas calientes o muy frías, nieve. Archipiélago de vegas verdes donde florece la biodiversidad que sirvió de puerto a los arrieros navegantes del desierto. Todo eso es la Puna, y más. Cerca de 80 autores de las más variadas disciplinas, en 23 capítulos y casi 30 recuadros se juntan en este libro para tratar de compilar mucho de lo que se sabe de todo esto. Y mostrar, por acción u omisión, lo que no se sabe: preguntas que, como los caminos de la Puna —por lo común solitarios, extensos, inhóspitos, bellísimos— presagian un hallazgo, una llegada, un retorno. Más caminos y más preguntas.

Los Editores, julio 2018

Telecoples del litio

Casagrande, Elvira; Andrea Izquierdo

Instituto de Ecología Regional, CONICET-UNT. E-mail: elvira.casagrande@gmail.com

La exportación de carbonato de litio (Li_2CO_3) desde la Puna hacia países distantes es un buen ejemplo de socioecosistemas teleacoplados. Recientemente la demanda mundial de litio aumentó por ser un elemento clave en la fabricación de baterías de celulares, laptops y vehículos. Durante 2016 el valor promedio de la tonelada de Li_2CO_3 alcanzó los U\$7.475 (Ministerio Energía y Minería de la Nación), con cuatro países liderando las importaciones: EEUU (10,2k tn/76,2 M US\$ año), China (4,6k tn/34,4 M US\$ año), Japón (4,1k tn/30,7 M US\$ año) y Corea de Sur (1,6k tn/12 M US\$ año).

El marco teórico «telecoples» se usa para analizar sistemas distantes conectados por flujos que inciden sobre sus componentes humano y natural (Liu, 2011). Estos componentes son agentes, causas y efectos e incluyen múltiples elementos o dimensiones. De acuerdo a la dirección del flujo, existen sistemas emisores, que emiten un flujo; receptores, los que lo reciben y *spillovers*, los que afectan o son afectados por las interacciones entre emisor y receptor. Los componentes internos de cada sistema tienen distintas funciones: los agentes facilitan el flujo entre y dentro de los sistemas, las causas conducen estos flujos y los efectos son los resultados de los mismos (Liu *et al.*, 2013). Los atributos de los flujos pueden caracterizar al sistema dependiendo del acople de

los componentes; e.g. flujos de información, materia o energía.

Un análisis simple sobre la comercialización de Li_2CO_3 entre Argentina y EEUU explora las posibles implicancias de esta actividad sobre los socioecosistemas (Tabla 1) desde el marco conceptual de telecoples, considerando interacciones socioeconómicas y ambientales entre sistemas distantes. El análisis incluye flujos en ambas direcciones (emisor-receptor y viceversa), agentes involucrados, causas y efectos de la interacción sobre los sistemas. Algunos efectos socioeconómicos sobre la población, *spillovers*, actividades productivas y aspectos socioculturales, son ejemplificados.

LITERATURA CITADA

- Liu J., McConnell W., Baerwald T. 2011. Telecoupling of Human and Natural Systems. Symposium at the meeting of the American Association for the Advancement of Science. <http://aaas.confex.com/aaas/2011/webprogram/Session2889.html>
- Liu J., Hull V., Batistella M., DeFries R., Dietz T., Fu F., Hertel T. W., *et al.* 2013. Framing sustainability in a telecoupled world. *Ecology and Society* 18 (2): 26.
- Ministerio de Energía y Minería Presidencia de la Nación, Marzo 2017. Informe especial Mercado de Litio. <http://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7252>

Tabla 1. Principales componentes del telecoplole “Argentina–EEUU” a través del comercio de Li_2CO_3 y sus implicancias en sistemas ecológicos y humanos.

Comercialización de carbonato de litio			
Sistemas	Emisor (E)	Argentina	
	Receptor (R)	EEUU	
	Spillovers (S)	Chile	
Flujos	Materia/Energía	Dirección del flujo	
		E → R	E ← R
		– Li_2CO_3 – Combustibles fósiles para transporte	– Dinero – Insumos para producción
	Información	– Transacciones financieras – Técnicas de extracción	– Acuerdos de comercialización – Normativas ambientales
Agentes		– Agentes de gobierno – Inversores – Comunidades locales	– Compañías mineras – Mano de obra
	Causas	Económicas	– Demanda de Li_2CO_3 para fabricación de baterías principalmente – Bajo costo de producción de Li_2CO_3 a partir de salmueras
		Políticas	– Políticas nacionales estimulan la actividad minera – Políticas globales a favor de las energías no convencionales
Tecnológicas		– Mejoramientos en técnicas de extracción	
Efectos	Ambientales	– Condiciones ambientales propician la deposición de litio en salmueras	
	Culturales	– Aumento en el consumo de artículos electrónicos – Auge en el consumo de “energías verdes”	
	Ambientales	– Potencial impacto en niveles de agua en las cuencas de la Puna – Uso intensivo y potencial degradación de salares – Posible pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos – Emisiones de CO_2 por transporte de productos – Reducción global de emisiones por uso de automotores tipo híbridos – Control territorial de las mineras con posibles beneficios para la biodiversidad	
	Socioeconómicos	– Potencial movimiento de poblaciones locales en caso de degradación ambiental – Impacto en la economía de otros productores regionales – Mayor oferta de empleos en minería lleva a menor la carga ganadera – Mejoras en accesibilidad, mayores ingresos y capacidad de consumo, acceso a mejor educación y sistemas de salud, etc.	

