

# Tras los pasos de Carl E. Burckhardt en los Andes Mendocinos

Beatriz Aguirre-Urreta<sup>1</sup>, José F. Mescua<sup>2</sup>, Verónica V. Vennari<sup>3</sup> y Victor A. Ramos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Estudios Andinos “Don Pablo Groeber” (IDEAN-UBA-CONICET), Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup>Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLIA-CONICET), Mendoza, Argentina

<sup>3</sup>Instituto de Evolución, Ecología Histórica y Ambiente (IDEVEA-UTN-CONICET), San Rafael, Mendoza, Argentina

Fecha de recepción del manuscrito: 24/02/2020

Fecha de aceptación del manuscrito: 29/02/2020

Fecha de publicación: 15/04/2020

**Resumen**— En el marco de las expediciones organizadas por el Museo de la Plata se destacan las observaciones de los Andes mendocinos de Carl Burckhardt, Leo Wehrli y Rudolf Hauthal. Sobre la base de sus precisas descripciones y del archivo fotográfico existente en la biblioteca de la Escuela Politécnica Federal (ETH) de Zúrich, se ha podido reconstruir el recorrido realizado en 1897. Teniendo en cuenta los trabajos publicados, en especial los de Burckhardt, se han reubicados dos clásicas localidades fosilíferas, el Cajón del Burro y los “*Molinos Colgados*”. En la primera se habían extraído amonites, cuyos ejemplares tipo se encuentran perdidos. La segunda corresponde en realidad a Mallines Colgados, ubicada en la margen derecha del río Grande. El nuevo material colectado, así como las observaciones realizadas ponen en valor el trabajo realizado por estos exploradores a fines del siglo XIX.

**Palabras clave**— Primeras expediciones, Tithoniano, localidades tipo, amonites, trabajos pioneros.

**Abstract**— Within the framework of the expeditions organized by the Museo de la Plata, stand out the observations of the Mendoza Andes by Carl Burckhardt, Leo Wehrli and Rudolf Hauthal. Based on their descriptions and the existing photographic archive in the library of the Federal Polytechnic School (ETH) of Zurich, it was possible to reconstruct the route made in 1897. Based on the published works, mainly those of Burckhardt, we were able to relocate two classic fossiliferous localities, the Cajón del Burro and the “*Molinos Colgados*”. In the first were collected type specimens of ammonites, which are presently lost. The second, Mallines Colgados, was located on the right bank of the Rio Grande. The new material collected, as well as the observations made, highlight the work done by these explorers at the end of the 19th century.

**Keywords**— First expeditions, Tithonian, type localities, ammonites, pioneer work.

## INTRODUCCIÓN

Los geólogos suizos Carl E. Burckhardt y Leo Wehrli se incorporan a fines del siglo XIX a la Sección de Exploraciones Nacionales del Museo de La Plata. Prontamente, en el verano de 1897 realizan una larga campaña a los Andes de Mendoza y a la región chilena aledaña. Parten de Buenos Aires el 12 de enero de 1897 y recién llegan a San Rafael el 19 de enero pasando por Mendoza (Fig. 1) para regresar cuatro meses después, el 17 de mayo, luego de haber cruzado cuatro veces la cordillera. Una parte de este viaje de exploración lo hacen junto al colega alemán Rudolf Hauthal, quien desde 1891, estaba encargado de la Sección de Geología y Paleontología del museo.



**Fig. 1:** Burckhardt, Wehrli y Hauthal en un descanso en 1897, viajando en la Mensajería Guerrera de Mendoza a San Rafael (original en vidrio, ETH-Bibliothek, Zurich).

Dirección de contacto:

Beatriz Aguirre-Urreta, Intendente Güiraldes 2160, FCEyN, UBA,  
1428 Buenos Aires, Argentina. Tel: +54 11 45763400 interno 210,  
aguirre@gl.fcen.uba.ar



**Fig. 2:** Hotel en San Rafael donde se alojaron en 1897 (original en vidrio, ETH-Bibliothek, Zurich).



**Fig. 3:** En San Rafael herrando las mulas que se usarán en la expedición (original en vidrio, ETH-Bibliothek, Zurich).



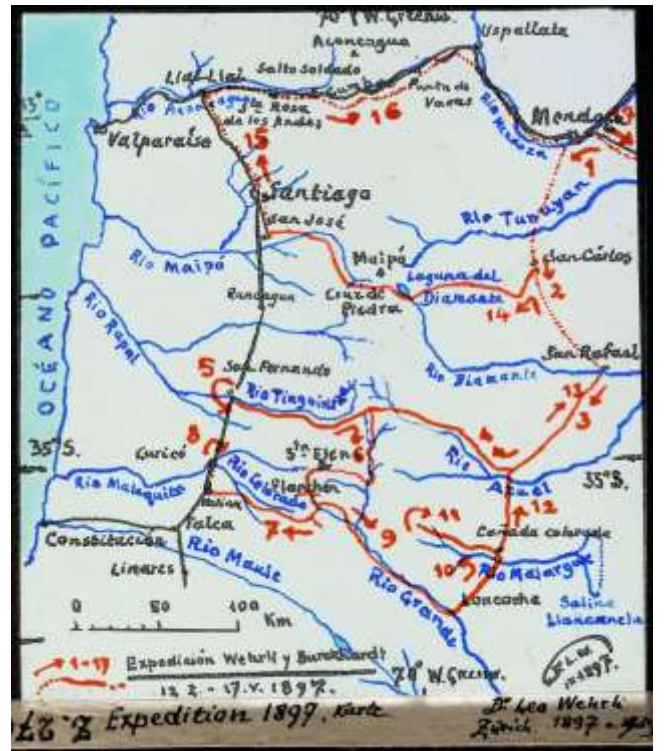
**Fig. 4:** García, Wehrli, Burckhardt y Hauthal en primer plano en Cuadro Nacional, en los alrededores de San Rafael en 1897, durante el aperitivo matinal con cerveza Imperial, preparando los detalles de la expedición a la cordillera mendocina (original en vidrio, ETH-Bibliothek, Zurich).

La organización y los preparativos de esta expedición en San Rafael (véase Figs. 2 a 4) son tales que recién comienzan sus exploraciones en febrero, moviendo una tropa de 80 animales. Cruzan el río Diamante (Fig. 5) y se dirigen al valle del río Atuel. Recién el 6 de febrero establecen el primer campamento en el arroyo La Manga.



**Fig. 5:** Burckhardt y Wehrli a la salida de San Rafael cruzando el río Diamante en 1897 (original en vidrio, ETH-Bibliothek, Zurich).

Luego remontan el valle del río Atuel (Fig. 6), recorren el peligroso arroyo de las Lágrimas y llegan al cajón del Burro, en las nacientes del río Tordillo, donde visitan el glaciar del Burro. Después de cruzar el río Tordillo, parte alta del río Grande, frente a Las Choicas, y luego de una breve visita a las minas de este nombre, pasan por primera vez la divisoria de agua entre el Atlántico y el Pacífico cerca del Paso Damas (Fig. 7) y descenden por el valle del río Tinguiririca.



**Fig. 6:** Itinerario seguido por Burckhardt y Wehrli en 1897 (original en vidrio, ETH-Bibliothek, Zurich).



**Fig. 7:** Bloque de rocas piroclásticas en el paso del río Damas: A la izquierda en 1897 según Burckhardt (1900) y a la derecha foto actual mostrando los remanentes que aún permanecen.

Continúan su travesía, y después de una corta estancia en San Fernando, suben la cordillera nuevamente desde Chile por el mismo camino. De esta forma se reúnen a la tropa principal en el valle del río Tordillo, llegando al Puesto Santa Elena en Valle Hermoso (véase Fig. 8).



**Fig. 8:** Un descanso en el camino en Valle Hermoso carneando un vacuno. (original en vidrio, ETH-Bibliothek, Zurich).

Es así que Moreno les da precisas instrucciones para estudiar las dos vertientes de la cordillera, una de ellas entre Curicó y San Rafael, y posteriormente un segundo perfil más al norte a lo largo del paso de la Cumbre o de Uspallata.



**Fig. 9:** Wehrli y Burckhardt al pie del Volcán El Planchón en las nacientes del río Grande (original en vidrio, ETH-Bibliothek, Zurich).

Es allí donde la expedición se divide en dos: se acuerda que Hauthal comience las exploraciones en el sur, cerca de San Francisco, mientras que Burckhardt y Wehrli se dirigen hacia el norte, eligiendo como punto de partida el Portezuelo de Santa Elena (Fig. 9).

Francisco P. Moreno, como Perito y Jefe de la Comisión Argentina en la cuestión de límites con Chile había organizado las tareas de la comisión a cargo de nueve subcomisiones y los estudios de la subcomisión 3 abarcaban la región desde el paso de Santa Elena hasta el paralelo  $37^{\circ}30'$ , justamente coincidente con el área de estudios de Burckhardt y Wehrli. Es así que cuando Moreno se reúne con los dos exploradores el 9 de marzo en el campamento de dicha subcomisión y como resultado de las consideraciones geológicas que le plantean, se decide cambiar el programa de trabajo para estudiar un perfil transversal completo de la cordillera.

Los resultados de las exploraciones a lo largo de más de cuatro meses en la cordillera mendocina fueron dados a conocer en forma preliminar por Wehrli y Burckhardt (1898) en la *Revista del Museo de La Plata*, mientras que los estudios de detalle de la estratigrafía, paleontología de invertebrados, incluyendo una sección transversal de la cordillera mendocina y el sector chileno adyacente, junto con una precisa descripción tectónica de esta región, fueron posteriormente publicados sólo por Burckhardt (1900) en los *Anales del Museo de La Plata*. Estos estudios fueron complementados además con una extensa monografía en la prestigiosa publicación alemana *Palaeontographica* (Burckhardt, 1903) y en la *Revista del Museo de La Plata* (Burckhardt, 1902), donde hace referencia a un antiguo continente pacífico, basándose en las observaciones geológicas realizadas durante la expedición (Carrasquero, 2016).

De este modo, Burckhardt es considerado el primer paleontólogo de invertebrados del Museo de La Plata (Fig. 10), especialmente por su importante contribución al conocimiento de la fauna de invertebrados fósiles y la estratigrafía del Jurásico y Cretácico de la Argentina (Riccardi, 2011).



**Fig. 10:** Burckhardt y Hauthal trabajando en el Museo de La Plata (original en vidrio, ETH-Bibliothek, Zurich).

### ESTRATIGRAFÍA Y PALEONTOLOGÍA

En los *Anales del Museo de La Plata*, Burckhardt (1900) realiza una serie de observaciones paleontológicas que abarcan desde el Jurásico Temprano hasta el Cretácico Tardío-Daniano y describe detalladamente diez perfiles estratigráficos, así como la serie estratigráfica de la región.

Debido a la falta de bibliografía adecuada y de material de referencia en La Plata, después de haber regresado a Europa, Burckhardt (1903) emprende una edición de sus estudios paleontológicos que lleva a cabo en el Instituto Paleontológico de Múnich, modificando una serie de asignaciones taxonómicas previas. En esto también colaboró su visita a las colecciones argentinas estudiadas previamente por Behrendsen, Steuer y Tornquist alojadas en el Centro de Geociencias de la Universidad de Göttingen.

De todos los invertebrados fósiles estudiados por Burckhardt, nuestro interés en los amonites del Tithoniano y Berriasiano nos llevó a seguir sus pasos y visitar varios sitios descritos por él en la alta cordillera de Mendoza, entre los que se destacan el cajón del Burro y los “Molinos Colgados”. Esto se debe a que parte de los fósiles descritos por Burckhardt de estas localidades no han podido ubicarse en las colecciones del Museo de La Plata (MLP) ni en el *Bayerische Staatsammlung für Paläontologie und Geologie* de Múnich.

En cuanto a la localidad de “Molinos Colgados”, Burckhardt (1900) la ubica sobre el sendero de mula que recorre la margen derecha del río Grande desde la desembocadura del arroyo Valenzuela hasta La Invernada (Fig. 11 y mapa de la Fig. 12). De ella describe amonites y bivalvos de edad tithoniana tardía y del límite Jurásico-Cretácico. El nombre de esta localidad es en realidad Mallines Colgados y en ella están pobremente expuestas pelitas negras de la Formación Vaca Muerta.



**Fig. 11:** Campamento en las cercanías del arroyo Valenzuela próximo a Mallines Colgados (original en vidrio, ETH-Bibliothek, Zurich).

En esta localidad Palacio *et al.* (2016) han registrado amonites desde la Zona de *Virgatosphinctes andesensis* (Tithoniano temprano) hasta la base de *Substeuerocheras koeneni* (Tithoniano tardío). Los fósiles se encuentran depositados en la colección de paleontología del Museo de Ciencias Naturales y Antropológicas “Juan Cornelio Moyano” de Mendoza bajo los números MCNAM-PI 24612–24641. Para esta contribución, se identificaron amonites del Tithoniano tardío, de preservación pobre, pero no se reconocieron en el campo los bloques de calizas gris blanquecinas descritos en esta localidad por Burckhardt (1900, 1903) y que portarían amonites del límite Jurásico-Cretácico.



**Fig. 12:** Croquis esquemático de la región estudiada por Carl Burckhardt publicado en 1900 en los *Anales del Museo de La Plata* con indicación de las secciones transversales realizadas.

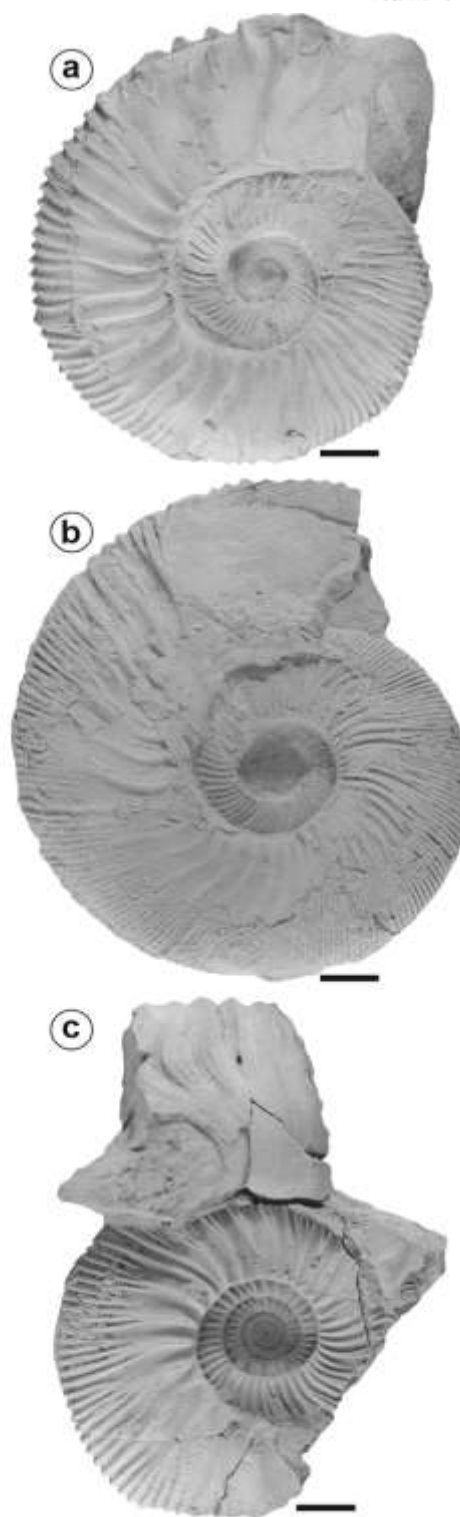
En el Cajón del Burro, ubicado al norte de las nacientes del río Tordillo (Fig. 12) aflora la parte alta de la formación

homónima (informalmente conocido como el Tordillo verde) y la sección inferior de la Formación Vaca Muerta. Ésta comprende en la base calizas grises con laminación algal, seguidas de pelitas negras que contienen abundantes amonites de excelente preservación del Tithoniano temprano (Fig. 13). Sobre la base de la distribución estratigráfica de las especies reconocidas en esta y otras localidades de la cuenca Neuquina, Burckhardt (1900, 1903) define las dos primeras biozonas de amonites del Tithoniano andino: *Virgatosphinctes andesensis* (= *Virgatites scythicus*) y *Pseudolissoceras zitteli* (= *Neumayria zitteli*). Nuevas colecciones de amonites en el arroyo del Burro han permitido su estudio moderno, así como la descripción de nuevos especímenes de *Pseudinvoluticeras douvillei* Spath y *V. andesensis* (Douville), y la propuesta de un neotipo para *Choicensisphinctes choicensis* (Burckhardt, 1903). Éste se propuso, ya que las colecciones originales de esta localidad se perdieron durante los bombardeos de la Segunda Guerra Mundial que afectaron la ciudad de Múnich donde estaban alojadas (Vennari, 2016). Adicionalmente, un molde de un ejemplar de *P. zitteli* proveniente del arroyo del Burro publicado por Burckhardt (1903) fue figurado por Parent (2001) y seleccionado como lectotipo de la especie. De esta misma localidad, se reconocieron restos de un molde endocraneano de un cocodrilo marino asignable a *Dakosaurus* sp. (Y. Herrera *com. pers.*), en asociación con *P. zitteli*.

## ESTRUCTURA

La descripción tectónica regional, sintetizada en dos cortes estructurales, pone el énfasis en el plegamiento, en contraste con la propuesta previa de Bodenbender (1892) que proponía una estructura fuertemente fallada. Los modelos estructurales modernos incorporan ambos elementos, interpretando los pliegues como asociados a fallas (e.g., Kozłowski et al., 1993). En el trabajo de Burckhardt (1900), se destacan las observaciones sobre algunas estructuras como: (i) el sinclinal de Cañada Colorado, desarrollado en capas cretácicas y paleógenas al oeste de la ciudad de Malargüe; (ii) los anticlinales de basamento de Bardas Blancas y Portezuelo del Viento sobre el río Grande; (iii) el anticlinal de Santa Elena desarrollado en capas del Jurásico; (iv) el pliegue en forma de “botella invertida” reconocido en el valle de Las Cargas, cuya detallada descripción permite reconocerlo como un pliegue por despegue (Mescua et al., 2014). También se presentan algunas observaciones sobre la estructura del valle del río Atuel, el paso de Las Damas y el valle del río Tinguiririca en Chile.

Burckhardt (1900) concluye que la estructura de la región se caracteriza por “diez a quince pliegues, generalmente muy simples”, rectos y regulares. Sólo localmente se observan pliegues más complejos, como el pliegue recumbente de vergencia occidental ubicado dentro del anticlinal de Bardas Blancas, interpretado hoy en día como asociado a un retrocorrimiento (Dimieri, 1997) y los pliegues de la zona del valle de Las Cargas, hoy considerados como pliegues por despegue (Mescua et al., 2014).



**Fig. 13:** Amonites de Arroyo del Burro. a. *Virgatosphinctes andesensis* (Douville, 19109) CPBA 20759, b. *Pseudinvoluticeras douvillei* Spath, 1925 CPBA 21187.1, c. *Choicensisphinctes choicensis* (Burckhardt, 1903) CPBA 21159.6 (neotipo).

Basándose en trabajos realizados por Heim (1878) en los Alpes, Burckhardt (1900) realiza un cálculo del acortamiento mediante un balanceo por líneas de los pliegues, obteniendo un valor de 35 km, del mismo orden de magnitud que las estimaciones modernas en la faja plegada y corrida de Malargüe (e.g., Kozłowski et al., 1993; Giambiagi et al., 2009).

A partir de este resultado, Burckhardt (1900) compara la estructura descrita en los Andes con la de los Alpes, concluyendo que hay tres diferencias principales; (1) la simplicidad y regularidad de los pliegues andinos contrastan con los *klippes*, *nappes*, falsos anticlinales y falsos sinclinales de los Alpes; (2) la ausencia de un macizo central metamórfico en los Andes y (3) la participación “casi exclusiva” del Jurásico en los pliegues andinos. Concluye que todas estas características se explican por el menor acortamiento de los Andes, ya que Heim (1878) estimó el acortamiento alpino en 120 km, es decir 3,5 veces más que el obtenido por Burckhardt (1900) para la zona de Malargüe.

Finalmente, Burckhardt (1900) señala las “dimensiones extraordinarias” de los Andes y la presencia de “rocas dioríticas jóvenes y de centros y capas neovolcánicas muy extendidas” como características particulares de la región estudiada.

### CONSIDERACIONES FINALES

Como resultado de esta larga campaña a los Andes de Mendoza y la región chilena aledaña en el verano de 1897, Burckhardt y Wehrli dieron a conocer importantes rasgos de la estratigrafía, la tectónica y la paleontología del Mesozoico andino, desconocidos para aquellos tiempos. De especial relevancia son los estudios de la fauna de invertebrados fósiles y la estratigrafía del Jurásico y Cretácico de esta región andina realizados por Burckhardt, que lo convirtieron en el primer paleontólogo de invertebrados del Museo de La Plata.

Gracias a sus precisas descripciones hemos podido reubicar sus localidades fosilíferas y recolectar nuevos ejemplares, especialmente en el cajón del Burro, cuyo material tipo se encuentra perdido. Otra importante localidad denominada “Molinos Colgados”, se corresponde actualmente a Mallines Colgados, ubicada sobre el antiguo sendero de mulas que recorre la margen derecha del río Grande en las cercanías del arroyo Valenzuela.

Lamentablemente, Burckhardt deja nuestro país poco tiempo después para instalarse, luego de una breve estadía en Europa, en México donde realizó importantes estudios de las faunas fósiles del Mesozoico.

Un resumen de esta campaña andina lo proveen los propios expedicionarios: “*Hemos estado en la ruta 126 días: de éstos 40 fueron días de caminata y viaje, 39 días de preparativos y atrasos oficiales, 20 días de andar y trabajar al mismo tiempo, y 27 días, es decir, apenas una cuarta parte de toda la expedición dedicados íntegramente a los estudios científicos... Muchas veces hemos preferido caminar en las montañas porque solo a pie se pueden hacer observaciones geológicas serias*”.

### AGRADECIMIENTOS

Deseamos dejar constancia de nuestro reconocimiento a la Dra. Silvia Carrasquero quien, a través de sus aportes sobre los geólogos suizos en nuestro país, despertó nuestro interés en esta importante expedición. Este se hace extensivo a la ETH-Bibliothek de Zúrich, que resguarda con su correspondiente catálogo una colección de 15.000

diapositivas de vidrio obtenidas por Leo Wehrli en sus campañas. Esta es la contribución R-324 del Instituto de Estudios Andinos Don Pablo Groeber.

### REFERENCIAS

- [1] Bodenbender G. (1892), "Sobre el terreno jurásico y cretáceo en los Andes argentinos, entre el Río Diamante y el Río Limay", *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias*, 13: 5-42.
- [2] Burckhardt C. (1900), "Profils géologiques transversaux de la cordillère argentino-chilienne. Stratigraphie et Tectonique", *Anales del Museo de La Plata, Sección Mineralogía y Geología*, 1(2): 1-136.
- [3] Burckhardt C. (1902), "Traces Géologiques d'un ancien Continent Pacifique", *Revista del Museo de La Plata*, 10: 179-192.
- [4] Burckhardt C. (1903), "Beiträge zur Kenntniss der Jura- und Kreideformation der Cordillere", *Palaeontographica*, 50: 1-144.
- [5] Carrasquero S. I. (2016), "Naturalistas suizos en el Museo de La Plata (Siglos XIX-XX)", *Revista del Museo de La Plata*, 1(Número Especial): 55-60.
- [6] Dimieri L. (1997), "Tectonic wedge geometry at Bardas Blancas, southern Andes (36°S), Argentina", *Journal of Structural Geology*, 19: 1419-1422.
- [7] Giambiagi L. B., Ghiglione M., Cristallini E. y Bottesi G. (2009), "Características estructurales del sector sur de la faja plegada y corrida de Malargüe (35°-36°S): distribución del acortamiento e influencia de estructuras previas", *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 65(2): 278-292.
- [8] Heim A. (1878), *Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung im Anschluss an die geologische Monographie der Tödi-Windgällen-Gruppe*, Tomo 2, Basel, B. Schwabe.
- [9] Kozłowski E., Manceda R. y Ramos V. A. (1993), "Estructura", en Ramos, V. A. (ed.), *Geología y Recursos Naturales de Mendoza, 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Relatorio*, pp. 235-256.
- [10] Mescua J. F., Giambiagi L. B., Tassara A., Giménez M. y Ramos V. A. (2014), "Influence of pre-Andean history over Cenozoic foreland deformation: Structural styles in the Malargüe fold-and-thrust belt at 35°S, Andes of Argentina", *Geosphere*, 10(3): 585-609.
- [11] Palacio J. P., Kietzmann D. A., Palma R. M., Vennari V. V. (2016), "Sedimentología, estratigrafía secuencial y cicloestratigrafía de la Formación Vaca Muerta (Tithoniano inferior-Valanginiano inferior) en la sección de Las Tapaderas, sur de Mendoza", en *Resúmenes del 6° Simposio Argentino del Jurásico*, p. 31.
- [12] Parent H. (2001), "The middle Tithonian (Upper Jurassic) ammonoid fauna of the Cañadón de Los Alazanes, southern Neuquén-Mendoza Basin, Argentina", *Boletín del Instituto de Fisiografía y Geografía*, 71: 19-38.
- [13] Riccardi A. C. (2011), "El desarrollo de la paleontología de invertebrados en el Museo de La Plata", *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 68: 380-391.
- [14] Vennari V. V. (2016), "Tithonian ammonoids (Cephalopoda, Ammonoidea) from the Vaca Muerta Formation, Neuquén Basin, West-Central Argentina", *Palaeontographica A* 306: 85-165.
- [15] Wehrli L. y Burckhardt C. (1898), "Rapport préliminaire sur une expédition géologique dans la cordillère argentino-chilienne entre le 33° et 36° latitude sud", *Revista del Museo de La Plata*, 8: 373-388.