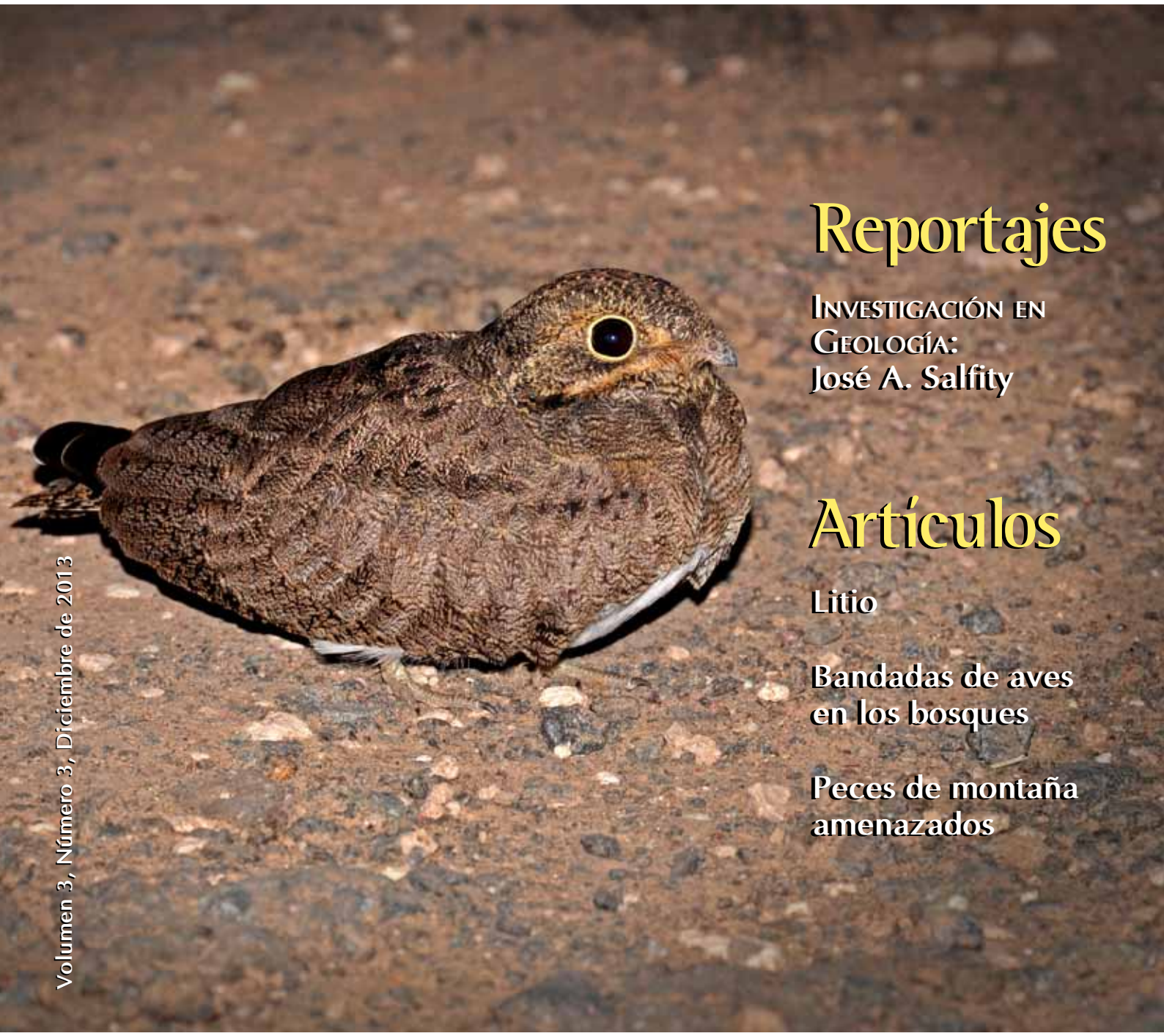
ISSN 1853-6700

Temas de Biología y Geología del Noa

Revista de Divulgación Científica del Instituto de Bio y Geociencias



Reportajes

Investigación en Geología: José A. Salfity

Artículos

Litio

Bandadas de aves en los bosques

Peces de montaña amenazados

Volumen 3, Número 3, Diciembre de 2013

IBIGEO

Año III, Volumen 3, Número 3, Diciembre de 2013 ISSN 1853-6700

Temas de Biología y Geología del Noa

Revista Cuatrimestral de Divulgación Científica del Instituto de Bio y Geociencias

Comité Editorial

Editora Responsable
Marissa Fabrezi. Ibigeo. CONICET y Museo de Ciencias Naturales (UNSa)

Editores Asociados
Fernando Hongn. Ibigeo. CONICET - UNSa
Alicia Kirschbaum. Ibigeo. CONICET - UNSa
Fernando Lobo Gaviola. Ibigeo. CONICET - UNSa

Comité Científico

Sebastián Arroyo. Comisión Nacional de Energía Atómica
Sebastián Barrionuevo. CONICET - Museo Argentino de Ciencias Naturales
Affonso Brod. Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás. Goias, Brasil
Darío Cardozo. CONICET - Universidad Nacional de Misiones
Hugo Carrizo. Fundación Miguel Lillo
Mónica Díaz. CONICET - Universidad Nacional de Tucumán
Marcelo Fagiano. Universidad Nacional de Río Cuarto
Hugo Fernández. CONICET-Fundación Miguel Lillo y Universidad Nacional de Tucumán
Luis Fernández. CONICET - Fundación Miguel Lillo
David Flores. CONICET - Museo Argentino de Ciencias Naturales
Laura Giambiagi. IANIGLA (CCT - Mendoza) - CONICET
Fernando J. Gomez. CICTERRA - CONICET, Universidad Nacional de Córdoba
Silvina Guzmán. Ibigeo. CONICET - UNSa
Silvia Japas. CONICET - Universidad de Buenos Aires
Héctor Lacreu. Universidad Nacional de San Luis
Esteban Lavilla. CONICET - Fundación Miguel Lillo
Hugo López. Universidad Nacional de La Plata
Osvaldo Marini. Secretaría de Minería, Provincia de Tucumán.
Nilda Menegatti. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco
Gladys Monasterio de Gonzo. Ibigeo. CONICET - UNSa
Carolina Montero López. Ibigeo. CONICET
Pablo Perovic. Aministración de Parques Nacionales
Llorenç Planagumà Guàrdia. Parque de la Garrotxa, Olot, Catalunia
Diego Saravia. Universidad Nacional de Salta
Agustin Scanferla. Ibigeo. CONICET - UNSa
Gustavo Scrocchi. CONICET - Fundación Miguel Lillo.
Ana Laura Sureda. Administración de Parques Nacionales
Marcos Vaira. Ibigeo (grupo Vinculado) - CONICET. UNJu
Ezequiel I. Vera. CONICET- Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"
Florencia Vera Candioti. CONICET - Fundación Miguel Lillo
Sonia Ziert-Kretzchmar. Fundación Miguel Lillo

Realización

Textos. Comité Editorial. **Diseño y Diagramación.** Eugenia Dantur.

Editorial de la Universidad Nacional de Salta - EUNSa

IBIGEO

INSTITUTO DE BIO Y GEOCIENCIAS DEL NOA
www.unsa.edu.ar/ibigeo

Fue creado como instituto de la Universidad Nacional de Salta a comienzos de 2005 con sede administrativa en el Museo Ciencias Naturales. A partir del 30 de octubre de 2009 funciona como Unidad Ejecutora de doble pertenencia CONICET-UNSa.

El **IBIGEO** tiene entre sus objetivos principales: 1) planificar y ejecutar investigaciones en diversos temas relacionados con los recursos naturales de la región; 2) promover la difusión de los resultados de las investigaciones en el ámbito científico; 3) participar en la formación de recursos humanos universitarios de grado y postgrado; 4) colaborar en la organización de conferencias, reuniones y cursos; 5) asesorar en ámbitos públicos y/o privados para la planificación y/o resolución de problemas; y 6) estimular el interés del público por las ciencias y difundir el conocimiento generado por el estudio de temas específicos de la región.

Foto de tapa
Chordeiles nacunda, observado en la provincia de Buenos Aires, también conocido como Ñacunda.
Foto: Gabriela Giselle Mangini.

CONICET IBIGEO UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA

Temas de Biología y Geología del Noa

Contenidos

54 | Editorial

Reportajes

55 | Entrevista al Dr. José A. Salfity

Artículos

58 | El litio: desde los salares de la Puna a nuestros celulares. *Mauro de la Hoz, Verónica Rocío Martínez, José Luis Vedia*

68 | Conociendo las bandadas mixtas de aves y los efectos de la fragmentación en bosques y selvas de la provincia de Salta. *Mangini Giselle, Maria Elisa Fanjul*

77 | Diversidad y endemismos de peces de la Cordillera Argentina. Amenazas. *Luis Fernández*

85 | Correo de lectores

86 | Novedades

87 | Guia para autores y proceso editorial

Temas de Biología y Geología del Noa

Editorial

Finalizamos un año 2013 que, como todos los años tuvo cosas excelentes, muy buenas, regulares y malas y como todos los años, el tiempo de balance decanta los resultados positivos y negativos.

Este número de **Temas de Biología y Geología** coincide con el tercer aniversario de la creación del IBIGEO como Unidad Ejecutora de Doble Pertenencia Conicet-UNSa. Si bien este período es corto para marcar tendencias definitivas es suficiente para mostrar los principales logros alcanzados en el trienio. Entre ellos, debemos destacar el crecimiento notable en la planta de investigadores y becarios que prácticamente duplicará en abril de 2014 el número de miembros que tenía el IBIGEO a fines de 2009, y la instalación del Instituto en una sede propia en la localidad de Rosario de Lerma en el transcurso del año 2014.

Si bien algunos aspectos individuales y puntuales, por ejemplo la denegatoria de un subsidio, beca, ingreso a la Carrera del Investigador, un trabajo de campo fallido, el rechazo de un manuscrito enviado a una publicación periódica, pueden provocar la sensación de fracaso; una visión de conjunto de los esfuerzos nos permite destacar que hemos avanzado en la consolidación de nuestro Instituto, minimizando obstáculos, manteniendo logros como la producción científica y las actividades de divulgación y aceptando nuevos desafíos.

Desde hace varios años, inclusive desde mucho antes de la creación del instituto, hemos trabajado intensamente desde lo académico para poder sostener el proyecto que hoy se visibiliza en el IBIGEO pero también nuestro esfuerzo se orientó a consolidar la Unidad Ejecutora con sentido crítico, detectando virtudes y defectos con las consecuentes acciones y, fundamentalmente evitando tutelas y verticalismos contraproducentes como también mezquindades y actitudes alejadas del quehacer científico-académico. A pesar de que esos desafíos se mantienen, sentimos que hemos logrado poner énfasis en aquéllos que contribuyen al crecimiento institucional y minimizar los que no y enorgullecernos al decir que hemos demostrado que se puede crecer sin resignar principios.

En este último número de la revista presentamos un reportaje al doctor José Salfity, quien ha dedicado su vida profesional a estudiar la geología del NOA y es uno de los cuatro investigadores que alcanzaron la categoría de Investigador Superior de Conicet en la órbita del CCT-Salta. Presentamos también tres artículos que resultan muy interesantes tanto por su originalidad (bandadas mixtas de aves, amenazas que enfrentan los peces de montaña, el litio en la vida cotidiana) como por las miradas de los distintos autores en sus abordajes.

Feliz 2014 para todos nuestros lectores.

Comité Editorial de Temas de Biología y Geología del NOA

Marissa Fabrezi
Fernando Hongn
Alicia Kirschbaum
Fernando Lobo

Reportajes
Entrevista al Dr. José Salfity

José Antonio Salfity es hoy uno de los referentes nacionales de la Geología Argentina. Sus aportes científicos y técnicos, plasmados en numerosas publicaciones centradas principalmente en la estratigrafía y cartografía regional marcaron etapas en el conocimiento de la geología del noroeste de Argentina. Además, como docente de la carrera de Geología de la Universidad Nacional de Salta, tuvo un rol destacado en la formación de recursos humanos a través de la dirección de numerosos trabajos finales de graduación y de tesis doctorales; sus discípulos se desempeñan tanto en el ámbito académico como en el privado.

DR. JOSÉ ANTONIO SALFITY

Temas BGNoa ¿Cuál fue el tema que lo inició en la carrera científica y cuánto de ese tema fue motivo de sus investigaciones?

JAS: El tema principal de investigación fue la estratigrafía física, es decir el estudio de la disposición espacial y de las relaciones mutuas entre las formaciones sedimentarias acumuladas en cuencas que se desarrollaron en la región noroeste de la Argentina. Este tema incluyó la cronología de los diversos ciclos y episodios sedimentarios ocurridos, que no fueron pocos durante la historia geológica de la región.

La vocación inicial me la indujo mi recordado profesor de geología del petróleo, el doctor Domingo Yakúlica, durante los cursos de la carrera de geólogo en la Facultad de Ciencias Naturales (con sede en Salta) de la Universidad Nacional de Tucumán. Ese estímulo fue complementado por profesores de la Universidad Nacional de La Plata, quienes dictaron en Salta una serie de disciplinas -no cubiertas localmente- relacionadas directamente con la estratigrafía y la geología histórica y regional. Fueron, entre otros, los doctores Horacio Camacho, Alfredo Cuerda, Mario Teruggi y César Cortelezzi. Con esas felices experiencias decidí dedicarme a la estratigrafía. Más aún, cuando me gradué en 1968 ingresé como geólogo de exploración en la CNEA con sede en Salta para el estudio estratigráfico sistemático de la Formación Yacoraite, portadora del depósito de uranio Don Otto descubierto en 1960. Esa actividad la llevé a cabo con la tutela de dos excelentes maestros, el licenciado Mario Raskovsky y el doctor Andrés Lencinas, quienes me prepararon para el riguroso relevamiento estratigráfico según los estilos de trabajo de esas épocas. Con el doctor Lencinas recorrí casi toda la cuenca de la Formación Yacoraite. En 1971 abandoné la CNEA para ingresar en la facultad donde me había graduado y que sería el núcleo académico de la Universidad Nacional de Salta. Allí ocupé el cargo de JTP de Geología Histórica, cuyo profesor titular –el doctor Félix Celso Reyes- fue el verdadero maestro con quien, en realidad, enriquecí y completé mi formación estratigráfica. El doctor Reyes diseñó el tema de mi doctorado, cuya dirección, después de su fallecimiento, la completó el doctor Juan Carlos Manuel Turner. Heredé en 1973 la cátedra del doctor Reyes y en ella me desempeñé hasta mi retiro.

Temas BGNoa ¿Cuál ha sido el tema o el hallazgo del que se enorgullezca?

JAS: Las ciencias naturales se sustentan en una interminable sucesión –evolutiva y dinámica- de información y de conocimiento dentro de la cual se inscribe el pequeño grano de arena que aporta cada uno de nosotros. De manera que lo que me tocó agregar a ese cúmulo interminable de información -que se remonta a más cien años de trabajo continuo a cargo de una pléyade de colegas, muchos de ellos de brillante trayectoria- me dio varias satisfacciones intelectuales que fueron el fruto de la labor en el

campo y en el gabinete. O sea, no hubiese sido posible lograr esos objetivos sin el aporte previo de decenas y decenas de colegas que pasaron por los mismos lugares donde me tocó posteriormente deambular.

De modo que el estudio que tuve en suerte realizar sobre la cuenca cretácico-paleógena del Grupo Salta –que fue uno de mis objetivos- hoy, cuarenta años después de iniciado, a su vez ha sido superado con creces por colegas –varios de ellos mis propios alumnos- en virtud de nuevas observaciones, de nuevas interpretaciones, de nuevas técnicas de trabajo, de nuevos tipos de acceso a la información, de nuevas vinculaciones nacionales e internacionales y, en fin, de nuevas exigencias en los modos de dar a conocer los avances científicos.

No obstante ese tema del Grupo Salta que mereció gran parte de nuestra producción, creo que los que más satisfacciones brindaron fueron el hallazgo de Paleozoico Superior en la Puna, publicado con G. Aceñolaza y L. Benedetto (1972); la reconstrucción paleogeográfica de la cuenca de Paganzo en el oeste argentino, con S.A. Gorustovich (1983); la descripción de los lineamientos transversales al rumbo andino en los Andes del norte argentino (1985); la evolución geológica del norte de la Argentina, con R. Mon (1995); la evolución geológica de la cuenca del Valle Calchaquí (2006).

F.G. Aceñolaza, J.L. Benedetto y J.A. Salfity, 1972, El Neopaleozoico de la Puna argentina: su fauna y relación con áreas vecinas: San Pablo, Simposio Internacional Sistemas Carbonífero y Pérmico in Anales, Academia Brasileira de Ciencias, v. 44 (Suplemento), p. 5-20.

J.A. Salfity y S.A. Gorustovich, 1984, Paleogeografía de la cuenca del Grupo Paganzo (Paleozoico Superior): Revista de la Asociación Geológica Argentina, v. 38 (1983), no. 3-4, p. 437-453.

J.A. Salfity, 1985, Lineamientos transversales al rumbo andino en el noroeste argentino: in Actas, Cuarto Congreso Geológico Chileno, Antofagasta, v. I 2, p. 119-137.

R. Mon y J.A. Salfity, 1995, Tectonic evolution of the Andes of Northern Argentina, in A.J. Tankard, R. Suárez S. y H.J. Welsink, eds., Petroleum basins of South America: Tulsa, Memoir, American Association of Petroleum Geologists, 62, p. 264-283.

J.A. Salfity, 2006, Geología regional del Valle Calchaquí, Argentina: Buenos Aires, Anales, Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 56 (2004), p. 133-150.

Temas BGNoa ¿Hubo algún tema que le resultó particularmente poco estimulante, o un fracaso?

JAS: En todos los casos, casi sin excepción, hubo altibajos, la mayoría de los cuales inducidos por factores o cuestiones exógenas –principalmente de índole política- a los emprendimientos académicos o a los entusiasmos intelectuales que cada uno de nosotros asumió en diversas circunstancias. Esas circunstancias, si bien poco positivas, sirvieron como valiosas experiencias que permitieron optimizar y vigorizar nuestra marcha, que siempre fue dirigida a lograr el mejor conocimiento geológico de la región a través de publicaciones, de la formación de alumnos y del enriquecimiento continuo de las clases teóricas y prácticas.

Temas BGNoa ¿Qué opinión le merecen las investigaciones en colaboración?

JAS: Es muy difícil que la tarea investigación en las ciencias naturales logre llevarse a cabo con éxito sin un sólido equipo de trabajo. La labor científica es por definición comunicativa y requiere necesariamente compartirla. Resulta así el modo más directo de lograr la buena formación de los discípulos, es decir, que se integren a los grupos y que su evolución científica e intelectual se nutra de los procedimientos de investigación sobre la misma marcha de su desarrollo.

Temas BGNoa En el plano personal e ideal ¿cómo diseña una investigación en equipo?

JAS: La calidad del diseño de la tarea científica depende directamente de la preparación intelectual previa de los integrantes del grupo. Si se cuenta con personas que posean una definida vocación tanto por el tema de trabajo individual como por demostrar su

capacidad para interactuar con otros colegas que desarrollan tareas similares o distintas; si poseen predisposición natural para considerar los problemas con riguroso sentido de la lógica y aptitud para la lectura crítica; si les resulta posible expresarse con facilidad por escrito y mediante simbologías diversas; si naturalmente ejercen el natural derecho a pensar y razonar libremente, sin condicionamientos; si actúan con nobleza y generosidad intelectual; bueno, con esas condiciones se logra un óptimo grupo de trabajo. Ahora, el modo del diseño es simple. Como decía Borges cuando se proponía un soneto, él ubicaba el objetivo que lo divisaba allá, casi imperceptiblemente, en la inmensidad de un lejano horizonte; lo demás se resolvería sobre la marcha, es decir, en todas esas instancias de la larga marcha hacia el objetivo florecen el espíritu creativo y el despliegue sin límites de la imaginación, al punto que hasta el mismo objetivo previamente intuido resulta susceptible de modificarse. En el caso de la actividad científica, una vez que el objetivo fue percatado, los procedimientos para transitar la larga marcha para alcanzarlo se logran según los métodos del trabajo científico, de los cuales adhiero a los señalados por el epistemólogo argentino Mario Bunge, cuya lectura sugiero enfáticamente. [Mario Bunge, 1998, La ciencia. Su método y su filosofía. Buenos Aires, Editorial Sudamericana, 3ra edición, 187 págs.]

Temas BGNoa En las distintas etapas de su carrera, ¿Cuáles eran las actividades que más le gustaban hacer y cuales las sentía como una obligación? ¿Cuáles han sido las actividades que lo han motivado y entusiasmado durante su carrera?

JAS: Respondo ambas preguntas. La investigación y la enseñanza (esta última es una consecuencia directa y necesaria de la primera) son actividades fuertemente vocacionales. Sin vocación por ellas, es imposible ejercerlas. Ambas se llevan a cabo con entusiasmo y con generosidad, y sobre la marcha se salvan las contingencias que interfieren o menoscaban esa labor. Esto último, lamentablemente, es habitual en muchos ámbitos académicos cuando la autoridad académica del momento no palpita ni comprende que la investigación científica (la creación de nuevo conocimiento) es el núcleo de la tarea universitaria, y que la enseñanza (la transmisión de esos conocimientos) es una consecuencia de aquélla. Es solamente posible transmitir conocimiento cuando previamente se lo buscó, se lo desarrolló y se lo obtuvo, que son los motivos de la labor de investigación. Esta concepción de la vida en la Universidad está escrita claramente en los estatutos y en los preámbulos de los estatutos de todas las universidades, incluida la nuestra. Sólo cabe cumplirla.

Como tarea marginal y complementaria, por supuesto, el investigador debe aceptar y colaborar en la gestión de sostener la actividad de comisiones asesoras y de evaluación, intervenir en órganos colegiados y eventualmente avenirse a ocupar posiciones directivas en las instituciones donde reviste; esa actividad es posible solamente cuando se cosechó suficiente experiencia en la vida de la investigación científica, pero convengamos que aquélla de ningún modo confiere méritos académicos ni reemplaza la natural labor del investigador.

Temas BGNoa Finalmente ¿le gustaría contar algo o expresar una opinión para compartir con nuestros lectores, muchos de los cuales son estudiantes universitarios y/o también profesionales vinculados con la investigación científica?

JAS: Sí, a los jóvenes geólogos que se desempeñarán en el futuro inmediato sea en el ámbito académico o en el ámbito profesional y empresarial. Deseo decirles que toda actividad intelectual –sea desarrollada en el Conicet, en la Universidad, en compañías mineras, petroleras, hídricas, ingenieriles o en laboratorios comerciales- lleva implícita como inevitable impronta la técnica de la investigación científica. En los primeros casos se trata de la investigación estándar, formal, la de publicar y formar discípulos. En las otras no se publica por razones de confidencialidad empresarial, pero la formación tecnológica y científica (en esos casos aplicada a cada especialidad) sí tiene lugar y con creces, en muchísimos casos de mejor calidad que la que brinda la misma vida académica formal. O sea que no deben tener temores al escoger la línea de trabajo que se les ofrezca en el momento de graduarse. Haber formado parte de un equipo de trabajo que descubrió un campo de gas, o un pórfido de oro, o que diseñó la traza de un oleoducto, o que resolvió la estructura geológica para una presa hidroeléctrica, son palmarias demostraciones que la investigación científica geológica es totalmente válida en el campo aplicado. No obstante, si ustedes pudieran obtener el grado de doctor antes de iniciarse en la vida profesional, ello sería óptimo, pues de ese modo tendrían abiertos los caminos para una seguramente exitosa actuación empresarial, allí donde un currículo con fuerte raigambre académica previa tiene tanto valor como el requerido para iniciarse en la investigación formal del Conicet o de la Universidad.

Artículos

El litio: desde los salares de la Puna a nuestros celulares

Mauro de la Hoz[1], Verónica Rocío Martínez[2], José Luis Vedia[2]

[1] Instituto de Bio y Geociencias del NOA, UNSa–CONICET e Instituto de Geociencias – Universidad de Brasilia

[2] Universidad Nacional de Salta.

Esta contribución pretende acercar a los lectores información sobre el litio, un elemento químico estratégico, ya sea en forma metálica o como parte de otros productos industrializados, es importante en todo el mundo por su amplio uso en áreas tecnológicas, como las baterías de distintos aparatos electrónicos, desde una computadora a un *smartphone*, en la industria aeroespacial y otros usos que serán detallados en este trabajo. Sudamérica cuenta con aproximadamente el 80% de las reservas mundiales de litio, las cuales están distribuidas principalmente entre Bolivia, Chile y Argentina. Los salares de la Puna y el Altiplano son ambientes geológicos favorables para encontrar este elemento disuelto en sus aguas subterráneas, aunque no siempre estos cuerpos salinos presentan concentraciones de litio económicamente rentables.

¿QUÉ ES EL LITIO?

El litio es un elemento que presenta relativa abundancia en la corteza terrestre, se lo puede encontrar tanto en rocas como también disuelto en aguas marinas y continentales. El símbolo de este elemento químico es **Li** y en la tabla periódica se lo encuentra en el grupo I, junto a otros elementos alcalinos, como el sodio, potasio, rubidio, cesio, francio. El litio toma su nombre del griego "*lithos*" que significa "*piedra*", ya que fue el único elemento alcalino descubierto en un mineral, mientras que los demás metales de este grupo se encontraron por primera vez en tejidos de plantas o por electrólisis. El descubrimiento de este elemento se produjo en el año 1817 por Johann Arfvedson mientras estudiaba muestras minerales provenientes de una mina en la isla Utö (Suecia). Esos minerales eran espodumeno, $LiAlSi_2O_6$ y lepidolita, $K(Li,Al)_3[(F,OH)_2(Si,Al)_4O_{10}]$, (Figura 1). Recién en 1855 Thomas Brande logró aislarlo como metal libre. En su forma pura, es un metal blando, de color blanco plata, que se oxida rápidamente en aire o agua.

En los magmas el litio es un elemento que, por sus propiedades químicas, durante el ascenso y cristalización, va concentrándose en el líquido del final de la cristalización magmática, formando minerales en las rocas conocidas como pegmatitas.

El litio se encuentra en muchas rocas de la corteza terrestre y también disuelto en diferentes tipos de aguas, desde las marinas hasta las aguas de los salares en la Puna, pero generalmente en concentraciones muy bajas. Este elemento se presenta en dos formas muy diferentes, en rocas pegmatíticas y en salmueras naturales, en cada caso con sus asociaciones minerales propias y tipos de explotación particulares.

Si bien existen alrededor de 145 especies minerales que contienen litio como componente principal, sólo unos pocos de estos minerales tienen realmente valor económico ya que existen algunas limitantes para la explotación de este tipo de yacimientos. Por ejemplo algunos depósitos que contienen estos minerales son muy pequeños, otros tienen un contenido demasiado bajo de litio o muy alto de elementos perjudiciales para los procesos mineralúrgicos (magnesio, sulfato, etc.), o bien se encuentran situados en áreas remotas, lo que hace que no sea económicamente rentable extraerlos y procesarlos (por ejemplo en Tibet).

Con respecto a las salmueras naturales, son los depósitos que tienen mayor concentración de litio, ya que en ellos se encuentra el elemento disuelto como ión, como en las aguas subterráneas de algunos salares, acompañado de potasio, magnesio y boro. Por lo general la mayor parte del litio en estos depósitos proviene de aguas geotermales, o tal vez en parte de la lixiviación de cenizas volcánicas, arcillas o de otras rocas ricas en este elemento. Sin embargo, el litio es muy difícil de separar de la estructura reticular de todas las rocas y minerales, tampoco se disuelve fácilmente a menos que el proceso se produzca en agua muy caliente.

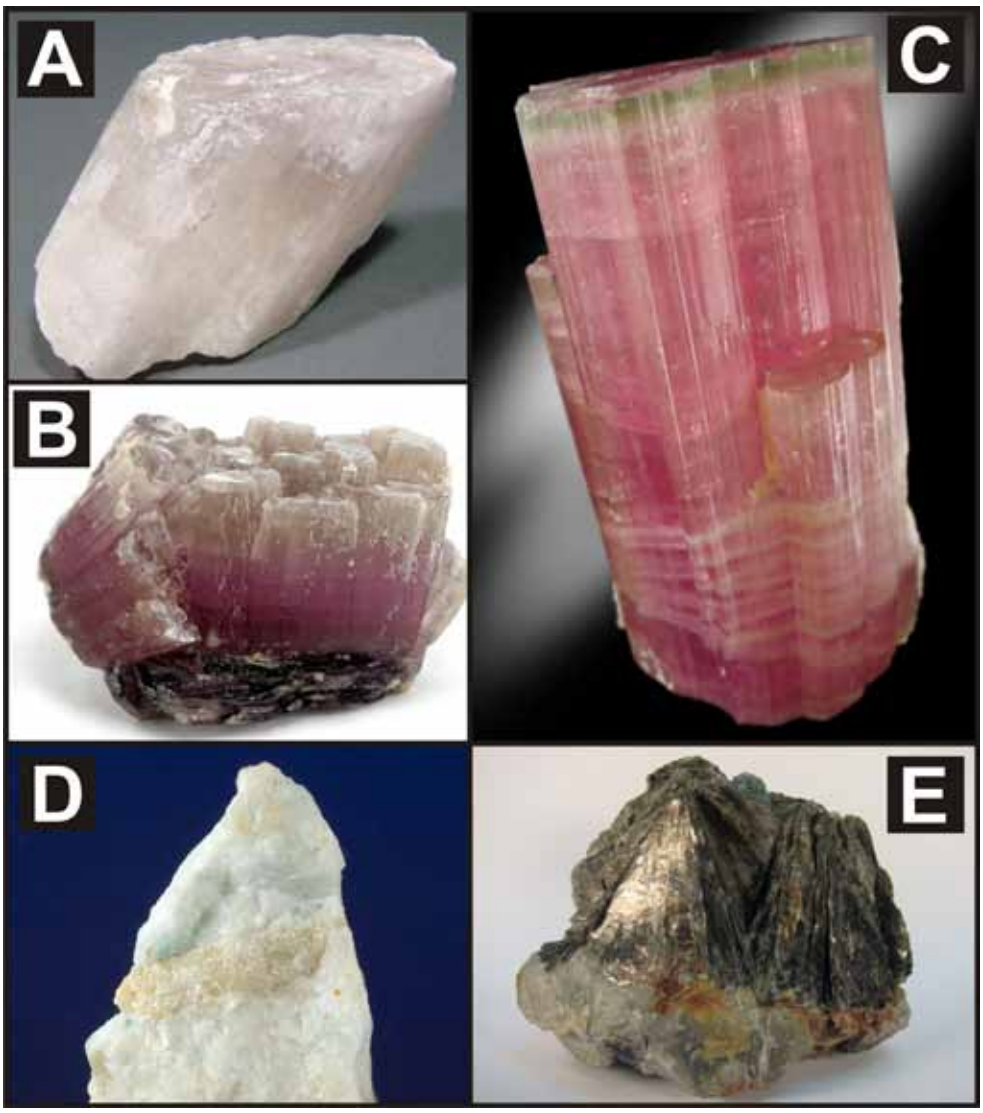


Figura 1: Minerales que contienen litio en su estructura cristalina. **A**: Espudomeno = $LiAlSi_2O_6$. **B**: Lepidolita = $K(Li,Al)_3(Si,Al)_4O_{10}(F,OH)_2$. **C**: Elbaita = $Na(Li_{1.5}Al_{1.5})Al_6(Si_6O_{18})(BO_3)_3(OH)_3(OH)$. **D**: Ambligonita = $LiAl(PO_4)F$. **E**: Zinnwaldita = $KLiFe^{2+}Al(AlSi_3O_{10})(F,OH)_2$. **Fuente:** http://www.mindat.org/

Por lo tanto, cuando estas aguas geotermales diluidas llegan a la superficie terrestre a cuencas cerradas e impermeables, más precisamente a los salares y en un clima árido, se concentran por el proceso de evaporación. Estas salmueras de litio dan lugar a un número reducido de grandes depósitos a nivel mundial.

Un salar se forma a partir de la ocurrencia de varios factores entre los que se destaca la tectónica de placas(1), el volcanismo(2), el hidrotermalismo(3), el endorreísmo(4) y el clima. La conjugación de todos estos factores mencionados es lo que otorga a los depósitos evaporíticos características peculiares que los distinguen de los formados en marcos geodinámicos diferentes (Alonso, 2006). De manera que cada factor juega un papel fundamental en la generación de los salares. Los elementos químicos como el litio se incorporan ya sea por la inyección directa de fluidos líquidos o gaseosos de origen magmático a los circuitos hidrológicos, o por el lixiviado subterráneo de las aguas meteóricas(5), infiltradas y calentadas por el elevado flujo térmico de la región originado por la actividad volcánica.

ALGUNOS TÉRMINOS PARA CONOCER

(1)Tectónica de placas: del griego τεκτονικός, tektonicós, "el que construye". Es una teoría geológica que explica la forma en que está estructurada la litosfera (la porción externa más fría y rígida de la Tierra). La teoría brinda una explicación para las placas tectónicas que forman la superficie de la Tierra y los desplazamientos que se observan entre ellas en su movimiento sobre el manto terrestre fluido, sus direcciones e interacciones. También explica la formación de las cadenas montañosas y el origen de los terremotos y los volcanes.

(2)Volcanismo: fenómeno que consiste en la salida desde el interior de la Tierra hacia la superficie de material fundido o magma, acompañada de emisión a la atmósfera de gases.

(3)Hidrotermalismo: Conjunto de fenómenos relacionados con la circulación de fluidos calientes en el interior de la corteza terrestre.

(4)Endorreísmo: proceso de escurrimiento de aguas hacia una cuenca cerrada o lago temporal. Los factores más importantes que controlan este fenómeno son: relieve, clima y precipitaciones.

(5)Aguas Meteóricas: Aguas provenientes de fenómenos meteorológicos, tales como la lluvia, la nieve y el granizo.

LA FORMACIÓN DE LOS SALARES

La formación de los salares del Altiplano-Puna está relacionada con el levantamiento de la cadena montañosa de los Andes. Todo comenzó hace 65 millones de años cuando los Andes y los salares no estaban, en su lugar existía un mar donde se iban depositando carbonatos, que con el tiempo formarían rocas amarillentas llamadas calizas. Al comenzar el levantamiento de los Andes por el proceso compresivo de la tectónica andina, estas calizas también lo hicieron y hoy pueden encontrarse a 4 km de altitud en la Puna y a 6 km de profundidad al pie de las Sierras Subandinas. Algunas decenas de millones de años después, la placa de Nazca en su contacto con la placa Sudamericana produjo fusión de las rocas, dando origen a magmas que se elevaron hasta la superficie para formar una sorprendente cadena de volcanes (Figura 2). Esa fuente de calor dio lugar a que la corteza se ablandara y comenzara a deformarse por el permanente empuje de la losa del Pacífico.

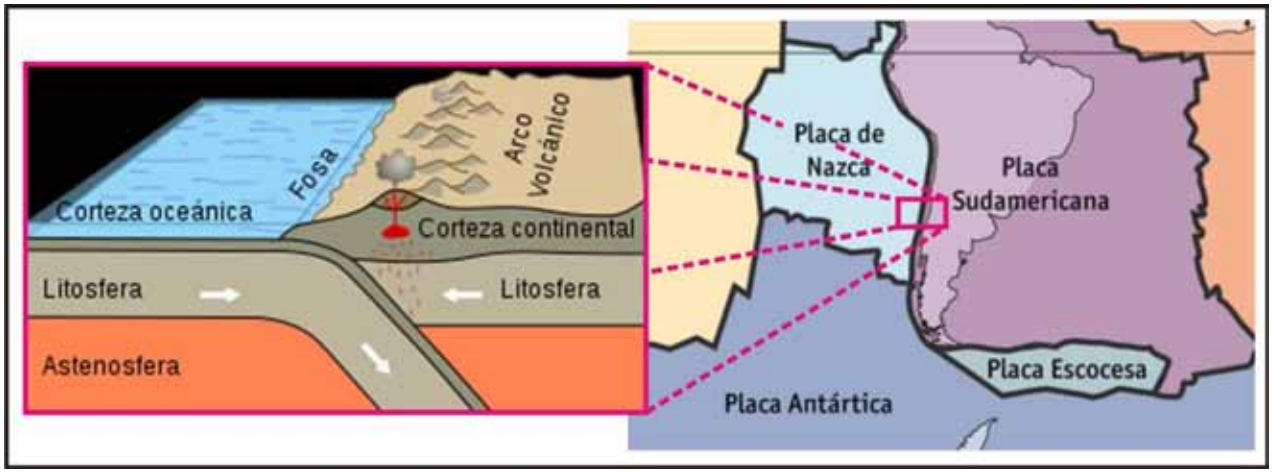
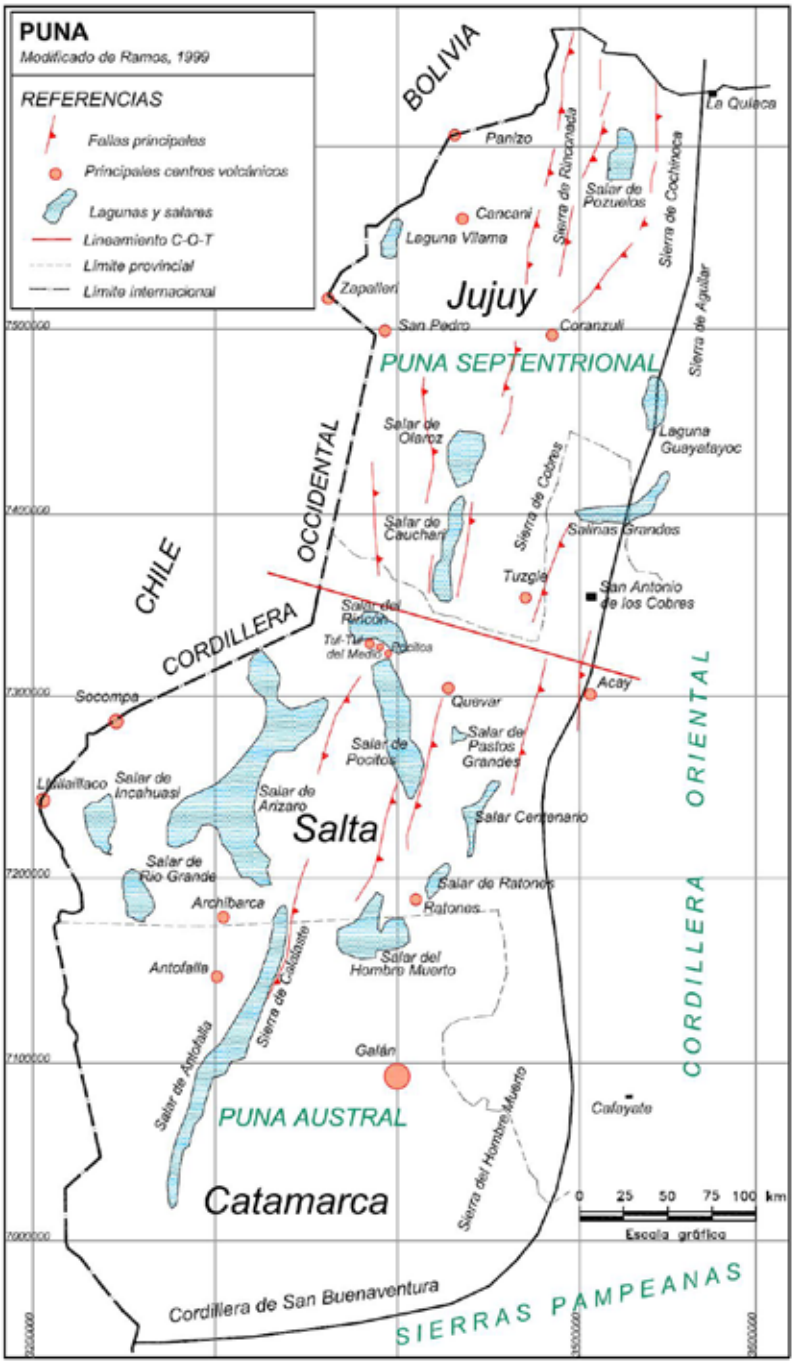


Figura 2: Formación de la cadena volcanica de los andes. **Fuente:** https://www.wikipedia.org

Figura 3: Mapa de la Puna Argentina mostrando los salares más importantes. Modificado de Ramos (1999).



De ese arrugamiento o acortamiento surgió una cadena de montañas que dio lugar a la llamada Cordillera Oriental, donde se distinguen sierras y nevados como los del Cachi, Chañi, Aguilar y otros. De esta manera entre la cadena de volcanes al oeste y la cadena de montañas al este, quedó encerrada una amplia región endorreica que hoy alberga al Altiplano y la Puna. Esta gran cuenca cerrada, a unos 4 km sobre el nivel del mar, contuvo todas las aguas que confluían en su interior. En latitudes de los Andes centrales, las montañas del este frenan las lluvias procedentes del lado atlántico mientras que el lado oeste es seco y árido. El Altiplano y la Puna son relativamente más húmedos hacia el norte y en su cara oriental y se hacen más secos hacia el sur y hacia su cara occidental (Figura 3). Las escasas precipitaciones convierten a estas regiones en un lugar desértico, y las aguas que llegan, sea por precipitaciones pluviales o nivales, se infiltran en los terrenos porosos, alimentan manantiales y luego brotan formando vegas de aguas dulces o salobres según los terrenos que atraviesen. Por otro lado están las aguas termales que adquieren temperatura por su cercanía a cámaras magmáticas activas o donde el grado geotérmico es mayor. Esas aguas ascienden hacia la superficie generalmente cargadas de numerosos elementos químicos que precipitan dando distintos tipos de sales, tales como los carbonatos, sulfatos, boratos y cloruros.

El Doctor Ricardo N. Alonso desde la década de 1980 abocó sus estudios a estos cuerpos salinos de la Puna, resaltando siempre su valor y potencial económico, tanto por los boratos como por el litio. En sus publicaciones recientes vinculadas a la presencia de litio en las salmueras, destaca los trabajos de Luciano Catalano, químico y geólogo argentino, quién ya desde 1920 mencionaba la importancia de este elemento químico tan valioso para el desarrollo de la tecnología actual, que se tornó popular e indispensable en la última década.

En Sudamérica existe un área conocida como el "Triángulo del litio" (Figura 4) que concentra aproximadamente el 85% de este elemento en el mundo. Lo integran el salar de Atacama en Chile, el salar del Hombre Muerto en Argentina y el salar de Uyuni, en Bolivia; este último contiene el 45% de las reservas mundiales de litio (Figuras 5 y 6).

El crecimiento acelerado del uso del litio ha provocado que una tonelada de litio suba su precio desde 1.500 dólares que costaba en 2003 hasta su pico máximo de 5.200 dólares en 2009; actualmente su valor es de 4.300 dólares por tonelada.

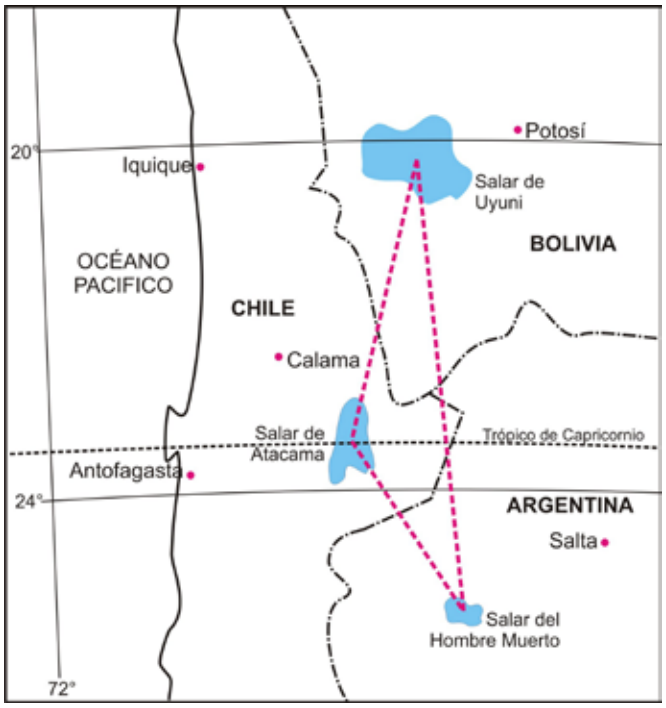


Figura 4: Triángulo del Litio en Sudamérica.

Figura 5: Salares de Atacama (Izquierda) y de Uyuni (derecha). **Fuente:** http://www.panoramio.com

Figura 6: Salar del Hombre Muerto. **Fuente:** http://www.panoramio.com

PROCESOS DE OBTENCIÓN DE LITIO

En 1923 la empresa alemana Metallgesellschaft AG logró obtener a escala industrial por primera vez litio con fines comerciales a través de procesos de electrólisis.

Hoy en día el proceso de obtención de litio se lleva a cabo por otros métodos, ya que gran parte de la producción mundial de este elemento proviene de salmueras, cuyo costo de producción es mucho menor que el de otros depósitos minerales.

La extracción de salmueras de litio se realiza a través del bombeo desde abajo de la corteza salina (30 a 50 metros de profundidad), las que son depositadas en piletones de baja profundidad y grandes dimensiones, en las cuales, y a partir del proceso de evaporación solar, comienzan a precipitar secuencialmente un conjunto de sales (Figura 7).

El proceso de evaporación, además de elevar la concentración de las sales, hace que al saturarse algunas de éstas se vayan precipitando y en la salmuera se concentre mayor cantidad de litio. Hay que destacar que la evaporación no consume energía artificial ni se utilizan reactivos químicos, este proceso depende de las condiciones meteorológicas del lugar (radiación solar, vientos, velocidad de evaporación y régimen de lluvias). Pero sí existe la necesidad de usar posteriormente otro método de separación (*liming*) de las salmueras ya concentradas, que genera residuos sólidos.

El concentrado obtenido por evaporación, rico en cloruro de litio (LiCl), es llevado a un proceso de purificación, para finalmente añadirle carbonato de sodio (Na_2CO_3) y generar el carbonato de litio (Li_2CO_3). Este compuesto puede ser utilizado en varias aplicaciones (fabricación de vidrios y cerámicas, industria del aluminio, grasas lubricantes, etc.). A partir del cloruro de litio se obtiene el litio metálico, utilizado para la fabricación de baterías, aleaciones especiales y farmacología.

Otro proceso de concentración es la adsorción mediante una membrana adsorbente selectiva de litio. Este proceso tiene la ventaja que no es afectado por la composición del agua salada (pueden tratarse salmueras con bajas concentraciones de litio) ni por las condiciones meteorológicas del lugar, y es amigable con el medio ambiente ya que no se generan muchos residuos, pero tiene la desventaja de que son necesarios reactivos químicos y el equipo de adsorción es caro y complicado de operar.

Figura 7: Piletones de evaporación en el Salar de Atacama, Chile. **Fotografía**: Haroldo Horta.

Figura 8: Piletones de prueba para evaporación en el Salar de Pozuelos, Provincia de Salta – Cortesía EKEKO S.A.

Figura 9: Perforación para exploración en el Salar de Pozuelos, Provincia de Salta – Cortesía EKEKO S.A.

USOS Y APLICACIONES

El litio por sus propiedades físicas y químicas, es el más liviano y electropositivo de todos los elementos sólidos y ha logrado desarrollar en la actualidad un mercado diverso, que crece día a día. Es un elemento versátil, porque se comercializa y se usa como concentrado de mineral, metal y compuesto químico, orgánico e inorgánico (Figura 10).

Figura 10: Usos del Litio. **Fuente:** http://wp.cedha.net/

El mayor consumo es en la forma de productos químicos inorgánicos, destacando el carbonato de litio y el hidróxido de litio. Algunos de sus usos son para manufactura de vidrios, producción de esmaltes para cerámicas, producción de aluminio metálico, ingrediente crítico en la fabricación de tubos de televisión, fabricación de grasas lubricantes de usos múltiples, obtención de litio metálico, absorbente de CO_2 en la industria espacial y submarinos, fuentes de energía eléctrica (baterías) y hasta para elaborar medicamentos.

Grasa de litio. **Fuente:** http://litio555.blogspot.com.ar/. Baterías de litio. **Fuente:** www.hd-tecnologia.com/

Industria aeroespacial. **Fuente:** wikipedia

Aún no se conoce el verdadero valor del litio en la medicina, ya que puede cumplir un rol biológico importante sustituyendo al sodio a nivel de las membranas biológicas, pero sí se ha descubierto que incrementa la permeabilidad celular y actúa sobre los neurotransmisores, favoreciendo la estabilidad del estado anímico. Ello dio lugar a que se lo utilice para elaborar psicofármacos.

De todos los usos aplicables del litio, las baterías son las que tienen mayor trascendencia debido a que constituyen la fuente de energía de los teléfonos celulares, notebooks, tablets, etc. Estos dispositivos están diseñados para almacenar energía eléctrica, que emplea como electrolito una sal de litio que contiene los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo. Sin estas baterías no hubiera sido posible el desarrollo de la tecnología actual, y cada vez son más compactas y pequeñas.

Baterías de litio. **Fuente:** www.hd-tecnologia.com/

Actualmente un grupo de ingenieros e investigadores de la Universidad de Nortwestern Illinois, en los Estados Unidos, ha desarrollado un nuevo tipo de baterías de iones de litio, con una capacidad diez veces mayor que las actuales y posibles de recargar diez veces más rápido, además de alargar su vida útil. Estas nuevas baterías podrían comercializarse en los próximos tres a cinco años, y no sólo para baterías de dispositivos electrónicos, sino también para vehículos eléctricos. Las ventajas de un auto eléctrico con estas baterías son que con el mismo tamaño y peso, podríamos tener 1.500 km de autonomía en lugar de 150 km, o bien con baterías mucho más pequeñas y ligeras, podríamos tener esos 150 km de autonomía y recarga en 48 minutos en lugar de 8 horas.

Auto a baterias de litio. **Fuente:** http://energiasrenovadas.com

Agradecimientos

Este trabajo fue considerablemente mejorado gracias a los comentarios y correcciones durante la revisión de las doctoras Alicia Kirschbaum y Nilda Menegatti. Los autores agradecen especialmente al Doctor Ricardo Alonso, por sus enriquecedores aportes y su buena predisposición para colaborar y orientar esta contribución de divulgación científica.

Bibliografía consultada

Alonso, R.N., 2013. El Litio de la Puna. Diario El Tribuno. Lunes 24 de junio de 2013, Salta.

Alonso, R.N., 2006. Ambientes Evaporíticos Continentales de Argentina. En: Temas de la Geología Argentina I. Serie Correlación Geológica, 21 (2): 155-170. INSUGEO.

Alonso, R.N., l986. Ocurrencia, posición estratigráfica y génesis de los depósitos de boratos de la Puna argentina. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Salta, 196 p. Inédito. Salta, Argentina.

Cisternas, L., Montenegro, M., Urquieta, C. (1999). Tecnología de los Procesos Químicos, una revisión a los principios, mercado y medio ambiente a través de la industria química chilena. Universidad de Antofagasta, Chile. 196 p.

Garrett, D. E., 2004. Handbook of Lithium and Natural Calcium Chloride - Their Deposits, Processing, Uses and Properties. 1st Edition. Academic Press – Oxford. Edit. Elsevier. 476 p. ISBN: 978-0-12-276152-2.

Ramos, V.A., 1999. Rasgos Estructurales del Territorio Argentino. 1. Evolución tectónica de la Argentina. Coordinador: Caminos, R. Geología Argentina, Anales 29(24): 715-784. Buenos Aires.

Viramonte, J., Alonso, R., Gutiérrez, R. y Argañaraz, R. 1984. Génesis del litio en los salares de la Puna argentina. 9° Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 471-481, Bariloche.

Conociendo las bandadas mixtas de aves y los efectos de la fragmentación en bosques y selvas de la provincia de Salta

Mangini Giselle [1] y María Elisa Fanjul [2]

[1] IBIGEO - CONICET, Museo de Ciencias Naturales - UNSa
[2] Facultad de Ciencias Naturales e IMI – UNT; Fundación Miguel Lillo

Una caminata invernal por el bosque suele ser más silenciosa que durante la primavera; lejos de la época reproductiva las aves cantan poco y emiten cortos llamados con funciones como mantener contacto o dar un aviso de alarma. De repente se rompe con la calma y uno se encuentra rodeado de un festín en movimiento, deleitándose con observaciones simultáneas de distintas especies de aves, como el chinchero chico (*Lepidocolaptes angustirotris*), el tico-tico común (*Syndactyla rufosuperciliata*), el curutié blanco (*Cranioleuca pyrrhophia*), la mosqueta común (*Phylloscartes ventralis*), la mosqueta cabeza canela (*Todirostrum plumbeiceps*), la mosqueta ojo dorado (*Hemitriccus margaritaceiventer*), el pitiayumi (*Parula pitiayumi*), la tangara común (*Euphonia chlorotica*) y muchas más. Este grupo efusivo desaparece rápidamente en medio del bosque para volver la calma invernal. Ha pasado una **bandada mixta** de aves.

Las **bandadas mixtas** son agrupaciones heteroespecíficas de individuos, parejas o grupos de dos o más especies conectadas por comportamientos sociales comunes, principalmente, desplazarse y alimentarse en conjunto (Morse 1970, Moynihan 1979, Munn & Terborgh 1979, Powell 1979, Hutto 1994).

Estas bandadas están más desarrolladas en bosques y selvas, ocurriendo desde los trópicos, hasta lugares pobres en especies como la Taiga asiática. En los Andes fueron estudiadas por Moynihan (1979) y en el trópico americano por Powell (1985) y Morse (1970, 1977). Al parecer, existe una correlación entre la formación de bandadas, el clima y las características del ambiente, como la vegetación. En regiones tropicales de América las bandadas mixtas son permanentes a lo largo del año (Jullien 1998) mientras que en zonas templadas y subtropicales, como Argentina, es un fenómeno esencialmente de otoño-invierno, en la época no reproductiva o cuando escasea el alimento (Moynihan 1962, Thiollay 1988, Greenberg 2000). Las bandadas tienden a ser más grandes, con un mayor número de especies en áreas que poseen mayor cobertura y diversidad vegetal. Una vegetación más estratificada permitiría el intercambio y la unión entre grupos de aves del dosel y del sotobosque (Moynihan 1979).

Figura 1: Fruterito yungueño (*Chlorospingus ophthalmicus*)

Figura 2: Mosqueta común (*Phylloscartes ventralis*)

Existen numerosas hipótesis sobre los motivos que propician la generación de las bandadas, las más aceptadas son dos. En primer lugar, el agrupamiento de diferentes especies permitiría mejorar la eficiencia de forrajeo cuando el alimento es escaso o difícil de encontrar, y en segundo lugar, cuantos más individuos haya, se generaría más distracción para un potencial depredador, disminuyendo la probabilidad de ser depredado; dado que mientras algunos se encargan de vigilar, otros buscan el alimento. Principalmente las bandadas se conforman entre especies insectívoras y en segunda medida entre especies granívoras, frugívoras y omnívoras (Morse 1970, Munn y Terborgh 1979, Powell 1979, Hutto 1994, Gram 1998, Hino 2000). Es notable destacar que entre los miembros de una misma bandada no existe competencia, pero sí entre miembros de diferentes bandadas (Jullien y Thiollay 1998).

Los miembros de las bandadas mixtas desarrollan complejos comportamientos sociales y presentan diferentes roles dentro de la misma. Las especies parecen asumir estos roles en función de características propias que se expresan fuera de las bandadas y que les permiten cumplir un rol particular dentro de éstas. Las especies que integran bandadas mixtas se pueden clasificar en 1) *especies núcleo o líderes*: (el corazón de la bandada), generalmente conspicuas, realizan constantes llamados, dirigiendo y atrayendo a otros individuos para conformar o integrar la bandada (Cuadro 1); 2) *especies regulares, seguidoras o secundarias*: que se encuentran regularmente en las bandadas y siguen a la/s especie/s núcleo; 3) *especies vigías o centinelas*: que emiten los primeros signos de alerta frente a una posible amenaza, y por último 4) *especies accidentales u ocasionales*: de presencia accidental en las bandadas o que aprovechan momentáneamente el paso de una bandada por su territorio (Moynihan 1962, Morse 1970, Hutto 1994, Rappole 1995, Maldonado-Coelho y Marini 2000).

CUADRO 1. ESPECIES LÍDERES EN BOSQUE MONTANO Y SELVA MONTANA

Especies núcleo del Bosque Montano	*Chlorospingus ophthalmicus*, Figura 1 *Phylloscartes ventralis*, Figura 2 *Syndactyla rufosuperciliata*, Figura 3 *Myioborus brunniceps*, Figura 4
Especies núcleo de la Selva Montana	*Chlorospingus ophthalmicus*, Figura 1 *Myiothlypis bivittata*, Figura 5 *Basileuterus culicivorus*, Figura 6 *Buarremon torquatus*, Figura 7 *Syndactyla rufosuperciliata*, Figura 3 *Phylloscartes ventralis*, Figura 2 *Mecocerculus leucophrys*, Figura 8

Figura 3: Tico-tico común (*Syndactila rufosuperciliata*). **Foto:** Gabriel Nuñez

Figura 4: Arañero corona rojiza (*Myioborus brunniceps*). Presenta la parte de la cola más externa con plumas blancas, como puede observarse en la foto, a la hora de capturar insectos este abre y cierra la cola en forma de abanico espantando a los insectos y luego alimentándose de ellos. **Foto** : Gabriel Nuñez

Las especies que integran bandadas mixtas han experimentado procesos de selección y evolución. Moynihan (1968) y Cody y Diamond (1975), proponen dos procesos: a) que las especies núcleo desarrollaron patrones de vocalización, como la realización de llamados repetitivos en conjunto con movimientos incesantes y un patrón de coloración determinado (verde-oliva en el dorso, pardo amarillento o crema en el vientre) para promover el agrupamiento y b) las especies regulares modificaron su plumaje, vocalización y comportamiento para acercarse y seguir a otras especies. Si bien estos procesos se plantean por separado no son necesariamente excluyentes. Sea cual fuere el mecanismo de selección que ocurre, las bandadas mixtas son una asociación cohesiva y evidente en el Noroeste Argentino principalmente durante el otoño-invierno.

Figura 5: Arañero coronado grande (*Basileuterus bivittatus*)

LA PROBLEMÁTICA SITUACIÓN ACTUAL Y LA RESPUESTA DE LAS BANDADAS MIXTAS

Actualmente con el desarrollo tecnológico en el ámbito agrícola, la extensión de la superficie cultivable es cada vez mayor, en detrimento de la superficie ocupada por ambientes naturales (bosques y selvas) (Adamoli 2010) (Cuadro 2). De un ambiente continuo, resultan entonces pequeños remanentes de bosques rodeados de cultivo (Figura 9). El proceso de fragmentación es un fenómeno ampliamente distribuido en el mundo y numerosos estudios reportan efectos de la fragmentación sobre aves, entre ellos la pérdida de riqueza y diversidad (Cuadro 3), aislamiento de poblaciones, disminución en la disponibilidad de alimento, pérdida de lugares de nidificación, etc. (Willis 1974, Leck 1979, Karr 1982, Borges 1995, Canaday 1996, Stratford *et al.* 1999).

CUADRO 2. TABLA RESUMEN CON ALGUNAS CONSECUENCIAS DE LA FRAGMENTACIÓN

EFECTO DE FRAGMENTACIÓN	CONSECUENCIAS
Estructura espacial del hábitat	> Aumenta la relación perímetro superficie, generando mayor ambiente de borde > Se aumenta la distancia entre los fragmentos y la conectividad depende de la calidad del hábitat de la matriz. > Cambio en el movimiento de especies, dependiendo del tamaño del fragmento y la cercanía a un lugar no fragmentado. El influjo de especies disminuye considerablemente en fragmentos pequeños y alejados.
Características físico-ambientales	> Flujos de radiación: Hay un mayor ingreso de radiación solar. > Régimen de vientos: daños en vegetación, mas evapotranspiración, caída de hojas y llegada de especies exóticas con dispersión anemocórica (dispersión por el viento) > Régimen hídrico local: Dependiendo del régimen hídrico local, pueden suceder fuertes eventos erosivos al no tener la cubierta vegetal.
Organismos: según uso del recurso alimenticio	> Especies especialistas (cuya alimentación depende de un recurso) se ven afectadas negativamente. Su alimento disminuye al reducir el área natural, se ven obligadas a aglomerarse en pequeños parches donde queda alimento disponible o a recorrer grandes distancias para obtenerlo. > Especies generalistas (cuya alimentación depende de más de un recurso). Se ven afectadas neutral o positivamente, ya que pueden sobreponerse a los cambios simplemente consumiendo otro alimento.
Organismos: según su capacidad de dispersión	> Especies animales con baja capacidad de dispersión quedan aisladas en fragmentos alejados. > Especies de plantas cuya dispersión es zoocórica (por animales) tienden a ser más perjudicadas que aquellas especies con dispersión anemocórica (por el viento) > Especies dispersoras de larga distancia, se ven afectadas neutral o positivamente

ENTONCES... LAS MODIFICACIONES EN EL AMBIENTE, ¿AFECTAN A LAS BANDADAS MIXTAS?

Pocos son los estudios, principalmente en países tropicales de Latinoamérica, donde se han evaluado los efectos de la fragmentación sobre las bandadas mixtas (Stouffer y Bierregaard 1995, Maldonado-Coelho y Marini 2000, Rappole y Morton 1985) y hasta el momento, ninguno en el noroeste Argentino. En este contexto se estudiarán tres líneas de evidencia para averiguar que les está sucediendo a las bandadas en el noroeste Argentino.

CUADRO 3. DIVERSIDAD

¿Qué es la diversidad de la que tanto se habla?

Básicamente la diversidad es la relación que existe entre dos variables:

a) Riqueza especifica: número de especies

b) Abundancia relativa: número de individuos por especie

Uno de los índices más utilizados para calcular la relación de estas dos variables es el de Shannon-Weaver.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i . ln . p_i$$

Siendo: S la riqueza, pi la proporción de individuos de la especie i sobre el total de individuos (N° de ind sp i/total ind), es decir la abundancia relativa.

Este índice, se utiliza muchas veces como indicador ambiental de un lugar. Pero no olvidemos que "No siempre más, es mejor", ya que hay lugares muy valiosos con pocas especies y número de individuos; incluso a veces, los disturbios pueden resultar en un aumento de diversidad.

Se evaluará en qué proporción se modifica la disponibilidad de alimento para las especies de bandadas (flores, frutos, insectos y semillas) y dos posibles repercusiones: un cambio en las especies que constituyen las bandadas y si existe una modificación en sus hábitos de forrajeo en pos de conseguir el alimento disponible.

La disponibilidad de alimento se relaciona con la vegetación, y ésta a su vez con la configuración espacial y las condiciones microclimáticas que se generan a causa de la fragmentación. Normalmente son diversos los factores que influencian a la vegetación, siendo el viento y la radiación solar los de mayor importancia. Bicknell y Peres (2010) y Laurance (2011) encontraron que los fragmentos de vegetación reciben más impacto de la radiación solar, generando un sotobosque muy desarrollado resultando en una comunidad de insectos abundante y diversa (Bierregard *et al.* 1992). Laurance (2011) detectó un efecto de desecación en los fragmentos de vegetación resultante de la combinación entre la radiación y el viento, generando una menor producción de flores y frutos (obs. pers.). En última instancia, los fragmentos se ven rodeados de cultivos, generalmente soja y ocasionalmente maíz.

Figura 6: Arañero coronado chico (*Basileuterus culicivorus*)

Figura 7: Cerquero vientre blanco (*Buarremon torquatus*)

Figura 8: Piojito gargantilla (*Mecocerculus leucophrys*)

Todos estos factores combinados parecerían lograr una mayor disponibilidad de semillas e insectos en los fragmentos y una menor disponibilidad de flores y frutos. Esta variación en la disponibilidad de alimento se reflejaría en las especies que van a participar en las bandadas, sobre todo en la proporción de especies según su gremio trófico (Cuadro 4).

Esperamos entonces que las bandadas en los fragmentos presenten una mayor proporción de aves insectívoras y granívoras, mientras que en los sitios continuos una mayor proporción de aves frugívoras.

CUADRO 4 ¿QUÉ ES UN GREMIO?

Un gremio es un grupo de especies que explotan la misma clase de recursos de una manera similar. Cuando un recurso es limitado puede existir competencia por él, pero cuando el recurso es suficiente para todos los que lo demandan, la competencia no existe. Los gremios pueden definirse sobre la base de cualquier recurso utilizado y, potencialmente, repartidos por las especies. Sin embargo, el más utilizado para agremiar a las especies es el alimento, constituyéndose así el gremio trófico.

Las aves pueden separarse en varios gremios tróficos. Principalmente en las bandadas tenemos los granívoros (figuras 10 y 11) que consumen granos, los frugívoros (figuras 12 y 13) que consumen frutos y los insectívoros (figuras 14 y 15), que se alimentan de insectos.

Figura 9: Finca "El Mollar". Salta Argentina. Se observa en la parte superior izquierda elevaciones con gran extensión sin desmontar, conformando "bosque continuo". En la parte inferior derecha parcelas agrícolas resaltan en colores grisáceos, con algunas cortinas y parches de distintos tamaños. **Fuente:** Google Earth. Fecha de imagen 25/10/2012.

Figura 10: Jilguerito (*Sicalis flaveola*)

Las especies núcleo son la estructura principal alrededor de la cual se forman las bandadas y por ello, predecimos que van a ser las mismas en sitios continuos y en fragmentos; sin embargo, es esperable que las especies seguidoras sean aquellas que van a presentarse en distintas proporciones según su gremio trófico, distribuyéndose en las bandadas aprovechando el alimento de mayor disponibilidad (Figura 16).

Figura 12: Celestino (*Thraupis sayaca*)

Figura 11: Incanchito o Chingolo (*Zonotrichia capensis*).
Foto: Gabriel Nuñez

El hábito de forrajeo de una especie es la manera en que busca y captura su alimento, este comportamiento puede realizarse de muchas maneras y del éxito de este comportamiento depende la supervivencia del individuo. Según Remsen y Robinson (1990) algunas especies poseen parches de colores fuertes (blancos, rojos, amarillos) en alas, cola y parte ventral, que combinados con rápidos movimientos, saltos, apertura y cierre de cola/alas, funcionan alertando a los insectos que se encuentran posados en la vegetación que intentan escapar y así logran detectarlos para luego consumirlos (Figura 4). Es por ello, que debido al cambio en la disponibilidad de alimento podrían encontrarse especies con las coloraciones anteriormente mencionadas (blancos, rojos, amarillos en alas, cola y parte ventral) en las bandadas de los fragmentos que se alimenten predominantemente de insectos, mientras que en las de los sitios continuos lo hagan de frutos.

Figura 13: Zorzal colorado (*Turdus rufiventris*)

Figura 14: Trepador colorado (*Dendrocolaptes picumnus*)

EXPECTATIVAS Y PROYECCIONES

Si bien las bandadas mixtas han sido poco estudiadas en nuestro país, son una estructura compleja de la cual se pueden obtener importantes avances en las interacciones animales. Definir las especies núcleo para las formaciones de las mismas en la selva pedemontana y chaco serrano sería el primer paso.

Desde el punto de vista de la conservación las bandadas mixtas son especialmente sensibles a los cambios realizados por el hombre, por ello, consideramos importante conocer estas asociaciones, las cuales demuestran que la interacción social, al menos para las especies que forman bandadas, es clave para la subsistencia durante condiciones adversas.

Por último y no menos importante, lograr que la sociedad se internalice con lo que le está sucediendo a la selva pedemontana y bosques chaqueños es esencial para que a la hora de tomar las decisiones sean más prudentes, conscientes y respetuosos con el ambiente.

Figura 15: Chororó (*Taraba major*)

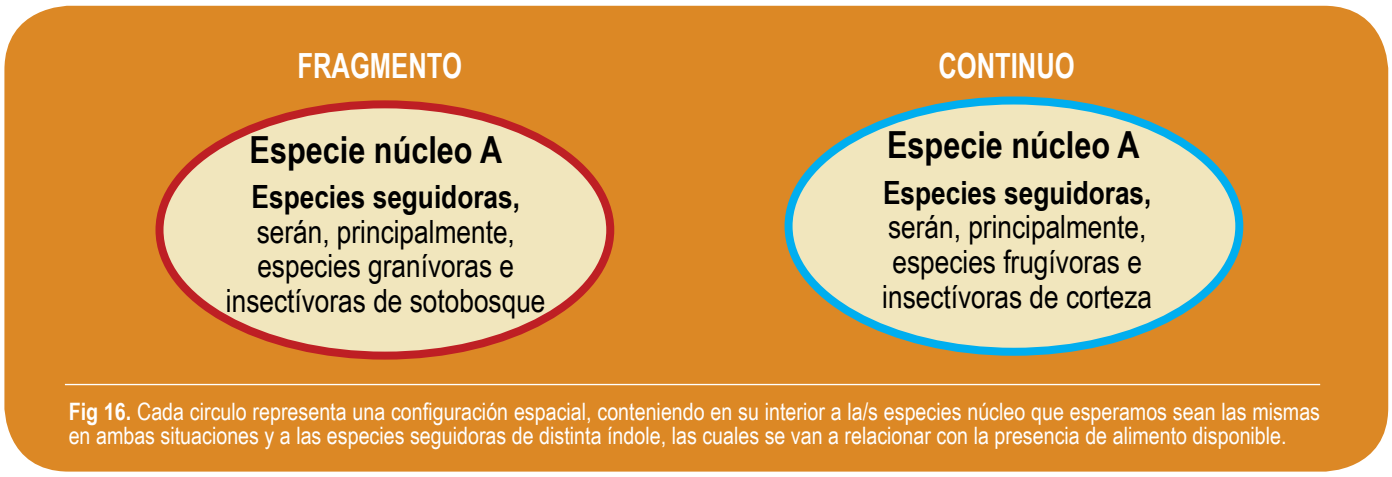


Fig 16. Cada circulo representa una configuración espacial, conteniendo en su interior a la/s especies núcleo que esperamos sean las mismas en ambas situaciones y a las especies seguidoras de distinta índole, las cuales se van a relacionar con la presencia de alimento disponible.

Agradecimientos

Se agradece a Nacho Areta por sus copiosas correcciones y comentarios; a Marcos por corregirnos el lenguaje coloquial, a Meki por su motivación a contar lo que hacemos y por último, a Facundo Gandoy por sus opiniones y comentarios al comienzo del manuscrito y, a Gabriel Nuñez por prestarnos sus hermosas fotos.

Bibliografía

Adamoli J; Ginzburg R; Torrella S. 2010. Escenarios productivos y ambientales del Chaco Argentino. 1977-2010. Fundación Producir conservando. Grupo de estudios de sistemas Ecológicos en ambientes agrícolas.

Borges SH. 1995. Comunidade de aves em dois tipos de vegetação secondária da Amazônia central. Masters thesis. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brazil.

Brown A; Martinez Ortiz U; Acerbi M y Corcuera J. 2006. La Situación Ambiental Argentina 2005, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.

Canaday C. 1996. Loss of insectivorous birds along a gradient of human impact in Amazonia. Biological Conservation 77:63–77.

Cody ML y Diamond JM. 1975. Ecology and evolution of Communities. Cambridge. Harvard University press.

Gram WK. 1998. Winter participation by Neotropical migrant and resident birds in mixed-species flocks in northeastern Mexico. Condor 100:44-53.

Greenberg R. 2000. Birds of many feathers: The formation and structure of mixed species flocks of Forest birds. Capítulo 18.

Hino T. 2000. Intraspecific differences in benefits from feeding in mixed-species flocks. J. Avian Biol. 31:441-446.

Hutto RL. 1994. The composition and social organization of Mixed-species Flocks in a tropical deciduous forest in Western Mexico. Condor 96:105-118.

Jullien M y Thiollay JM. 1998. Multi-species territoriality and dynamic of neotropical forest understorey bird flocks. J. Anim. Ecol. 67: 227-252.

Karr JR. 1982. Avian extinction on Barro Colorado Island, Panama: a reassessment. American Naturalist 119:220–239. Leck CF. 1979. Avian extinctions in an isolated tropical wet-forest reserve, Ecuador. Auk 96:343–352.

Maldonado-Coelho M Y Marini MÂ. 2000. Effects of forest fragment size and successional stage on mixed-species bird flocks in southeastern Brazil. Condor 102:585-594.

Morse DH. 1970. Ecological Aspects of some Mixed-Species Foraging Flocks of Birds. Ecol. Monogr. 40:119-168.

Moynihan M. 1962. The organization and probable evolution of some mixed species flocks of Neotropical birds. Smithsonian Miscellaneous Collection. 143: 1-140.

Moynihan M. 1968. Social mimicry: Character convergence versus character displacement. Evolution: 315-351.

Moynihan M. 1979. Geographic variation in social behavior and in adaptations to competition among Andean birds. Publication of the Nuttall Ornithological Club N°18.

Munn CA y Terborgh JW. 1979. Multi-species territoriality in Neotropical foraging flocks. Condor 81: 338-347.

Powell GVN. 1979. Structure and dynamics of interspecific flocks in a Neotropical mid-elevation forest. Auk 96:375-390.

Rappole JH. 1995. The ecology of migrant birds: a Neotropical perspective. Vol. 269. Washington DC: Smithsonian Institution Press.

Rappole jh y Morton E. 1985. Effects of habitat alteration on a tropical avian forest community. Ornithological Monographs. 36:1013–1021.

Stouffer PC y Bierregaard RO. 1995. Effects of forest fragmentation on understory hummingbirds in Amazonian Brazil. Conservation Biology 9: 1085-1094.

Stratford JA y Stouffer PC. 1999. Local extinctions of terrestrial insectivorous birds in a fragmented landscape near Manaus, Brazil. Conservation Biology 13: 1416-1423.

Willis EO. 1974. Populations and local extinctions of birds on Barro Colorado Island, Panama. Ecological Monographs 44:153–169.

Diversidad y endemismos de peces de la Cordillera Argentina. Amenazas.

Luis Fernández [1]
[1] CONICET, Fundacion Miguel Lillo y Universidad Nacional de Catamarca

Generalmente se usan indistintamente **Diversidad** o Biodiversidad como sinónimos de Riqueza (R). Cuando en realidad la mayoría de las veces sería más correcto hablar de Riqueza, que puede ser definida como el número de especies de fauna y flora presentes en un determinado espacio (ecosistema, biotopo, superficie o volumen) y en un determinado período de tiempo. Al contrario, la Diversidad toma en cuenta no sólo el número de especies diferentes (R) sino también su abundancia.

Un **Endemismo** es un taxón que tiene una distribución restringida, es decir, que está sólo presente en un área determinada (Quinteros y Gómez 2011) y que no se encuentra de forma natural en ninguna otra parte del mundo. Es un concepto estrictamente relativo ya que la distribución considerada debe ser menor que el área total considerada. Así el taxón bajo estudio (género, familia, etc.) puede ser endémico de una cordillera, una cuenca, un país o un continente (Tabla 1) dependiendo de la escala. Así *Silvinichthys* es un género ampliamente distribuido en la región oeste de la Argentina, pero a mayor escala es endémica de la Cordillera o de Argentina, ya que hasta el momento no fue hallada mas allá de los Andes ni tampoco en otros países.

Por lo general los peces son excluidos de las listas de biodiversidad de vertebrados andinos, presumiblemente porque son menos diversos en altitudes elevadas y a causa del difícil acceso a los lugares de muestreos, donde muchas veces no hay caminos (Figura 1), lo que lleva al escaso conocimiento que se tiene de ellos. Tampoco es raro que los ríos puedan encontrarse secos o bien habitados por las exóticas truchas arco iris (Salmoniformes: *Onchorhynchus mykiss* Figura 2). En ambos casos será necesario llegar a las nacientes de los arroyos usualmente por arriba de los 2.000 m elevación para verificar su existencia.

Figura 1: Arroyo del Salar Hombre Muerto a 4.020 m.s.n.m, provincia de Catamarca donde actualmente solo se encuentran las truchas arco iris exóticas. **Foto:** L. Fernandez.

Figura 2: Trucha arco iris *Onchorhynchus mykiss* obtenida del Parque Nacional el Leoncito, provincia de San Juan. **Foto:** L. Fernandez

¿HAY PECES NATIVOS EN LA CORDILLERA ARGENTINA?

El número de peces continentales estimados para Sud América es aproximadamente 6.000 especies, en contraste a las 375 (Conservation Internacional: www.biodiversityhotspots.org/xp/hotspots/andes/Pages/biodiversity.aspx) o las 311 especies estimadas para los Andes, de las cuales aproximadamente 131 corresponden a endemismos de la Cordillera (Schaefer 2011).

En los Andes de Argentina el número de peces encontrados llega a 46 especies por encima de los 1.000 m de altura sobre el nivel del mar. Esta delimitación subjetiva (el límite de 1.000 m) ha sido seguida por diversos autores como Ortega (1992) y Schaefer (2011). La mayor riqueza corresponde a un grupo de bagres (Figura 3) pertenecientes a la familia Trichomycteridae (Orden Siluriformes) con 25 especies distribuidas en tres géneros (*Hatcheria, Silvinichthys y Trichomycterus*), de las cuales 9 corresponden a endemismos (Tabla 1) y de ellos 5 se definen como especies alto andinas (Tabla 1), esto es por encima de los 3.000 m de altura sobre el nivel del mar. En Argentina el mayor registro altitudinal conocido corresponde a *Trichomycterus roigi* de 4.800 m en la provincia de Jujuy. De los tres géneros de la subfamilia Trichomycterinae en Argentina, los *Silvinichthys* (Figura 4) son los únicos exclusivamente andinos, entre los 1.000 y 3.000 m de altura. Ocupan a veces ambientes de escasa profundidad (no mayores a 2 cm) como en el Parque Nacional Leoncito en San Juan, o bien en aguas subterráneas como en el río Arenales de Salta (Figura 5) o aguas termales en Los Nacimientos, Catamarca. Es importante destacar que en la Puna Argentina, hasta el momento, no fueron registrados ejemplares de Astroblepidae (Siluriformes), ni del género *Orestias* (Cyprinodontiformes) como ocurre en ambientes similares del Altiplano de Chile, Bolivia o Perú.

Figura 3: Bagre estigófilo *Trichomycterus catamarcensis* de la Reserva Biosfera Laguna Blanca 3.500 m.s.n.m, provincia de Catamarca. **Foto:** L. Fernandez.

Figura 4: Bagre andino cuyano *Silvinichthys leoncitensis* (MCN 1511 holotipo IBIGEO-Museo Ciencias Naturales Salta) que habita en el Parque Nacional el Leoncito 1.213 m, provincia de San Juan. **Foto:** L. Fernandez.

TRICHOMYCTERINAE DISTRIBUIDOS POR ARRIBA DE LOS 1.000 M DE ALTURA EN LA CORDILLERA ARGENTINA

Trichomycterus alterus	(Marini, Nichols y La Monte 1933)
Trichomycterus areolatus	(Valenciennes 1846)
Trichomycterus barbouri	(Eigenmann 1911)
Trichomycterus belensis	Fernandez y Vari 2002* (E)
Trichomycterus borellii	Boulenger 1897
Trichomycterus boylei	(Nichols 1956)
Trichomycterus catamarcensis	Fernandez y Vari 2000* (E)
Trichomycterus corduvensis	Weyenbergh 1877
Trichomycterus heterodontus	(Eigenmann 1917)§
Trichomycterus hualco	Fernandez y Vari 2009 (E)
Trichomycterus minus	Fernandez y Vari 2012 (E)
Trichomycterus pseudosilvinichthys	Fernandez y Vari 2004 (E)
Trichomycterus ramosus	Fernandez 2000* (E)
Trichomycterus riojanus	Berg 1897§
Trichomycterus roigi	Arratia y Menu-Marque 1984*
Trichomycterus spegazzinii	(Berg 1897)
Trichomycterus tenuis	Weyenbergh 1877§
Trichomycterus yuska	Fernandez y Schaefer 2003* (E)
Trichomycterus	sp A (E)
Silvinichthys bortayro	Fernandez y Pinna 2005 (E)
Silvinichthys gualcamayo	Fernandez, Sanabria y Quiroga 2013 (E)
Silvinichthys leoncitensis	Fernandez, Dominino, Brancolini y Baigún 2011 (E)
Silvinichthys mendozensis	(Arratia, Chang, Menu-Marque y Rojas 1978)
Silvinichthys huachi	Fernandez, Sanabria, Quiroga y Vari En prensa (E)
Silvinichthys	sp A
Silvinichthys	sp B
Hatcheria macraei	(Girard 1855)
Hatcheria	sp A

Tabla 1. * exclusivamente altoandinas (3.000+ m). **E** endémico. **§** no confirmadas

¿CÓMO LLEGARON? ¿SON TAN ANTIGUOS COMO LOS ARROYOS DONDE HABITAN?

El levantamiento de los Andes y la extrema aridez de la región han resultado en múltiples **eventos de vicarianza** [implica eventos geológicos o paleoclimáticos que dividen una población ancestral separando geográficamente a sus descendientes, los que posteriormente pueden originar nuevas especies (Lobo 2010)] con un elevado grado de endemismo en la fauna de peces (**ictiofauna**) de la Cordillera Argentina, donde sólo tres géneros (*Trichomycterus* con 19 especies, *Silvinichthys* con 7 especies y *Hatcheria* con 1 especie) concentran la mayor riqueza. El NOA cuenta con 5 de los 9 endemismos registrados hasta el presente, incluida una especie que vive en aguas subterráneas (freático) *Silvinichthys bortayro* (Figura 5); mientras en los Andes patagónicos argentinos sólo se registraron dos especies de tricomictéridos (*Hatcheria macraei* y *Trichomycterus areolatus*). Esto en parte se podría relacionar con la glaciación del pleistoceno [alrededor de 12.8 ka (ka=miles de años)] que tuvo una marcada influencia en la distribución actual de estos peces al repetir eventos de conexión y separación de cuencas, después del comienzo del levantamiento de la Cordillera, tan es así que incluso ríos que drenaban hacia el Atlántico cambiaron su rumbo hacia el Pacífico y permitieron la dispersión de estos bagres patagónicos a la cuenca del Pacífico.

Figura. 5: Bagre estigobionte *Silvinichthys bortayro*, que habita en el subterráneo del Río Arenales 1.250 m, provincia de Salta. **Foto:** L. Fernandez.

5). Esta especie presenta numerosas reducciones, como en el diámetro del ojo, el número de radios de la aleta pectoral, los odontoides del opérculo e interopérculo, cintura y aleta pélvica, la pigmentación del cuerpo y el mayor desarrollo de otras estructuras como en el número de órganos ampularios, de papilas y poros sensoriales.

Aislados en la Cordillera viven en ambientes extremos. Pero ¿podrán seguir existiendo ante el impacto antrópico? Probablemente algunas especies se estén extinguiendo antes de ser conocidas y con ellas la información biogeográfica.

A las condiciones frágiles y extremas (baja temperatura y oxígeno, elevada aridez, intensa radiación UV) de estos ambientes de Puna que las especies deben soportar (Gonzo *et al.* 2011), debemos agregarles algunas amenazas como la explotación minera a cielo abierto. El incremento de las áreas de exploración minera en Cordillera llevó caminos a zonas donde antes no se podía llegar y así también la introducción de especies exóticas como la trucha arco iris (Fernández 2005). Una especie **exótica** se refiere a las especies introducidas fuera de su área de distribución natural en el pasado o actual.

Figura 6: Bagre de montaña endémico de la Cordillera, detalle de la cabeza de *Trichomycterus ramosus* con las barbillas cortas, anchas y ramificadas dos o más veces, Laguna Blanca, Catamarca. **Foto**: L. Fernandez.

Algunos autores creen que la gran capacidad para dispersarse (**vagilidad**) de los tricomictéridos se debe a la presencia de los odontoides en los huesos del opérculo e interopérculo (carácter sinapomórfico o condición derivada compartida de la familia Trichomycteridae), que les permite subir contra la corriente anclándose al sustrato o para no ser arrastrados por las crecidas estivales o los deshielos en alta montaña. Y en casos extremos, como los bagres parásitos conocidos como candirú o pez vampiro, también pertenecientes a los tricomictéridos (subfamilias Stegophiliinae y Vandellinae), estas estructuras se modifican como ganchos para ayudar a fijarse a los otros peces mientras se alimentan de la sangre en las branquias (**vandelines**) o del mucus del cuerpo raspando externamente (**estegofilines**) (Fernández 2010).

Algunas especies alto andinas (que habitan por encima de los 3000 metros en Catamarca) presentan una morfología muy particular, como *Trichomycterus ramosus* con barbillas cortas ramificadas más de una vez y abundante grasa en la cabeza (Figura 6) mientras que *T. catamarcensis* presenta la cintura pélvica ausente (Figura 3) y reducción del canal sensorial supraorbital de la cabeza (Figura 7), esto podría estar relacionado con una forma de vida **estigófila** (las especies pueden vivir alternadamente en aguas superficiales y subterráneas). Existen algunas modificaciones morfológicas extremas que se registran en especies **estigobiontes** (habitantes de ambientes subterráneos). Estos cambios morfológicos reciben el nombre de caracteres troglomorfos para organismos terrestres y de estigomorfos en acuáticos como *Silvinichthys bortayro* (Figura

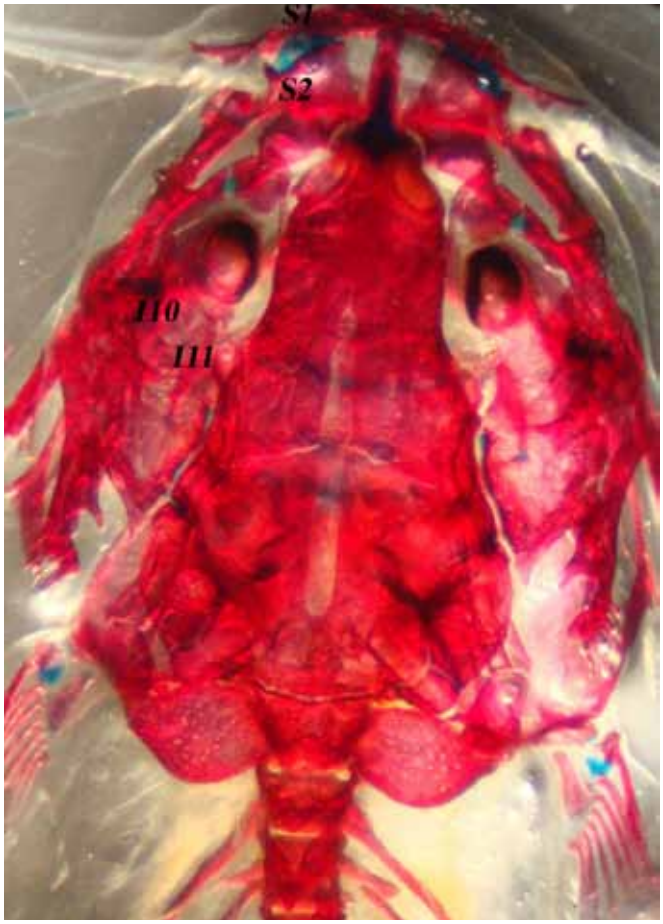


Figura 7: Neurocráneo de *Trichomycterus catamarcensis* con reducción de canal supraorbital. **Foto**: L. Fernandez.

Figura 8: Río Amarillo, cordón Famatina, provincia de La Rioja donde habita *Trichomycterus pseudosilvinichthys* entre los 1.000 a 2.000 m.s.n.m. **Foto**: L. Fernandez.

LA MEGAMINERÍA

Actualmente, la actividad minera en la Argentina se ha incrementado y su participación en el producto bruto interno ha variado del 1,5% en 1998 al 4,5% en 2009 y continúa incrementándose. Tal presión lleva a un fuerte impacto en los arroyos donde habitan los bagres cordilleranos donde el agua es escasa. La metodología de explotación de un yacimiento y el diseño de la mina dependerá de la naturaleza del depósito, sea que el mineral esté concentrado o diseminado en la roca (en canteras, en la superficie de los salares, en galerías o en excavaciones a cielo abierto) (Kirschbaum y Murray 2011). Actualmente hay alrededor de 330 a 600 (18 en 2002) proyectos mineros importantes (alrededor de 2,3 millones km2) en Argentina (www.mineria.gov.ar). Sin embargo, pocos son los estudios acerca de los efectos o las consecuencias de la minería tradicional como la de cielo abierto o megaminería, particularmente los impactos sobre los ecosistemas acuáticos que incluyen tanto el deterioro de la calidad del agua como los cambios del hábitat. En otras épocas se realizaba una explotación minera tradicional o en galerías como en La Mexicana (1880-1913) en el cordón de Famatina, La Rioja donde especies de *Trichomycterus*, como *T. pseudosilvinichthys* y *T. corduvensis* habitan en el Río Amarillo (Figura 8). Actualmente con la explotación minera a cielo abierto esta situación no sería posible. La mina Bajo la Alumbrera (1997-2018) en Catamarca produjo un cráter (1.800 m de diámetro y 490 m de profundidad aproximadamente) donde antes había una montaña, lo que habría ocurrido en Famatina de no ser por la acción de grupos ambientalistas.

Es conocido en el Hemisferio Norte (principalmente Australia, Canadá y Estados Unidos) los efectos que produce la explotación minera cielo abierto ("mountaintop mining and valley fill MTM-VF") y lo poco que pueden servir las medidas de mitigación, cuando en lugar de una montaña queda un cráter en las cabeceras de una cuenca y un dique de cola de agua ácida, que cualquier sismo podría liberar al sistema o por filtración llegar a las aguas subterráneas en un ambiente donde falta el agua (EPA 2009, Palmer *et al*. 2010, Bernhardt y Palmer 2011). En conclusión MTM-VF es un proceso económicamente muy atractivo por la simplicidad y bajo costo ampliamente usado en el mundo (Australia, Canadá y Estados Unidos). Sin embargo, en aquellos países las consecuencias nefastas fueron ampliamente documentadas para los Apalaches Centrales (Palmer *et al*. 2010, Bernhardt and Palmer 2011). Por ejemplo EPA (una agencia de protección ambiental de los Estados Unidos) entre las varias alteraciones mencionadas por MTM-VF menciona: 1-arroyos que se vuelven intermitentes y vegas pequeñas o arroyos que desaparecen, 2- concentraciones elevadas de químicos que son persistentes río abajo, 3-comunidades de macroinvertebrados y peces degradadas.

En los Andes áridos, las cabeceras sirven de refugio para varias especies de bagres cuando desaparecen o se retraen los arroyos en la estación seca (mayo a septiembre). Por ejemplo *Trichomycterus pseudosilvinichthys* en La Rioja o *S. gualcamayo* en San Juan llegan incluso a enterrarse cuando el arroyo apenas cubre la superficie, lo que dificulta su registro para las evaluaciones de impacto ambiental. La pérdida de los hábitats de cabeceras que representan sitios sin alterar donde existe el potencial de recolonización podría ocasionar la ausencia de estas poblaciones endémicas de bagres río abajo, ya que podrían no recibir un "efecto rescate".

Así es que por cada emprendimiento minero generalmente se puede mencionar al menos una especie de tricomictérido asociado. Por ejemplo, en la provincia de San Juan: Gualcamayo (2007-presente) con *Silvinichthys gualcamayo* y Huachi (desde 2006 en exploración) con *S. huachi*, en la provincia de Catamarca con Bajo Alumbrera (1997-2018) con *Trichomycterus corduvensis* (Autino y Montero 2013), *T. minus*, *T. alterus*, o en Jujuy con la mina Aguilar (1936-presente) con *T. roigi*, *T. boylei*, solo por mencionar algunos casos. Sin embargo las publicaciones que tratan sobre las posibles consecuencias de esta actividad en los bagres de montaña son escasas a nulas, como lo son también sus posibilidades de ser usados como indicadores ambientales.

LA TRUCHA

La introducción de la trucha arco iris (Figura 2) en la cordillera (1904) y especialmente en la Puna (1960) no tiene consecuencias menores, debido a que el impacto registrado a la fauna de macroinvertebrados y bagres nativos, algunas veces endémicos, aún está poco estudiado. La invasión de una especie exótica, una vez establecida, difícilmente podrá erradicarse, a diferencia de un contaminante con una fuente emisora localizada que puede controlarse. Por ejemplo, en un arroyo de cordillera, coexiste una especie de *Trichomycterus* con las truchas arco iris (conocidas por su voracidad (Fernández en preparación). Cuando el río comienza a retraerse por la sequía aumentan las concentraciones de peces, lo que sumado al menor número de macroinvertebrados bentónicos, hace que en los ejemplares de *Trichomycterus* se puedan observar aletas mutiladas (Figura 9). Este es el primer caso registrado de que las truchas se alimentan de las aletas de peces nativos andinos. Los registros anteriores son a partir del contenido estomacal de las truchas, pero difícilmente se puedan observar los restos diminutos de aletas con la consiguiente interpretación errónea que las truchas no depredan sobre peces nativos y por ello antes de promover su erradicación se piensa equivocadamente en una explotación sustentable.

Figura 9: *Trichomycterus* sp. de un arroyo de la cordillera con la aleta caudal mutilada por la trucha arco iris. **Foto**: L. Fernandez.

En la Patagonia (San Carlos de Bariloche) la pesca recreacional y deportiva genera 8.000.000 de dólares estadounidenses, estimando que cada pescador gasta en promedio 150 dólares por día, lo que incluye transporte, alojamiento, artes de pesca, guías turismo, etc. (Vigliano y Alonso, en prensa). Cuesta creer que dichas cifras sean posibles de alcanzar en los arroyos del NOA, donde además los ejemplares no alcanzan el tamaño y tampoco el número de ejemplares que en un lago o río patagónico, sin evaluar el costo de las ovas y posterior traslado a lugares de siembra y cuántos de esos alevines llegarán a adultos.

Otros de los efectos colaterales de las introducciones intencionales es por ejemplo, la introducción accidental de un crustáceo *Learnea* que fue registrado recientemente por primera vez en un bagre de montaña *Trichomycterus* (Fernández *et al.* en preparación) y con ello se amplia la distribución de este parásito al oeste de Argentina (Figura 10). Se

Figura 10: *Trichomycterus corduvensis* de montaña parasitado por crustáceos de *Learnea*. **Foto**: L. Fernandez.

Figura 11: Erradicación de la trucha arco iris en el Parque Nacional Leoncito, San Juan, donde habita *Silvinichthys leoncitensis* endémica de la Cordillera. **Foto**: L. Fernandez.

están tomando algunas medidas, como la erradicación de las truchas arco iris (Figura 11) con pesca eléctrica en el Parque Nacional Leoncito en San Juan, donde vive un bagre endémico (*Silvinichthys leoncitensis* Figura 4). Pero en las provincias del NOA continúan las políticas de siembra y resiembra en arroyos de cordillera e incluso con mayor difusión de las medidas de protección (Figura 12). Ante la propagación de las truchas, a los bagres nativos de los Andes no le queda otra opción que subir y restringirse en el refugio de las vegas o nacientes de los ríos donde la profundidad del agua es un limitante para la competencia/predación de las truchas (Figura 13).

Figura 12: Carteles de protección de la trucha arco iris en la Cordillera: "Habilitado desde el 01 de Octubre de cada año al 01 de Mayo. Resto del año vedado. Solo se puede capturar (3) Tres Truchas por día y por pescador y de un tamaño no mayor a 30 cm. Solo puede utilizar carnada artificial con anzuelo simple sin rebarba". **Foto**: L. Fernandez.

Figura 13: Río donde habita el bagre de montaña más alto registrado para Argentina, *Trichomycterus roigi*, provincia de Jujuy 4.800 m.s.n.m. **Foto**: L. Fernandez.

¿A QUIÉN LE PUEDE IMPORTAR "UN" BAGRE ANDINO SIN VALOR COMERCIAL?

Los arroyos andinos son de mucho valor ecológico por tratarse de las cabeceras de los sistemas megadiversos de ríos de llanura y como tal pueden servir de refugio de especies claves para indicar las condiciones ecológicas en estas importantes regiones hidrológicas (Niemi y McDonald 2004).

Los peces de cordillera, salvo contadas excepciones como las especies exóticas (truchas), no entran en consideración en cuanto a proyectos de protección y conservación como si ocurre con otros grupos de vertebrados que despiertan mayor "simpatía" como el caso de las aves y mamíferos.

Las especies endémicas como los bagres andinos merecen especial consideración en proyectos de conservación y programas de protección de la biodiversidad. Esto hace necesario intensificar los estudios en la Cordillera relacionados con la explotación de recursos naturales (Figura 13), como la minería o la introducción de especies exóticas por citar solo dos casos que amenazan a muchas especies nativas e incluso endémicas.

Es difícil proveer recomendaciones para la conservación de los bagres andinos, principalmente por la deficiencia en la información de base, tanto por el pobre conocimiento de la presencia en áreas poco accesibles en las que están restringidos, como de la biología y ecología de las especies. De este modo, los arroyos de montaña son "islas de altura" que incluyen especies sin describir con elevado valor biogeográfico acerca del levantamiento de la Cordillera y proveen una interesante oportunidad para probar modelos alternativos de evolución de las cuencas hidrográficas de los Andes.

Literatura citada

Autino A. y R. Montero 2013. Vertebrados nativos de Bajo La Alumbrera, Catamarca, Argentina. Alumbrera 224 pp.

Bernhardt, E.S. y M.A. Palmer 2011. The environmental costs of mountaintop mining valley fill operations for aquatic ecosystems of the Central Appalachians. Annals New York Academy Science. 1223: 39-57.

EPA (Environmental Protection Agency) 2009. The effects of mountaintop mines and valley fills on aquatic ecosystems of the Central Appalachian Coalfields. Office of research and development, National Center for Environmental Assessment, Washington, DC EPA/600/R-09/138A.

Fernandez, L. 2005. Risk of extinction of a rare catfish of Andean groundwater and its priority for conservation. Ambio 34: 269-270.

Fernandez, L. 2010. Evolución de las yuskas. Temas de Biología y Geología del Noa 1: 26-30.

Gonzo G., V. Martínez y L. Fernandez 2011. Peces de ambientes extremos del Noroeste argentino. Temas de Biología y Geología del Noa 1: 129-139.

Kirschbaum A. y J. Murray 2011. Minería y aguas ácidas: contaminación y prevención. Temas de Biología y Geología del Noa 1: 40-51.

Lobo F. 2010. La representación gráfica de la Evolución. Su origen. Temas de Biología y Geología del Noa 1: 1-6.

Murray J. y J. Goldberg 2013. ¿Viviendo al límite? Organismos extremófilos en aguas ácidas de la Mina Pan de Azúcar, Jujuy. Temas de Biología y Geología del Noa 3: 14-19.

Niemi, G.J. y M.E. McDonald 2004. Application of ecological indicators. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics 35: 89-111.

Ortega, H. 1992. Biogeografía de los peces neotropicales de aguas continentales del Perú. En: N. Valencia y K. Young (Eds.). Biogeografía de los bosques montanos del Perú. Memorias no. 21. Museo de Historia Natural UNMSM.

Palmer, M.A., E.S. Bernhardt, W.H. Schlesinger, K.N. Eshleman, E. Foufoula-Georgiou, M.S. Hendryx, A.D. Lemly, G.E. Likens, O.L. Loucks, M.E. Power, P.S. White y P.R. Wilcock 2010. Mountaintop mining consequences. Science and regulation, 327: 148-149.

Quinteros A.S. y J.M. Gómez 2011. Diversidad y endemismos de reptiles en la Puna del NOA. Temas de Biología y Geología del Noa 1: 58-64.

Schaefer, S.A. 2011. The Andes: Riding the tectonic uplift. Pp 259-279. In: J.S. Albert, P. Petry y R.E. Reis (Eds). Historical biogeography of Neotropical Freshwater Fishes. University of California Press, Berkeley, USA.

Correo de Lectores

De nuestra mayor consideración,

Recientemente tuvimos acceso a una noticia publicada por el medio Diariovasco.com (http://www.diariovasco.com/20140212/mas-actualidad/tv-comunicacion/aranzadi-denuncia-comportamientos-ilicitos-201402121859.html) en la cual *La Sociedad de Ciencias Aranzadi* denunció comportamientos ilícitos para con la fauna que, en su opinión, se muestran en el programa de televisión *El conquistador del fin del mundo* (Euskal Irrati Telebista, radio televisión vasca), en el cual, el pasado 23 de Febrero, uno de los colaboradores/participantes mató una serpiente. Esta entidad explica que en ese capítulo se pudo ver claramente y sin ningún tipo de censura (ver imagen tomada de la misma fuente) cómo se mataba a un individuo de la especie de serpiente *Spilotes pullatus anomalepis* (Figura 1). Esta especie, conocida comúnmente como "Ñacaniná hú" se encuentra catalogada como **Especie Vulnerable** a nivel nacional, debido principalmente a su distribución restringida a la provincia de Misiones, la pérdida de su hábitat natural, el atropellamiento en rutas, la colecta para el comercio ilegal de mascotas y la matanza de individuos que, pese a su gran tamaño, resultan inofensivos para el hombre (Arzamendia y Giraudo, 2012). Este acto delictivo demuestra una falta total de respeto por la vida animal, el cual se ve potenciado por el hecho de haber sido difundida en un programa de televisión, promoviendo de esta manera la prepotencia y un sentido de impunidad ante una especie que no solo presenta una problemática concreta de conservación, sino que habita uno de los ecosistemas más amenazados del planeta, la selva paranaense, límite austral de distribución global para la especie (Arzamendia y Giraudo, 2009). En este punto coincidimos con la *La Sociedad de Ciencias Aranzadi* la cual aclara que "….unos pocos minutos de emisión de imágenes como las comentadas, con audiencias de centenares de miles de personas, echan por tierra la labor de muchísimo tiempo de científicos y personas sensibilizadas con el medio ambiente".

Figura 1: Ejemplar adulto de *Spilotes pullatus anomalepis*. Ñakaniná-Hü (en Guaraní-eté), Llamada Serpiente tigre y/o serpiente voladora, su nombre se relaciona con que suele arrojarse entre las ramas de los arboles. Totalmente inofensiva (no venenosa), no es agresiva. De hábito diurno y principalmente arborícola. Pueden medir hasta 3m de longitud. **Fotos**: Vanesa Arzamendia.

En el año 1999, luego de una serie de talleres realizados por la *Asociación Herpetológica Argentina* (AHA), medio centenar de los herpetólogos más reconocidos del país se abocaron a la enorme labor de estudiar el estado de conservación de la totalidad de las especies que integran la herpetofauna nacional. Como resultado de estas reuniones, se logró editar el primer *Libro Rojo* para la herpetofauna nacional que se tituló "Categorización de los anfibios y reptiles de la República Argentina" (Lavilla *et al*., 2012). Posteriormente, en el año 2012, un número aún mayor de herpetólogos argentinos, una vez más enmarcados por la AHA, realizaron una nueva serie de reuniones que culminó con la publicación de una recategorización para la herpetofauna argentina (Vaira et al., 2012). Ambos trabajos fueron y son de gran relevancia como base para el entendimiento del estado de conservación de los anfibios y reptiles de nuestro país, y como guía para promover la protección de aquellas especies amenazadas o en peligro de extinción. Debido a su importancia, ambos trabajos fueron considerados por la "Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la República Argentina" quien reconoció las categorías de conservación resultantes dentro del artículo 4° del Decreto 666/97 reglamentario de la ley 22.421.

Desde la *Asociación Herpetológica Argentina* queremos denunciar, repudiar y divulgar este hecho delictivo, falto de ética e ignorante que, como dijimos anteriormente, desprecia la labor que científicos, naturalistas, gestores de la conservación y políticos, desde diferentes organizaciones y entidades públicas y privadas, viene realizando desde hace décadas. Labor orientada a promover un manejo sostenible de la diversidad biológica y a la protección de ecosistemas y especies que, como en el caso de la Ñacaniná hú, presentan una gran sensibilidad al accionar humano. Solicitamos a los organismos encargados de ejecutar las legislaciones vigentes a que tomen acción en este hecho y ofrecemos nuestra colaboración para evitar que este tipo de vandalismos sigan ocurriendo.

Sin otro particular saluda,

Comisión Directiva
Asociación Herpetológica Argentina

Bibliografía

Arzamendia, V. & Giraudo, A.R. (2009). Influence of large South American rivers of the Plata Basin in distributional patterns of tropical snakes: a panbiogeographical analysis. Journal of Biogeography, 36: 1739–1749.

Arzamendia, V. & Giraudo, A. R. (2012). *Spilotes pullatus anomalepis*. En: Categorización del estado de conservación de las serpientes de la República Argentina. Ficha de los Taxones. Anfibios. Cuadernos de Herpetología 26 (Supl. 1): 343.

Giraudo, A. R., Arzamendia, V., Bellini, G. P., Bessa, C. A., Cinthia, C., Cardozo, G., *et al*. (2012). Categorización del estado de conservación de las Serpientes de la República Argentina, Cuadernos de Herpetología 26 (Supl. 1): 303–326.

Lavilla, E., Richard, E., & Scrocchi, G. (2000). Categorización de los Anfibios y Reptiles de la República Argentina. (E. Lavilla, E. Richard, & G. Scrocchi, Eds.). San Miguel de Tucumán, Argentina.: Asociación Herpetológica Argentina.

Vaira, M. *et al*. (2012). Categorización del estado de conservación de la herpetofauna de la República Argentina, Cuadernos de Herpetología 26 (Supl. 1): 131–159.

Novedades

Almanaque 2014 del IBIGEO.
Con efemérides biológcas y geológicas.

Descargalo en nuestro sitio web:
http://www.unsa.edu.ar/ibigeo/

Guía para autores y Proceso editorial

Entre los objetivos principales del IBIGEO, la promoción y difusión del conocimiento científico es una de las tareas que emprende a través de la Revista Temas de Biología y Geología del Noa. Por esta razón, la activa participación con contribuciones de docentes e investigadores de diferentes centros académicos del país es importante para lograr una ciencia al alcance de todos.

Temas de Biología y Geología del Noa publicará las siguientes categorías de contribuciones:

ARTÍCULOS: Consistirán en trabajos que expliquen un tema directa o indirectamente relativo a las Ciencias Naturales y los resultados de las investigaciones sobre el mismo; o introduzcan a los lectores sobre la puesta en funcionamiento de equipamientos y tecnologías novedosas y sus potenciales usos y aplicaciones en laboratorios del país y en especial de nuestra región Noa; o revisen aspectos poco conocidos de la historia del conocimiento. Tendrán una extensión máxima de 5000 palabras.

NOTAS: Incluirán informes sobre avances científicos o tecnológicos; o algún aspecto del conocimiento o sus aplicaciones con impacto social, o bien la presentación de cambios o innovaciones que puedan ser de interés en la enseñanza de determinados temas científicos. Tendrán una extensión máxima de 2500 palabras.

PUNTOS DE VISTA: Comprende los fundamentos de una idea o argumentación a partir de una síntesis del estado actual del conocimiento de un tema en el que pueden existir distintas posiciones conceptuales. Tendrán una extensión máxima de 2500 palabras.

Todos los artículos deben tener un título corto y concreto, los nombres de los autores y su lugar de trabajo, por orden de participación en la contribución y un texto que debe ser claro, con un planteo sobre el tema que se aborda y su importancia, con extensiones máximas como se mencionó anteriormente.

Las contribuciones deben ser redactadas considerando que sus destinatarios no son especialistas y para ello se debe evitar el uso de términos técnicos y cuando esto sea imposible definir con precisión pero de manera sencilla, el significado de los mismos. También se debe evitar el empleo de palabras extranjeras cuando existen equivalentes en castellano, o neologismos y/o expresiones de moda. En caso del uso de fórmulas matemáticas, químicas, físicas o gráficos estadísticos, proporcionar en lo posible las explicaciones complementarias que sean necesarias. Utilizar el sistema internacional de unidades. Incluir citas bibliográficas que sean relevantes al tema analizado, preferentemente obras que sean accesibles, evitando solo trabajos del autor, informes técnicos o artículos en revistas especializadas y en lo posible, acotarlas a un máximo de diez referencias.

El manuscrito consistirá de un archivo incluyendo el texto, en formato Word o RTF.

Las ilustraciones constituyen un aspecto fundamental en el artículo de divulgación científica. Los gráficos, dibujos, fotografías y láminas deben ser muy claros y elocuentes para complementar y resaltar los contenidos desarrollados. Utilizar en lo posible, ilustraciones originales, indicando siempre la autoría de la misma. No se recomienda incluir en los trabajos imágenes descargadas de Internet, pero cuando ello fuera inevitable asegúrese que su reproducción está permitida y que tenga una buena resolución. El autor de un artículo deberá solicitar la autorización correspondiente en caso de incluir ilustraciones que sean reproducciones

Guía para autores y Proceso editorial

de imágenes libros y/o revistas. Las ilustraciones deberán ser preparadas en formato digital, en forma de archivos .jpg, con una definición mínima de 300dpi (puntos por pulgada) para un tamaño de 20 x 30cm. Las ilustraciones deben llevar su correspondiente explicación como leyenda y se incluirán en un archivo separado del texto en formato Word o RTF. Se recomienda a los autores que organicen sus manuscritos teniendo en cuenta que las figuras no deberán representar más del 70% del artículo.

Los manuscritos pueden enviarse por e-mail a ibigeotemas@gmail.com indicando como asunto: contribuciones. En el cuerpo del mensaje incluir un detalle de los archivos que componen el envío y los datos de contacto del autor. Para archivos de más de 8MB consultar por e-mail a ibigeotemas@gmail.com indicando como asunto: archivopesado.

El Comité Editorial será el responsable de garantizar la calidad de los artículos que integrarán cada volumen de la revista. Para dar curso a un manuscrito deberá determinar su pertinencia y si éste está en una etapa incipiente de elaboración, intermedia o es una obra madura. Esto constituirá un primer paso en la evaluación. Cuando el Comité Editorial apruebe una primera versión, se continuará con la revisión a cargo de expertos en el tema y dentro de lo posible, con experiencia en divulgación científica. De esta manera, se garantizará que tanto los contenidos como la calidad en general puedan ser enriquecidos a través de sus comentarios y sugerencias.

Durante los dos primeros años de vida de la publicación se evitará convocar como revisores a miembros del Ibigeo ya que ellos serán los responsables de generar la mayoría de las contribuciones. El Comité Editorial dispondrá de una nómina de especialistas por disciplinas y temas que hayan aceptado actuar como Comité Científico con el compromiso de hacerlo en tiempos razonables según la extensión de las obras. Los revisores tendrán la posibilidad de arbitrar sin identificarse ante los autores si bien se promoverán las revisiones con identificación. Con respecto al proceso de revisión, el Comité Editorial podrá solicitar una segunda instancia de revisión si las opiniones son muy dispares. En cada revisión, los evaluadores podrán recomendar la aprobación tal como fue enviado el manuscrito, cambios menores, cambios mayores (sujetos a una segunda revisión) o el rechazo. Sobre esta recomendación el Comité Editorial tendrá la decisión final. En cualquiera de los casos, el Comité Editorial debe fundamentar su opinión. Los autores podrán aceptar o rechazar las críticas y sugerencias exponiendo sus razones y los editores deberán asumir o no el hecho de aprobar una obra sin las correcciones sugeridas por los revisores.

Una vez que la obra ha sido aceptada para su publicación, el Comité Editorial iniciará el proceso de diseño y diagramación de los artículos, selección de copetes, frases destacadas, ubicación de cuadros e ilustraciones para lo cual se solicitará la aceptación final del autor.

El Comité Editorial seleccionará sobre la base de las contribuciones aceptadas, aquellas que serán incluidas en cada número, tratando de ofrecer un conjunto armónico de temas en distintas áreas del conocimiento y/o reunir en un solo número una serie de artículos en un tema especial, por lo tanto la publicación de los trabajos no necesariamente seguirá el orden de su aceptación.

Toda la información relacionada con la publicación de **Temas de Biología y Geología del NOA** (Objetivos, Comité Editorial, Normas de autor, Indice de Contenidos) será difundida a través del portal del Ibigeo: www.unsa.edu.ar/ibigeo/ Cada número de **Temas de Biología y Geología del NOA** podrá ser descargado como un archivo de extensión .pdf ya sea con una resolución baja para ver en pantalla o con alta resolución para imprimir o bien los artículos estarán disponibles individualmente.