

RESERVA DE
VIDA SILVESTRE

SAN
PABLO
DE
VALDÉS
10 AÑOS

14



PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO: RECONSTRUYENDO LA VIDA Y EL PAISAJE DURANTE EL MIOCENO TARDÍO

Paleontological patrimony: reconstructing the life and the landscape during the late Miocene

María Teresa Dozo^{1*}, José Cuitiño¹, Roberto A. Scasso² & Laureano González-Ruiz³

1 - Instituto Patagónico de Geología y Paleontología (IPGP CONICET-CENPAT). Boulevard Brown 2915, Puerto Madryn (U9120ACD), Chubut, Argentina.

2 - Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires (IGEBA-UBA-CONICET). Intendente Güiraldes 2160, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

3 - Laboratorio de Investigaciones en Evolución y Biodiversidad (LIEB), Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, sede Esquel. Centro de Investigaciones Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CIEMEP-CONICET). Roca 780, Esquel (9200), Chubut, Argentina.

* dozo@cenpat-conicet.gob.ar

Palabras clave: fósiles, Geología, paleoambientes, Paleontología, Patagonia.

Key words: fossils, Geology, paleoenvironments, Paleontology, Patagonia.

Resumen. En este capítulo se analizan los paleoambientes de los estratos sedimentarios que afloran sobre el sector costero de la Reserva de Vida Silvestre San Pablo de Valdés (RSPV), en el área de Punta Alt; se estudian la paleobiodiversidad y aspectos paleoecológicos y paleobiogeográficos de los organismos fósiles, con énfasis en ciertos grupos de mamíferos autóctonos de América del Sur del grupo de los xenartros, tales como gliptodontes (Glyptodontidae), pampaterios (Pampatheriidae) y perezosos (Tardigrada o Pilosa). Además, basados en el contenido fósil y las características de los sedimentos, se infiere que el paisaje en la zona de la RSPV (Punta Alt) era el de una planicie costera surcada por ríos que desembocaban en estuarios abiertos hacia el Atlántico durante el Mioceno tardío, hace unos nueve millones de años antes del presente. Al mismo tiempo se incluyen aspectos legales relacionados con el patrimonio paleon-

tológico del Chubut, en particular, la Ley Provincial XI - Nº 11 (antes Ley 3559) sobre "Régimen sobre ruinas y yacimientos arqueológicos, antropológicos y paleontológicos", cuya Autoridad de Aplicación es la Secretaría de Cultura. Por último, se considera que las acciones de conservación del ambiente por parte de la RSPV y el hallazgo de fósiles en la zona de Punta Alt constituyen una excelente oportunidad para la implementación de programas de educación en temas ambientales, que incluyan también la interpretación y la conservación del patrimonio geológico y paleontológico.

Abstract. This chapter analyzes the palaeoenvironments of the sedimentary strata cropping out on the coastal sector of the Reserva de Vida Silvestre San Pablo de Valdés (RSPV) over the Punta Alt area. It also studies the palaeobiodiversity along with palaeoecological and palaeobiogeographic aspects of the fossil organisms, with emphasis on certain groups of xenarthrans, South American autochthonous mammals, such as glyptodonts (Glyptodontidae), pampatheres (Pampatheriidae) and sloths (Pilosa or Tardigrada). In addition, based on the fossil content and the characteristics of the sediments, it is inferred that the landscape in the RSPV zone (Punta Alt) during the late Miocene, about nine million years before the present, was a coastal plain with rivers running into estuaries open to the Atlantic Ocean. Legal aspects related to the paleontological patrimony of Chubut are included, particularly the Provincial Law XI - No. 11 (before Law 3559), whose enforcement authority is the Ministry of Culture. Finally, environmental conservation by the RSPV and fossil abundance in the area of Punta Alt are thought of as an excellent opportunity to implement educational programs regarding environmental issues, which should also include the interpretation and conservation of the geological and paleontological patrimony.

PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

En las rocas, en los acantilados, en los vestigios de organismos hay marcas y huellas del paso del tiempo. Al igual que en un lenguaje, estos signos en los escenarios actuales se pueden decodificar. Los geólogos y paleontólogos buscamos esos significados, y entonces interpretamos los ambientes y la vida de hace millones de años antes del presente. Surgen así antiguos paisajes y nuevas e interesantes historias en el pasado remoto de Península Valdés (PV).

La PV, conjuntamente con sus áreas costeras de influencia tales como los golfos San José y Nuevo, es conocida principalmente por la variedad y exclusividad de su fauna. Sin embargo, representa también una región de interés por su geología y su patrimonio paleontológico. En ese sentido ha sido revalorizada por sus formaciones rocosas que dan el marco de bellos paisajes costeros con destacadas y variadas geoformas, tales como acantilados, plataformas de abrasión (restingas), playas, dunas, y por impactantes hallazgos de restos petrificados (fósiles) de vertebrados, invertebrados marinos, y microfósiles que amplían el conocimiento de la paleobiodiversidad en el área (Dozo et al. 2010; Cuitiño et al. en prensa).

En este capítulo analizaremos los estratos sedimentarios que afloran sobre el sector costero de la Reserva de Vida Silvestre San Pablo de Valdés (RSPV), en el área de Punta Alt, que se formaron 9 millones de años (Ma) atrás, en el Mioceno tardío (Fig. 1 y 2); identificaremos la paleobiodiversidad y mencionaremos aspectos paleoecológicos y paleobiogeográficos de los organismos, poniendo énfasis especial en ciertos grupos de mamíferos autóctonos de América del Sur, del grupo de los xenartros, como son los gliptodontes (*Glyptodontidae*), pampaterios (*Pampatheriidae*) y perezosos (*Tardigrada o Pilosa*). Además, basados en

el contenido fósil y en las características de los sedimentos, interpretaremos el paisaje en la zona de la RSPV (Punta Alt) en esa época. Por último abordaremos aspectos legales relacionados con el patrimonio paleontológico del Chubut y daremos recomendaciones para su protección y conservación, en general y en la RSPV en particular.

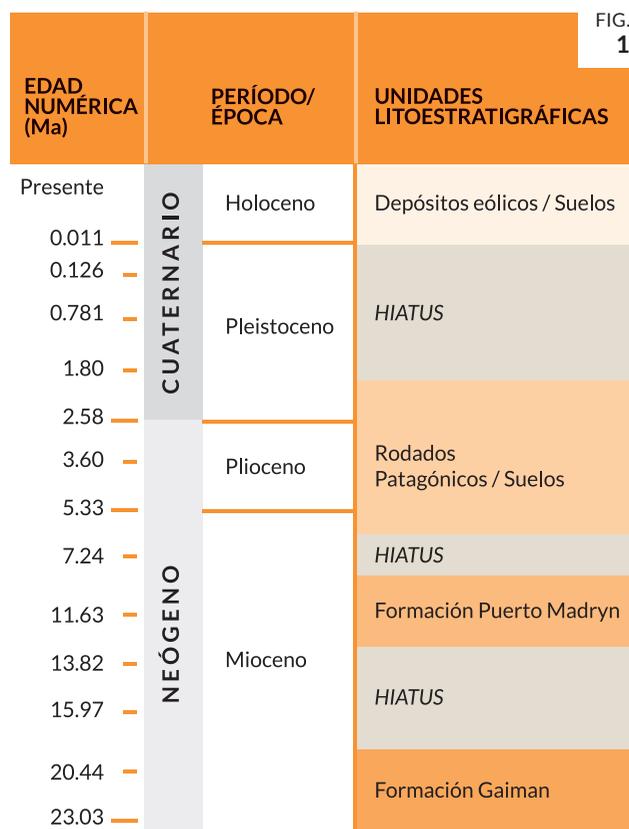


Figura 1. Columna estratigráfica con las unidades litoestratigráficas de la región de la Reserva de Vida Silvestre San Pablo de Valdés (RSPV). Modificado de Bilmes et al. (en prensa).

FIG.
2 aFIG.
2 bFIG.
2 cFIG.
2 d

Figura 2. Vistas de los afloramientos de los depósitos sedimentarios de la Formación Puerto Madryn en Punta Alt. a) Vista del acantilado desde el mar, las capas son horizontales y la sucesión sedimentaria total alcanza unos 100 m de espesor; b) vista del acantilado que expone la parte inferior de la sucesión; c-d) vistas de la parte superior de la sucesión sedimentaria, en donde se han hallado los restos de vertebrados continentales.

ROCAS Y FÓSILES DE PENÍNSULA VALDÉS DURANTE EL MIOCENO TARDÍO

Marco geológico

La historia geológica de la Patagonia extraandina está marcada por una serie de invasiones del mar atlántico sobre el terreno continental que desplazaron las líneas costeras tierra adentro, llamadas transgresiones marinas, que se sucedieron desde fines del Cretácico y durante todo el Cenozoico (Legarreta & Uliana 1994). Durante el Mioceno, se registran dos importantes transgresiones, la Transgresión Patagónica durante el Mioceno temprano y la Transgresión Entrerriense-Paranaense durante el Mioceno tardío. Los sedimentos que dejaron estas transgresiones pueden observarse en los acantilados y en las plataformas rocosas de erosión contiguas de la PV.

Depósitos correspondientes a la Transgresión Patagónica se reconocen desde Tierra del Fuego hasta Río Negro en la Patagonia (Malumián & Náñez 2011). Los niveles del "Patagónica", en el noreste del Chubut se reconocen en las rocas de la Formación (Fm) Gaiman (Haller & Mendía 1980), cuyos afloramientos en PV están restringidos a los pequeños acantilados del Istmo Carlos Ameghino.

La denominada "Transgresión Entrerriense-Paranaense" cubrió gran parte del territorio argentino, principalmente el noroeste del país y el área costera del norte de la Patagonia (del Río et al. 2001) y se extendió por el sur de la Argentina hasta el área de PV (Scasso & del Río 1987; Malumián & Náñez 2011). Por sobre los depósitos marinos "Entrerrienses" se reconocen capas algo más jóvenes y con fósiles diferentes en relación a las anteriores, las cuales han sido denominadas como estratos "Rionegrenses",

dado que alcanzan su máximo desarrollo en la provincia de Río Negro (Frenguelli 1926; Feruglio 1949). Los depósitos sedimentarios "Entrerrienses" y "Rionegrenses" aflorantes en los acantilados que caracterizan el área de Puerto Madryn y la PV, fueron nominados por Haller (1979) como Fm Puerto Madryn. Estos sedimentos se caracterizan fundamentalmente por la notable y bien conservada asociación de invertebrados marinos fósiles (del Río et al. 2001). También se caracterizan por magníficas exposiciones de depósitos marinos formados muy cerca de las costas o en estuarios que, en combinación con los fósiles, permiten reconstruir con gran detalle paleoambientes y paleocomunidades marinas y de estuario (Scasso & del Río 1987; Scasso et al. 2012; Cuitiño et al. en prensa).

Los sedimentos "Rionegrenses", de los cuales se han extraído los vertebrados continentales de Punta Alt, se componen por areniscas grises y bancos de invertebrados fósiles. Se ubican en la parte más alta (más joven) de la columna estratigráfica de la Fm Puerto Madryn en el lugar. Según Scasso & del Río (1987) y Scasso et al. (2012) estas capas se depositaron en un ambiente costero dominado por mareas y representan la parte final del ciclo de continentalización.

La edad de la Fm Puerto Madryn corresponde al Mioceno tardío, es decir de una antigüedad promedio de alrededor de nueve millones de años antes del presente (9 Ma; Fig. 1). En ese sentido tres concentrados de vidrio volcánico procedentes de un nivel de ceniza volcánica de la parte superior del "Rionegrense" en Bahía Cracker (Chubut), datados por medio de $^{40}\text{K}/^{39}\text{Ar}$, dan un fechado promedio de 9,41 Ma (Zinsmeister et al. 1981) correspondiente al Tortoniense. Durante 2001, Scasso et al. (2001) dan a conocer numerosos fechados obtenidos por medio de análisis de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en conchillas de pectínidos y ostreas, los cuales dan un promedio de 10,1 Ma (Tortoniense medio). La antigüedad correspondiente al Mioceno tardío atribuida a las sedimentitas de la Fm Puerto Madryn por dataciones radiométricas



es además consistente con la antigüedad aportada por el contenido fósil. Los dinoflagelados, los foraminíferos (Marengo 2015), la malacofauna (Martínez & del Río 2002), los estudios palinológicos (Palazzesi & Barreda 2004) y los mamíferos fósiles (Dozo et al. 2010) concuerdan con la Edad Mioceno tardío inferida para dicha formación.

Los fósiles de los acantilados de Península Valdés

Las sedimentitas de la Fm Puerto Madryn aflorantes en el noreste del Chubut, especialmente en el área de PV, contienen abundantes y diversos invertebrados marinos. También son relevantes los hallazgos de microfósiles y sus vertebrados marinos y continentales.

Los invertebrados marinos fósiles están dominados por un conjunto abundante y diverso de moluscos (bivalvos y gastrópodos), seguidos por briozoos, braquiópodos, equinodermos (del Río et al. 2001; del Río 2004) y crustáceos decápodos (Casadío et al. 2005). Una de las características más importantes de la malacofauna "Entrerriense" es el dominio de los taxones con afinidades tropicales que representa la primera inmigración masiva de los componentes del Caribe en la Patagonia, y que comprende faunas de agua muy cálidas durante el Mioceno tardío. La sorprendente y abrupta desaparición de la mayoría de los integrantes de esta fauna de invertebrados al final del Mioceno tardío implicó una de las más importantes extinciones del Cenozoico (del Río 1990). Sin embargo algunas especies sobrevivientes de moluscos se observan actualmente en las costas de PV.

Los hallazgos de restos palinológicos (polen y esporas fósiles) permiten inferir comunidades vegetales que ocupaban probablemente zonas influenciadas por las mareas, con especies tolerantes a la sal (*Ephedra*), así como formas de ambientes dulceacuícolas y salobres (*Azolla*). También se registran comunidades que incluyen árboles (*Prosopis*) y algunos arbustos y hierbas (*Chuquiraga*; Palazzesi et al. 2014).

En cuanto al registro fósil de vertebrados marinos, se destacan peces (cartilaginosos y óseos), aves (pingüinos, patos y cigüeñas) y mamíferos marinos del Mioceno tardío (Cione et al. 2011). Muchos de ellos completos, incluso articulados y con un grado de preservación excelente que hace de los mismos especímenes únicos. Además, este conjunto de vertebrados marinos fósiles de la Fm Puerto Madryn se caracteriza por su aspecto más moderno, es decir con caracteres parecidos a la fauna actual equivalente, que el que presenta el conjunto de la Fm Gaiman (Mioceno temprano), en el valle inferior del río Chubut.

Los peces fósiles de PV incluyen restos de elasmobranchios (tiburones y rayas) en la Fm Puerto Madryn, menos abundantes que los osteíctios (peces óseos) y representados por placas y dientes aislados. Entre otros se destacan

los tiburones *Carcharocles megalodon*, *Isurus xiphodon* y las rayas del género *Myliobatis* (Cione et al. 2011; Cabrera et al. 2012). El registro fósil de osteíctios se caracteriza por presentar esqueletos articulados. Uno de los más destacados se asigna a una nueva especie de abadejo, *Genypterus valdesensis* (Riva Rossi et al. 2000). Corresponde a un cráneo casi completo y articulado y es el primer abadejo fósil registrado en América del Sur.

Las aves marinas son escasas en la Fm Puerto Madryn pero algunas de ellas son relevantes y de extraordinaria preservación. De particular importancia son los restos de una nueva especie de pingüino, *Madrynornis mirandus*, estrechamente relacionada a los pingüinos actuales y conocida a través de un esqueleto completo y articulado (Acosta Hospitaleche et al. 2007a). Otros restos de aves marinas incluyen patos (Anseriformes; Acosta Hospitaleche et al. 2007b) y el primer registro para América del Sur de una cigüeña, *Leptoptilus patagonicus* (Noriega & Cladera 2008).

Los mamíferos fósiles hallados en niveles de la Fm Puerto Madryn de PV corresponden a mamíferos marinos (cetáceos y pinnípedos). Los cetáceos están representados por los Mysticeti (cetáceos con barbas) y Odontoceti (cetáceos con dientes). Los restos de mysticetos pertenecen principalmente a balénidos, mientras los balenopteridos son raros. Los balénidos son conocidos por tres ejemplares representados por cráneos bastante bien preservados de un nuevo taxón (Buono 2013) que se caracteriza por tener un tamaño más pequeño que la actual ballena franca (*Eubalaena australis*). Los odontocetos están representados por delfines de la familia Ziphiidae, correspondiente a una nueva especie *Notoziphius bruneti*, el primer registro para el Atlántico sudoccidental (Buono & Cozzuol 2013). Los pinnípedos están representados por el registro más antiguo de una foca fósil para el hemisferio sur, *Kawas benegasorum*, conocida a partir de un excepcional esqueleto articulado encontrado en niveles de la Fm Puerto Madryn (Cozzuol 2001).

Recientemente en PV, al sudoeste de Punta Delgada fue hallada una nueva asociación faunística de vertebrados en sedimentitas de la Fm Puerto Madryn que conforman los acantilados costeros de los sitios paleontológicos Rincón Chico y La Pastosa (Dozo et al. 2010). La fauna de vertebrados allí exhumada corresponde en su totalidad a vertebrados continentales o relacionados a ambientes dulceacuícolas tales como peces (bagres), aves (águilas moras, patos, fororacos) y mamíferos (carpinchos, armadillos, gliptodontes, perezosos, litopternos) estos últimos los más variados y abundantes. En ambas localidades los vertebrados fósiles se han extraído de estratos sedimentarios que constituyen los niveles superiores de la Fm Puerto Madryn y representan la parte final del ciclo de continentalización. Los vertebrados fósiles, en ambos sitios, fueron hallados en un depósito compuesto por conglomerados residuales formados en el interior de un canal de marea, cuyos bloques se

originaron por la migración lateral del mismo. Los nuevos hallazgos representan el primer registro de vertebrados fósiles continentales para la Fm Puerto Madryn y conforman la primera asociación de vertebrados continentales del Mioceno tardío al sur de la provincia de Río Negro (Dozo et al. 2010).

En la localidad Rincón Chico, a partir del hallazgo de una muestra numerosa de dientes, se describió una nueva especie de roedor (*Cardiatherium patagonicum*) que representa el registro fósil más austral de la Familia Hydrochoeridae. Los roedores de esta familia, llamados carpinchos o capibaras, están representados en la actualidad por un solo género (*Hydrochoerus*) con dos especies y están distribuidos desde Panamá hasta el centro de Argentina, al este de los Andes; son de hábitos semiacuáticos y habitan áreas forestadas a lo largo de ríos y lagos, con plantas acuáticas o vegetación de pastizales en sus márgenes, destacándose su gran tamaño y sus molares multilaminados. Sus primeros registros provienen de la Fm Arroyo Chasicó, en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, en niveles poco más antiguos que la Fm Puerto Madryn. La muestra de carpinchos fósiles sobre la que está basada esta nueva especie tiene características únicas y excepcionales de preservación. Está integrada por dientes sueltos de individuos de distintas edades, lo que permitió comprender mejor el modo de desarrollo de los molares. Posteriormente en una nueva localidad costera, La Pastosa, 25 km al sudoeste de Punta Delgada y a unos 8 km al este de la localidad Rincón Chico, se hallaron los primeros restos craneanos de la nueva especie *Cardiatherium patagonicum*, correspondientes a dos cráneos muy completos y varios fragmentos craneanos con distinto grado de conservación. También en Rincón Chico se encontraron restos aislados de un grupo característico de América del Sur como son los xenartros. “Xenartros” alude a las extrañas articulaciones suplementarias que se observan en algunas vértebras y que no se encuentran en ningún otro grupo de mamíferos. Entre los xenartros actuales se encuentran algunos de los mamíferos más extraños del mundo: aparte de los osos hormigueros, con su hocico alargado; los armadillos, con su coraza flexible, y los perezosos con su conspicua lentitud; este grupo característico de América del Sur incluye a un gran número de formas extintas aún más insólitas, por su gigantismo y por la presencia de diversos tipos de caparazones, entre otras características. Todavía no se conoce cuál fue su origen ni cómo se relacionan con el resto de los mamíferos. Los materiales hallados son piezas óseas sueltas del caparazón, denominadas osteodermos, en algunos pocos casos articuladas, de gliptodontes y pampaterios. Aunque estos grupos de xenartros se detallan en el siguiente apartado sobre el contenido paleontológico en la localidad Punta Alt dentro de la RSPV, se destaca el hallazgo de un osteoderma aislado en Rincón Chico, correspondiente a un gliptodonte de la tribu Neuryurini, uno de los grupos de gliptodontes menos conocidos y registrados originalmente en niveles equivalentes de la zona de Paraná (provincia de Entre Ríos). Este



hallazgo en PV, junto con otro más antiguo de la provincia de Santa Cruz, constituyen los primeros registros de estos gliptodontes para Patagonia (González-Ruiz et al. 2011a). Otros mamíferos hallados en los niveles de la Fm Puerto Madryn, identificados por algunos elementos postcraneales, corresponden a litopternos macraucheníidos. Estos característicos ungulados, endémicos de América del Sur y sin representantes en la actualidad, habrían sido equivalentes o similares a caballos y/o guanacos.

Los restos de aves de ambiente terrestre encontrados son fragmentarios pero de gran relevancia. Se destaca el hallazgo de restos de patos (*Dendrocygninae*; Acosta Hospitaleche et al. 2007b). Los *Dendrocygninae* son aves acuáticas, de lagunas con espesa vegetación de superficie, y se alimentan preferentemente de frutos de plantas acuáticas. Este ejemplar muestra interesantes similitudes con los actuales patos siriríes del género *Dendrocygna*. Además, se encontró un cráneo de un águila (*Falconiformes*, *Accipitridae*) que constituye el primer cráneo fósil de un águila para América del Sur. Por el tamaño y otros caracteres es muy similar a la actual Águila Mora (*Geraonoetus melanoleucus*; Picasso et al. 2009). Por último, se hallaron una vértebra y una falange ungueal de fororracos (*Phorusrhacidae*), aves sin representantes actuales que han sido vinculados a hábitos depredadores. En este caso se caracterizan por su pequeño tamaño y podrían haber retenido alguna habilidad limitada para el vuelo.

De esta asociación de vertebrados fósiles continentales se describen por primera vez para Patagonia, peces siluriformes loricáridos y pimelódidos, conocidos como bagres que corresponden a formas de agua dulce (Cione et al. 2005). Los materiales fósiles corresponden a fragmentos de espinas y placas. Estos peces están confinados a climas tropicales y subtropicales y la extinción local de *Loricariidae* en la parte sur de América del Sur puede haber estado relacionada a cambios climáticos por la elevación de los Andes patagónicos.



PUNTA ALT (RSPV, GOLFO NUEVO): NUEVA LOCALIDAD FOSILÍFERA CON MAMÍFEROS CONTINENTALES

Los fósiles en contexto: paleoambientes sedimentarios de los niveles fosilíferos

Los acantilados de Punta Alt dejan ver una serie de estratos horizontales (Fig. 2) formados por sedimentos de distinta naturaleza y con variado contenido fósil. Su análisis detallado nos permite inferir las condiciones paleoambientales en las cuales estos sedimentos fueron depositados y cómo estas condiciones se modificaron en el tiempo remoto. Los sedimentos más abundantes corresponden a areniscas, fangolitas, capas de ceniza y acumulaciones de invertebrados marinos que en su conjunto son la consecuencia de la inundación marina que abarcó el área de PV. Este mar somero de plataforma experimentó marcados cambios en su nivel, que se reflejaron en sucesivas inundaciones (transgresiones) y retiradas (regresiones) del mar para culminar con depósitos de estuario y continentales. En particular, los sedimentos aflorantes en la zona de Punta Alt indican un ambiente marino costero transicional a ambiente continental. Esto se evidencia por la presencia de depósitos de areniscas y acumulaciones de invertebrados marinos producidos por el oleaje y las corrientes de mareas, como así también depósitos fangosos depositados en zonas intermareales de baja energía, o incluso continentales. Estos últimos se encuentran truncados por areniscas, conglomerados y ceniza volcánica, depositados por corrientes de marea encauzadas en canales de marea que surcaban las planicies. Algunos canales de mareas muestran evidencias de fuerte influencia fluvial, y es en ellos donde los vertebrados continentales fueron extraídos (Fig. 3).

Los vertebrados fósiles habrían sido rápidamente enterrados luego de un corto transporte en el lecho del canal,



Figura 3. Trabajo de campo en Punta Alt en la base de un antiguo canal de marea, relleno de ceniza volcánica, donde aparecen fósiles de vertebrados continentales. a) Excavación en el lugar del hallazgo. En la extracción se utilizan pegamentos para la consolidación del fósil y diversas herramientas tales como piquetas, puntas, pinceles; b-d) confección de un “bochón” de yeso para proteger al ejemplar fósil y facilitar su traslado al laboratorio.

ya que no muestran mucho desgaste ni meteorización. Por lo tanto podría considerarse al conjunto como representativo de una fauna local. Los restos de los organismos se habrían acumulado inicialmente junto con los sedimentos de ambientes de baja energía, como pantanos marginales al canal en los cuales vivían. Posteriormente la repetida migración lateral de los canales produjo erosión de estos depósitos y los huesos fueron exhumados e incorporados a los canales, para finalmente ser concentrados en los depósitos residuales luego de un corto transporte (Scasso et al. 2012, 2014, 2015). La combinación de fosilización en un ambiente de baja energía y la concentración luego de un corto transporte en canales meandriformes hacen de los depósitos de la transición fluvial-mareal depósitos de “primera clase” para la prospección de vertebrados fósiles.

FIG.
4a



FIG.
4b



FIG.
4c





Figura 4. Acumulaciones de invertebrados marinos fósiles en Punta Alt. a) Banco espeso con alta densidad de invertebrados marinos, dominado por bivalvos, acumulado por olas y corrientes de mareas; b) banco de grandes ostras, algunas de ellas articuladas. La erosión del sedimento que las contiene hizo sobresalir las ostras más resistentes; c) detalle de la zona umbonal de una ostra gigante, en donde puede apreciarse una gran cantidad de bandas de crecimiento; d) nivel con concentración de bivalvos pectínidos articulados y con muy buena preservación del detalle de sus valvas; e) nivel de concentración de ostras, muchas de ellas articuladas, con ejemplares de los equinodermos “dólares de arena” (flechas).



FIG. 4 d



FIG. 4 e

Registro paleontológico: paleobiodiversidad, aspectos paleoecológicos y paleobiogeográficos

El hallazgo de fósiles en la zona costera de la RSPV (localidad Punta Alt) es relevante y de gran potencial. Se destacan en los acantilados varios niveles endurecidos que resaltan en el relieve que consisten en acumulaciones de invertebrados marinos que muestran una gran abundancia y variedad (Fig. 4a). Entre los más destacados que hemos reconocido están las ostras, que muestran gran diversidad de formas y modos de yacencia, además de tamaños gigantescos en algunos especímenes, que podrían haber

alcanzado los 2 kg de peso (Fig. 4b y c). Se destacan por otro lado los bivalvos pectínidos, que en algunos niveles muestran una preservación excepcional (Fig. 4d). Inspeccionando cuidadosamente las acumulaciones de invertebrados, hemos podido reconocer otros fósiles marinos entre los que se encuentran varias especies de bivalvos y gastrópodos; crustáceos decápodos y cirripedios; briozoos, equinodermos (especialmente dólares de arena), braquiópodos y corales (Fig. 4e).

En los niveles superiores de la Fm Puerto Madryn (Mioceno tardío), en Punta Alt, pudimos recuperar una serie de



Figura 5. Fósiles de vertebrados continentales en Punta Alt. a) Fragmentos de caparazón y tubo caudal de gliptodontes *Palaehoplophorini*; b) detalle de dos fragmentos correspondientes a placas (osteodermos) articuladas del tubo caudal; c) hueso largo de la pata (fémur) encontrado en los mismos niveles y que por su morfología se asigna a un gliptodonte; d) el mismo fémur ya preparado y acondicionado en el laboratorio.

placas óseas (osteodermos), sueltas y articuladas y huesos de las extremidades pertenecientes a xenartros, del grupo de los gliptodontes (Glyptodontidae), pampaterios (Pampatheriidae) y perezosos (Tardigrada o Pilosa; Fig. 5).

La familia de los gliptodóntidos o Glyptodontidae fue fundada por Gray en 1869. El primer hallazgo de un gliptodonte fue realizado en 1760 por el jesuita inglés Thomas Falkner a orillas del río Carcarañá, en la provincia de Santa Fe. El nombre de estos animales deriva del griego *glyptos*, esculpido, y *odontos*, diente, ya que sus dientes parecen esculpidos por conspicuos surcos (Pasquali & Tonni 2005). Los gliptodontes, con formas que podrían haber alcanzado los 4 m de largo y 2000 kg de peso, tenían un caparazón muy fuerte y rígido, formado por la unión de un gran número de osteodermos, tetra, penta o hexagonales. Los osteodermos generalmente presentan en su cara externa una ornamentación en relieve, aunque pueden ser lisas y con algunas cavidades. Esta ornamentación, que varía mucho de un género a otro y hasta en especies distintas de un mismo género, constituye una guía para la clasificación del grupo. La cabeza y la cola de los gliptodontes también estaban protegidas por un caparazón óseo. Los osteodermos del escudo cefálico eran rugosos o lisos, de tamaños variables y se extendían hasta la región nasal. En ocasiones estos osteodermos también protegían parte de las extremidades, el vientre y las mejillas del animal (Soibelzon et al. 2006). En muchos gliptodontes la cola terminaba en un tubo formado por osteodermos soldados fuertemente entre sí, y el extremo podía tener forma de maza, que probablemente usarían para su defensa.

A partir de los estudios realizados inferimos que los osteodermos hallados en Punta Alt pertenecerían a gliptodontes de la tribu Palaehoplophorini, uno de los grupos de gliptodontes más diverso del Mioceno tardío. Estos fósiles ocurren en el Mioceno tardío pero fueron hallados fuera de Patagonia, a excepción de las especies más antiguas del Mioceno medio, procedentes del sudoeste del Chubut. Los nuevos registros de Palaehoplophorini en los niveles superiores de la Fm Puerto Madryn, aflorantes en Punta Alt, constituyen el tercer registro de la tribu para Patagonia. Al respecto presentan caracteres en común con aquéllos descritos en osteodermos encontrados en la provincia de Entre Ríos en niveles de la Fm Ituzaingo (Mioceno tardío), asignados a ese grupo de xenartros (González Ruiz et al. 2011b) (Fig. 5a y b). Además pertenecería a un gliptodonte el fémur procedente también de los niveles superiores de la Fm Puerto Madryn en Punta Alt, el cual representaría uno de los escasos registros postcranianos dentro de los Palaehoplophorini (Fig. 5c y d).

Los nuevos registros de gliptodontes en la RSPV corroboran el lugar de hallazgo realizado hace más de 40 años por el Sr. Anselmo Cadene, un reconocido vecino y entusiasta paleontólogo aficionado de la ciudad de Puerto Madryn,

quien nos entregó para su estudio varios osteodermos de gliptodontes del mismo grupo hallados en dicha localidad.

También destacamos el hallazgo de tres osteodermos pertenecientes a armadillos de la familia extinta Pampatheriidae, de la especie *Scirrotherium carinatum*. Los pampaterios eran armadillos de mediano a gran tamaño, que alcanzaban longitudes de hasta 3 m y un peso cercano a los 200 kg, cuyo caparazón estaba formado por escudos y pocas bandas móviles que conformaban una armadura más móvil que la de los gliptodontes. Corresponderían a los primeros restos para esta localidad y que se suman a los provenientes de la localidad La Pastosa, en cercanías de Punta Delgada (Dozo et al. 2010). Con estos registros patagónicos, esta nueva especie *Scirrotherium carinatum* además amplía su distribución paleobiogeográfica ya que se la registra en niveles del Mioceno tardío de la Fm Solimões del estado de Acre, Brasil (Góis et al. 2013).

Por último el hallazgo de un elemento de la mano (metacarpo) revela la presencia de xenartros Tardigrada (perezosos) en la Fm Puerto Madryn. A diferencia de los perezosos actuales que son arborícolas, en el pasado se desarrollaron formas terrestres y de gran tamaño como podría inferirse en este caso, que podrían alcanzar un peso de 300 kg. Antecedentes previos de hallazgos de este grupo para la Fm Puerto Madryn es el caso de un perezoso milodonte procedente de la localidad Rincón Chico (Dozo et al. 2010).

Finalmente, los nuevos registros en la localidad Punta Alt (RSPV) confirman la presencia de vertebrados continentales fósiles en la Fm Puerto Madryn aflorante en PV y una antigüedad del Mioceno tardío para los niveles portadores.

Paisaje de la zona de la RSPV durante el Mioceno tardío

El conjunto faunístico extinguido y las características geológicas de los niveles donde fueron encontrados los fósiles en la RSPV nos permiten conocer la paleobiodiversidad y el paleoambiente en la PV hace aproximadamente 9 Ma antes del presente (Fig. 6).

Interpretamos un clima mucho más cálido que hoy en día y un ambiente de estuario caracterizado por la presencia de canales meandriformes, rodeados por planicies intermareales y fluviales pantanosas, lagunas de agua dulce y albardones. Las lagunas presentaban aguas cálidas y tranquilas dada la abundancia de plantas flotantes (por ej., *Azolla*; Dozo et al. 2010) y otras comunidades de marisma que ocupaban suelos permanentemente húmedos (Palazzesi et al. 2014). Las afinidades botánicas de las especies de polen y esporas fósiles identificados en ni-

veles de la Fm Puerto Madryn en una localidad cercana a Punta Alt permitió inferir una flora que puede haber crecido a lo largo de un gradiente de estuario desde la costa atlántica hasta el interior continental de la Patagonia. El registro fósil revela que la flora era más diversa durante el Mioceno tardío que en la actualidad, y que era comparable con la que actualmente se desarrolla sobre la costa de Brasil, aproximadamente 2000 km al noreste (Palazzesi et al. 2014).

El escenario descrito es coherente también con los ambientes que se infieren para otros vertebrados continentales hallados en otras localidades fosilíferas equivalentes (Rincón Chico y La Pastosa; Dozo et al. 2010). Los peces fósiles indican temperaturas cálidas en el continente, por lo cual la variedad de la fauna de peces brasílicos (bagres loricáridos) se habría extendido hacia el sur durante el Cenozoico (Cione et al. 2005, 2011). La presencia en el registro de restos de carpinchos, patos siriríes y peces de agua dulce, en asociación con los depósitos de canales intermareales y fluvio-mareales, son consistentes con la presencia de marismas, pantanos, estanques y canales serpenteantes fluvio-mareales (Scasso et al. 2012). Finalmente los registros de grandes aves (fororacos y águilas) y mamíferos terrestres (gliptodontes, pampaterios, milodontes, y macraucheníidos) indicarían la proximidad de sectores emergidos, en donde se habrían desarrollado zonas arbustivas y bosques abiertos de acuerdo con el registro palinológico.

USANDO EL PASADO PARA ENTENDER EL FUTURO: RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO

¿Cuál es la contribución de los estudios paleontológicos a la sociedad?

Los yacimientos paleontológicos y los fósiles que en ellos se encuentran constituyen testimonios únicos e irreproducibles que documentan la Historia de la Vida y de los Ambientes en la corteza terrestre. Consecuentemente la alteración de su estado natural por parte del hombre puede significar la pérdida definitiva de información fundamental para el avance del conocimiento.

En la Argentina, particularmente en la región patagónica, el patrimonio paleontológico ocupa un lugar de privilegio a nivel mundial, tanto por la amplia secuencia temporal comprendida en sus sedimentos como por la variedad, calidad y cantidad de restos fósiles incluidos en ellos.

Entre sus objetivos esenciales la Paleontología intenta describir la biodiversidad del pasado, es decir todos los microorganismos, plantas y animales que han existido desde el origen de la vida hace 3500 Ma. En este sentido los estudios sistemáticos y filogenéticos aportan la información clave para entender cómo vivieron esos organismos. Además conociendo la edad de las rocas en que se encuentran los fósiles, se puede establecer la secuencia de cambios que acompañan la historia de la vida sobre la Tierra.

La Paleontología, en el ámbito académico, es relevante no sólo por el descubrimiento de nuevos organismos y aporte de nuevos conocimientos sino además por el desarrollo de nuevas ideas científicas que han de ser exploradas. Adicionalmente, el estudio de las formas de vida pasadas es clave para entender los cambios climáticos que ocurrieron y puede dar idea de los cambios futuros en el contexto de un planeta en continuo cambio climático.

Por otro lado y en el contexto cultural de sociedades antiguas, es relevante el conocimiento, el significado, la interpretación y el uso que le daban a los fósiles. En ese sentido los habitantes de los pueblos originarios de la Patagonia (tehuelches y mapuches) utilizan los términos “*chel foro*” o “*kollon foro*” para referirse a los restos fósiles y según sus creencias están vinculados a distintos mitos, supersticiones y leyendas. “Foró” quiere decir hueso, “*chel*” es semejante a gente, persona, y “*kollón*” es el disfrazado en araucano, también asociado al gualicho, término que define al diablo. Un paisano de la zona de Gan Gan (norte del Chubut), descendiente de tehuelches, nos comentaba... “*que él nunca bebió kollón foró molido, pero sintió decir que era bueno para el dolor*” (Dozo 1997).

¿Existe legislación que proteja a los fósiles?

Argentina cuenta con un nutrido cuerpo legal destinado a la protección y conservación de los fósiles. La provincia del Chubut cuenta, en particular, con la Ley Provincial XI – N° 11 (antes Ley 3559) sobre: “Régimen sobre ruinas y yacimientos arqueológicos, antropológicos y paleontológicos”, cuya Autoridad de Aplicación es la Secretaría de Cultura.

En el área patagónica es frecuente encontrar material fósil y de hecho ocurre a menudo, como el caso que aquí nos ocupa. En este sentido y de acuerdo a nuestra experiencia las áreas de interés paleontológico en PV son todas aquellas que presentan afloramientos geológicos e incluyen: acantilados activos, plataformas de abrasión (restingas), bajadas litorales, bajos sin salida (salinas) y otras áreas de pendiente acentuada. Sugerimos, por lo tanto, que en caso de producirse alguna interacción imprevista con restos fósiles, y para evitar daños irreparables, los particulares actúen de acuerdo a lo que establece claramente el artículo 9° de dicha Ley Provincial, que dice:

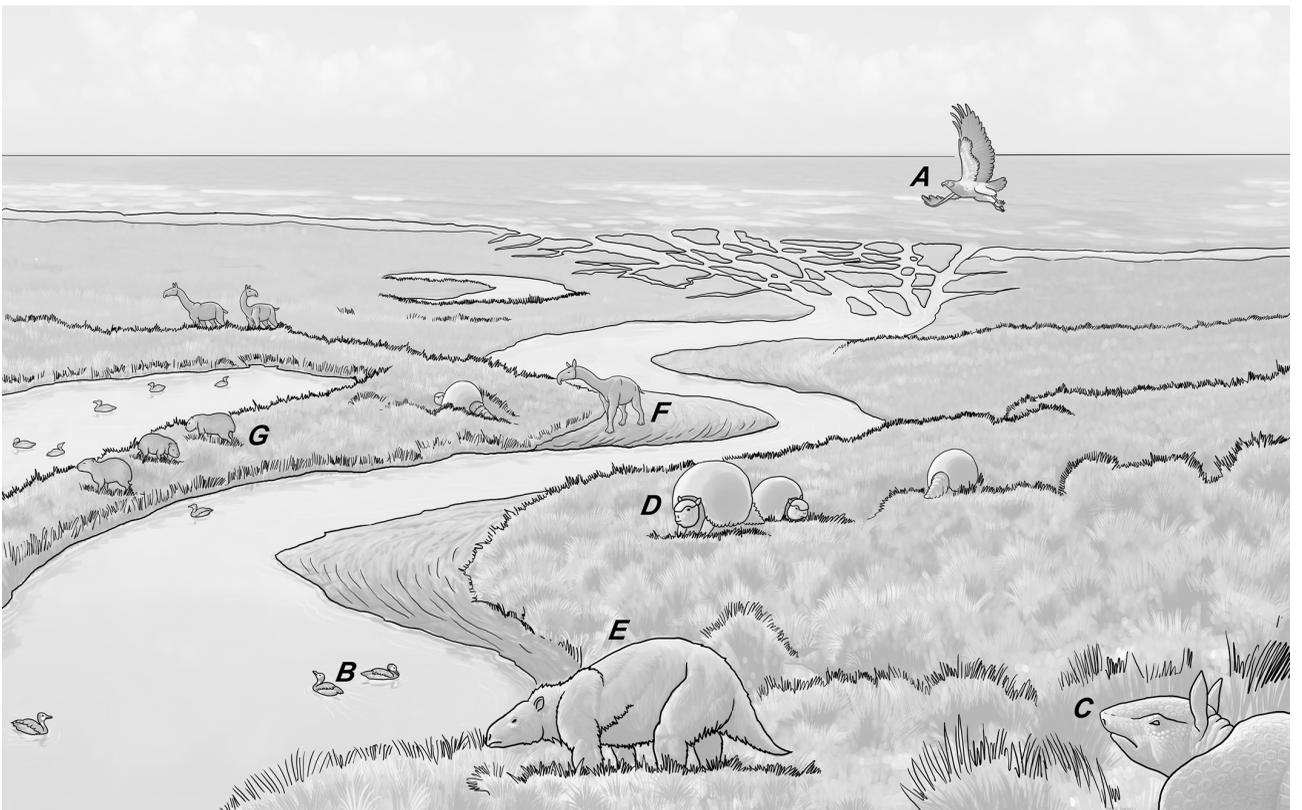
FIG.
6

Figura 6. Paisaje de la zona de la RSPV durante el Mioceno tardío caracterizado por la presencia de canales fluviales meandriiformes flanqueados por albardones, lagunas de agua dulce y planicies aluviales pantanosas. La corriente fluvial estaba modulada por las mareas. Los ríos desembocaban en estuarios rodeados por planicies intermareales. La fauna estaba compuesta por aves (águilas moras-A, patos-B) y mamíferos (pampaterios-C, gliptodontes-D, perezosos milodontes-E, litopternos macrauquénidos-F y carpinchos-G).

“Art. 9º.- Los dueños de los predios en que se encuentren yacimientos arqueológicos, antropológicos y paleontológicos, así como toda otra persona que los ubicara en cualquier circunstancia, deberán denunciarlos ante la Autoridad de Aplicación dentro de los Diez (10) días de producido el hallazgo. Las empresas y particulares que en cumplimiento de trabajos propios u ordenados por organismos oficiales o privados ubicaran vestigios de yacimientos arqueológicos, antropológicos y paleontológicos, deberán cursar la denuncia correspondiente, suspendiendo sus tareas hasta que la Autoridad de Aplicación se expida en un plazo no mayor de diez (10) días; vencido el mismo, los trabajos podrán continuarse sin perjuicio de la responsabilidad que les compete por daños ocasionados en los materiales.”

¿Qué puede hacer Usted si encuentra un fósil?

Un fósil es un material sumamente frágil y delicado. Pese a que ha sobrevivido millones de años, eso se debe a que estaba protegido por el sedimento que lo contenía. Cuando queda expuesto, si pasa mucho tiempo, o se lo trata sin cuidado, inevitablemente se destruirá. Contrariamente a lo que sucede con las plantas y los animales vivos, cuando se destruye un fósil se puede destruir el único ejemplar que se preservó de esa especie, y con él se perdería un eslabón muy importante en el conocimiento de la evolución.

Por ello, si Ud. encuentra un fósil, no trate de extraerlo ni de descubrirlo. Su extracción sin análisis del sitio significa

la pérdida del contexto en el cual el fósil se ha preservado y con ello la imposibilidad de conocer su edad y el paleoambiente donde vivió y fue sepultado, llegando luego al estado fósil. Por ello anote con precisión el lugar, el tipo de sedimentos en que está, y si es posible, haga un esquema o tome una fotografía. Comuníquese luego con alguna institución cercana especializada en el tema, es decir Museos, Centros de Investigación, Universidades, etc. o directamente con la Secretaría de Cultura del Chubut.

CONSIDERACIONES FINALES

El conocimiento del patrimonio paleontológico de la PV y áreas costeras adyacentes, entendido como parte del patrimonio cultural de la provincia del Chubut, tiene potencialidades, no sólo en el ámbito del conocimiento científico, sino también en el ámbito educativo y turístico de la región.

Las acciones de conservación del ambiente por parte de la RSPV y el hallazgo de fósiles en la zona de Punta Alt, constituyen una excelente combinación y oportunidad para la implementación de programas de educación en temas ambientales que incluyan también la interpretación y la conservación del patrimonio geológico y paleontológico.



La prosecución de los trabajos de campo en el área a través de la prospección geo-paleontológica, inspecciones y monitoreos periódicos en los afloramientos costeros de la RSPV, el diseño de geoparques, la formación de una colección paleontológica patagónica, el montado de exhibiciones en museos locales y muestras itinerantes posibilitará una adecuada transferencia de conocimientos al medio académico y no académico. Todo esto contribuirá a su conservación y finalmente a un mayor desarrollo científico, cultural y económico provincial y regional.

Algunas ideas inspiradoras del Dr. Eduardo Tonni, reconocido paleontólogo del Museo de La Plata (1993): *“Para lograr la incorporación del patrimonio paleontológico como patrimonio cultural es fundamental la educación. Para evitar que los objetos naturales o culturales y el paisaje sean sólo elementos exóticos o estéticos debemos darles el contexto necesario para que el individuo (y la sociedad) los relacione y valore. Si el proceso educativo no influye y arraiga en la sociedad, la acción protectora de la legislación será insuficiente.”*

Por último a través de la Paleontología surgen nuevas y valiosas ideas sobre evolución y ecología. Si examinamos las historias evolutivas de especies y comunidades a través de las secuencias de las rocas podemos deducir los procesos evolutivos y ecológicos que han gobernado los patrones de la historia de la vida. Es decir entendiendo cómo los cambios ambientales han afectado a los organismos del pasado y viceversa, podemos llegar a predecir los alcances de los cambios potenciales que se produzcan en el futuro.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos muy especialmente a los editores del presente libro por la invitación cursada para participar en esta publicación. Nuestro agradecimiento también a los investigadores, técnicos, becarios y alumnos que nos ayudaron y colaboraron en los trabajos de campo: R. Taylor, P. Bouza, J.C. Rúa, G. Martínez, L. Cheme Arriaga, R.B. Vera, C. Acosta Hospitaleche, D. Cabrera, G. Simunovich, M. Buono, M. Cárdenas, S. Bessone, D. Lazo, R. Ezquerro. Las investigaciones se realizaron en el contexto de sendos convenios con la Subsecretaría de Turismo y Áreas Protegidas y la Secretaría de Cultura del Gobierno de la provincia del Chubut para trabajos en yacimientos paleontológicos. Los siguientes subsidios nos ayudaron a financiar las investigaciones: CONICET PIP 5694 y 2011-2013 a MTD y PICT-SECYT 07/32344. Agradecemos a D. Podestá por la Fig. 3b y a J. González por su excelente reconstrucción del paisaje. Un agradecimiento muy especial a A. Arias y a los guardaparques R. Lorenzo y E. Bremer por su amabilidad, excelente trato, gran colaboración y por facilitarnos las confortables instalaciones y el ambiente natural de la RSPV para nuestro trabajo científico. Finalmente nuestro agradecimiento a los árbitros, Dres. M. Ciancio y A. Monti, por sus correcciones y valiosos comentarios y sugerencias que permitieron mejorar la comprensión del presente trabajo.



BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA HOSPITALECHE, C; CP TAMBUSI; M DONATO & MA COZZUOL. 2007a. A new Miocene penguin from Patagonia and its phylogenetic relationships. *Acta Palaeontol Polonica* 52:299–314.
- ACOSTA HOSPITALECHE, C; CP TAMBUSI C & MT DOZO. 2007b. *Dendrocygna* Swinson (Anseriformes) en el Mioceno tardío de la Formación Puerto Madryn (Argentina): anatomía de la pelvis. *Actas de las XXIII Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados*:4.
- BILMES, A; L D'ELIA; JI CUITIÑO; JR FRANZESE & D ARIZTEGUI. En prensa. Climatic, tectonic, eustatic and volcanic controls on the stratigraphic record of Península Valdés. En Bouza, P & A Bilmes (eds). *Late Cenozoic of Península de Valdés, Patagonia Argentina: an interdisciplinary approach*. Springer Earth System Sciences.
- BUONO, MR. 2013. *Evolución de los Balaenidae (Mammalia, Cetacea, Mysticeti) del Mioceno de Patagonia: Sistemática, Filogenia y Aspectos Paleobiológicos*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- BUONO, MR & MA COZZUOL. 2013. A new beaked whale (Cetacea, Odontoceti) from the Late Miocene of Patagonia, Argentina. *J Vert Paleontol* 33:986–997.
- CABRERA, DA; AL CIONE & MA COZZUOL. 2012. Tridimensional angel shark jaw elements (Elasmobranchii, Squatinidae) from the Miocene of Southern Argentina. *Ameghiniana* 49:126–131.
- CASADIO, S; RM FELDMANN; A PARRAS & CE SCHWEITZER. 2005. Miocene Fossil Decapoda (Crustacea: Brachyura) from Patagonia, Argentina and their Paleocological setting. *Annls Carnegie Mus* 74:151–188.
- CIONE, AL; MM AZPELIQUETA; JR CASCIOTTA & MT DOZO. 2005. Tropical freshwater teleosts from Miocene beds of Eastern Patagonia, Southern Argentina. *Geobios* 38:29–42.
- CIONE, AL; MA COZZUOL; MT DOZO & C ACOSTA HOSPITALECHE. 2011. Marine vertebrate assemblages in the southwest Atlantic during the Miocene. *Biol J Linnean Soc* 103:423–440.
- COZZUOL, MA. 2001. A 'northern' seal from the Miocene of Argentina: implications for phocid phylogeny and biogeography. *J Paleontol* 21:415–421.
- CUITIÑO, J; MT DOZO; CJ DEL RÍO; MR BUONO; L PALAZZESI ET AL. En prensa. Miocene marine transgressions: Paleoenvironments and paleobiodiversity. En Bouza, P & A Bilmes (eds). *Late Cenozoic of Península de Valdés, Patagonia Argentina: an interdisciplinary approach*. Springer Earth System Sciences.
- DEL RÍO, CJ. 1990. Composición, Origen y Significado Paleoclimático de la Malacofauna "Entrerriense" (Mioceno medio) de la Argentina. *Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Buenos Aires* 42:207–226.
- DEL RÍO, CJ. 2004. Tertiary marine Molluscan Assemblages of Eastern Patagonia (Argentina): a biostratigraphic analysis. *J Paleontol* 78:1097–1112.
- DEL RÍO, CJ; SA MARTINEZ & RA SCASSO. 2001. Nature an origin of spectacular marine Miocene Shell beds of northeastern Patagonia (Argentina): paleoecological and bathymetric significance. *Palaio* 16:3–25.
- DOZO, MT. 1997. El significado de los fósiles para los antiguos habitantes de la Patagonia. *Revista Museo (Fundación Museo de La Plata)* 2:41–43.
- DOZO, MT; P BOUZA; A MONTI; L PALAZZESI; V BARREDA ET AL. 2010. Late Miocene continental biota in Northeastern Patagonia (Península Valdés, Chubut, Argentina). *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 297:100–106.
- FERUGLIO, E. 1949. *Descripción geológica de la Patagonia*. Dirección General Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Tomo II. Buenos Aires.
- FRENGUELLI, J. 1926. El Entrerriense del Golfo Nuevo en el Chubut. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba* 29:191–270.
- GÓIS, F; GJ SCILLATO-YANÉ; AA CARLINI & E GUILHERME. 2013. A new species of *Scirrotherium* Edmund & Theodor, 1997 (Xenarthra, Cingulata, Pamphathiidae) from the late Miocene of South America. *Alcheringa: Australas J Palaeontol* 37:177–188.
- GONZÁLEZ RUIZ, LR; AA ZURITA; J FLEAGLE; G SCILLATO-YANÉ & MT DOZO. 2011a. The southernmost record of a Neuryurini Hoffstetter, 1958 (Mammalia, Xenarthra, Glyptodontidae). *Paläontologische Zeitschrift* 85:155–161.
- GONZÁLEZ RUIZ, LR; MT DOZO; G SCILLATO-YANÉ & AA ZURITA. 2011b. Los Glyptodontidae Palaehoplophorini (Mammalia, Xenarthra, Cingulata) de la Formación Puerto Madryn (Mioceno tardío) en Península Valdés (Chubut, Argentina). *Ameghiniana* 48 Suplemento:R170.
- HALLER, MJ. 1979. Estratigrafía de la región al poniente de Puerto Madryn, provincia del Chubut, República Argentina. *Actas 7º Congreso Geológico Argentino* 1:285–297.
- HALLER, MJ & JE MENDÍA. 1980. Las sedimentitas del ciclo Patagoniano en el litoral atlántico norpatagónico. Coloquio «R. Wichmann», Asociación Geológica Argentina. Pp: 93–606 en: Mendía, JE & A Bayarsky (eds). *Estratigrafía del Terciario en el valle inferior del río Chubut*. Actas 8º Congreso Geológico Argentino, Buenos Aires.
- LEGARRETA, L & M ULIANA. 1994. Asociaciones de fósiles y hiatos en el Supracretácico-Neógeno de Patagonia: una perspectiva estratigráfico-secuencial. *Ameghiniana* 31:257–281.
- MALUMIÁN, N & C NAÑEZ. 2011. The Late Cretaceous-Cenozoic transgressions in Patagonia and the Fuegian Andes: Foraminifera, palaeoecology, and palaeogeography. *Biol J Linn Soc* 103:269–288.
- MARENGO, H. 2015. *Neogene Micropaleontology and Stratigraphy of Argentina. The Chaco-Paranaense Basin and the Península de Valdés*. Springer Briefs in Earth Systems Series, 218 pp.
- MARTÍNEZ, SA & CJ DEL RÍO. 2002. Late Miocene Molluscs from the Southwestern Atlantic Ocean (Argentina and Uruguay): a paleobiogeographic analysis. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 188:167–187.
- NORIEGA, JI & G CLADERA. 2008. First Record of an Extinct Marabou Stork in the Neogene of South America. *Acta Palaeontol Polonica* 53:593–600.
- PALAZZESI, L & V BARREDA. 2004. Primer registro palinológico de la Formación Puerto Madryn, Mioceno de la provincia

- del Chubut, Argentina. *Ameghiniana* 41:355–362.
- PALAZZESI, L; VD BARREDA; JI CUITIÑO; MV GULER; MC TELLERÍA ET AL. 2014. Fossil pollen records indicate that Patagonian desertification was not solely a consequence of Andean uplift. *Nature Communications* 5:3558.
- PASQUALI, RC & EP TONNI. 2005. *Mamíferos fósiles. Cuando en las pampas vivían los gigantes*. Universitas. Editorial Científica Universitaria, Buenos Aires. 88 pp.
- PICASSO, M; CP TAMBUSI & MT DOZO. 2009. Neurocranial and brain anatomy of a Late Miocene eagle (Aves, Accipitridae) from Patagonia. *J Vert Paleontol* 29:831–836.
- RIVA ROSSI, CM; AE GOSZTONYI & MA COZZUOL. 2000. A Miocene cusk-eel (Ophidiiformes: Ophidiidae) from Península Valdés, Argentina. *J Vert Paleontol* 20:645–650.
- SCASSO, RA; JI CUITIÑO; MT DOZO & A VRBA. 2014. Análisis de discontinuidades en el Rionegrense de la Península Valdés. *XIV Reunión Argentina de Sedimentología*. Puerto Madryn, Argentina. Libro de Resúmenes:248–249.
- SCASSO, RA; JI CUITIÑO & MT DOZO. 2015. Incised valleys and channel fills in the Puerto Madryn Formation (Miocene) of Península Valdés, Patagonia, Argentina. *Tidalites 2015. 9th International Conference on Tidal Sedimentology*. Puerto Madryn, Chubut, Argentina. Abstract Book:156–159.
- SCASSO, RA & CJ DEL RÍO. 1987. Ambientes de sedimentación, estratigrafía y proveniencia de la secuencia marina del Terciario superior de la región de Península Valdés, Chubut. *Rev Asoc Geol Arg* 42:291–321.
- SCASSO, RA; MT DOZO; JI CUITIÑO & P BOUZA. 2012. Meandering tidal-fluvial channels and lag concentration of terrestrial vertebrates in the fluvial-tidal transition of an ancient estuary in Patagonia. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 19:27–45.
- SCASSO, RA; JM McARTHUR; CJ DEL RÍO; S MARTÍNEZ & MF THIRLWALL. 2001. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ Late Miocene age of fossil molluscs in the “Entrerriense” of the Valdés Peninsula (Chubut, Argentina). *J South Amer Sci* 14:319–329.
- SOIBELZON, E; AE ZURITA & AA CARLINI. 2006. *Glyptodon munizi* Ameghino (Mammalia, Cingulata, Glyptodontidae): re-descripción y anatomía. *Ameghiniana* 43:377–384.
- TONNI, E. 1993. El patrimonio paleontológico como parte del patrimonio cultural. *Ameghiniana* 30:114.
- ZINSMEISTER, WJ; LG MARSHALL; RE DRAKE & GH CURTIS. 1981. First radioisotope (Potassium-Argon) age of marine Neogene Rionegro beds in northeastern Patagonia, Argentina. *Science* 212:440.