

## ESTRATIGRAFÍA DE LAS BARDAS DE LA CIUDAD DE NEUQUÉN, ARGENTINA

Susana Heredia<sup>1</sup> y Jorge Calvo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CONICET – Museo de Geología y Paleontología, Universidad Nacional del Comahue. Buenos Aires 1400. 8300 Neuquén. sheredia@uncoma.edu.ar

<sup>2</sup> Museo de Geología y Paleontología - Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue. Buenos Aires 1400. 8300 Neuquén. jocalvo@uncoma.edu.ar

**Keywords:** Continental deposits, Neuquén, Upper Cretaceous, Tertiary, Quaternary.

### INTRODUCCION

La Cuenca Neuquina, se halla desarrollada en la región occidental de Argentina y su historia geológica cubre desde el Triásico superior hasta el Cuaternario. El relleno sedimentario de esta cuenca fue subdividido por Groeber (1946) en tres super ciclos. Este último (Cretácico tardío al Paleoceno), está dividido en el Ciclo Neuqueniano del Albiano? al Campaniano bajo y el Malalhueyano del Maastrichtiano- Paleoceno. El Grupo Neuquén comprende depósitos fluviales y eólicos subordinados (Uliana, 1979; Uliana y Dellapé, 1981; Spalletti y Gazzera, 1989, Heredia y Calvo, 1997) resultando que el sector oriental de la cuenca fuera dominada por sedimentación molásica derivada del levantamiento de la Cordillera al oeste (Ramos, 1981; 1985).

El área de estudio (Fig. 1) se ubica en el borde oriental de la Cuenca Neuquina en la Provincia de Neuquén, en los 38° 55' S (latitud) y 68°06' W (longitud).

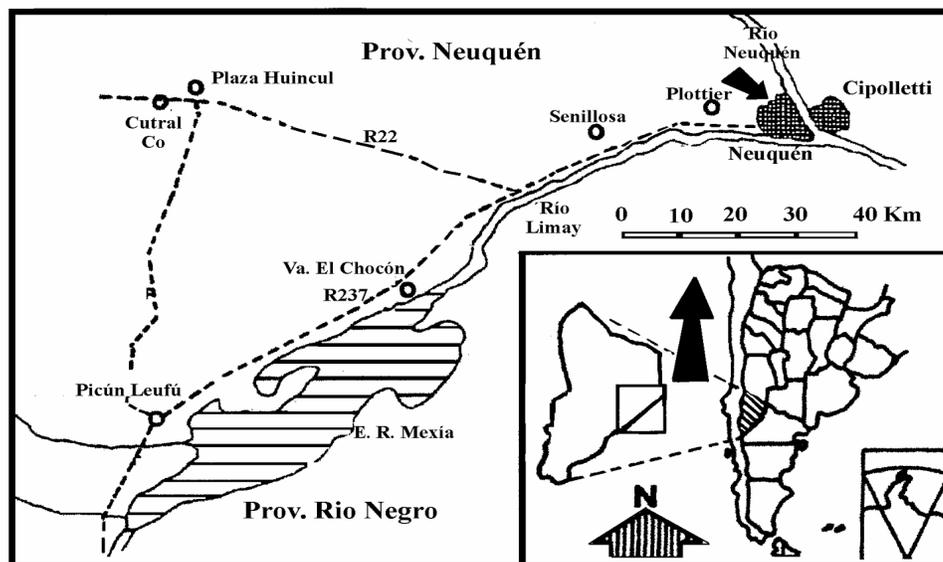


Figura 1: Mapa de ubicación

En este sector (Fig. 2) los depósitos continentales del Cretácico Superior y del Terciario medio? (Paleógeno – Neógeno) están expuestos como una faja continua con una disposición horizontal, en donde las sedimentitas del Subgrupo Río Colorado del Grupo Neuquén comprenden los niveles más bajos expuestos. Sobre estos depósitos apoya una

sucesión de rocas clásticas finas a muy finas tobáceas, con lentes de areniscas y conglomerados poco potentes que constituyen el tramo intermedio de los afloramientos. Por encima de estas rocas aparece un manto de conglomerados de la Formación Bayo Mesa asignados al Cuaternario.

Como antecedente, un breve resumen de la geología del Departamento Confluencia donde se ubica la zona de estudio, aparece en Danderfer y Vera (1992). Sin embargo la estratigrafía de las bardas de la Ciudad de Neuquén no posee mayores antecedentes, salvo lo aportado por Calvo et al. (1997). Por otro lado las referencias sobre la paleontología de la región son numerosas: Roth (1898), Windhausen (1914) hasta Bonaparte (1978; 1991), Chiappe y Calvo (1994) y Calvo et al. (1997). El objetivo de este trabajo es brindar un esquema litoestratigráfico, permitir vincular las secciones que aportan vertebrados fósiles con las contribuciones paleontológicas anteriores y realizar un esquema paleoambiental de este sector de la cuenca.

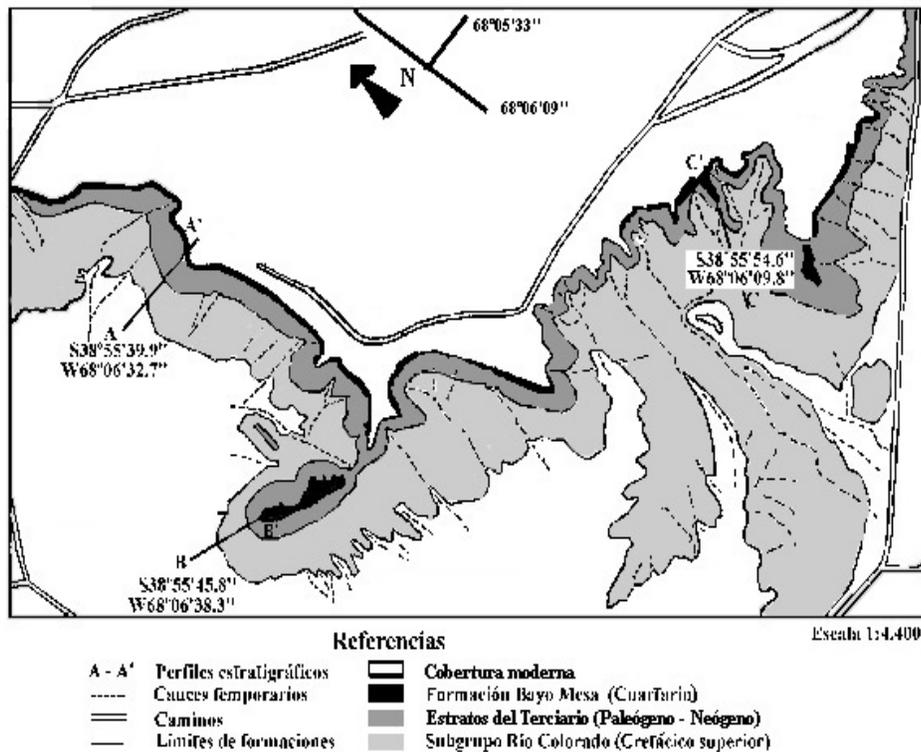


Figura 2: Mapa de distribución de unidades formales.

## ESTRATIGRAFIA

Grupo Neuquén - Subgrupo Río Colorado (Stipanovic et al., 1968)  
Cretácico superior (Coniaciano- Santoniano?)

La parte expuesta del Subgrupo Río Colorado exhibe en el área de estudio un espesor variable desde 8 a 13 m (Fig. 3) y corresponde al tope del Grupo Neuquén. Este subgrupo se compone en esta localidad por dos conjuntos litológicos o formaciones, los cuales constituyen facies definidas que de base a techo son Formación Bajo de la Carpa y Formación Anacleto (Fig. 3)

Formación Bajo de la Carpa (Herrero Ducloux, en Fossa Mancini et al., 1938)

Facies de Dunas

Descripción

Se diferencian dos subfacies: Dunas eólicas e Interduna húmeda. La primera, litológicamente, corresponde a areniscas finas a medianas preferentemente cuarzosas, con abundante matrix limo-arcillosa de color amarillento claro a rosado claro. Superficialmente



se presentan teñidas de colores rojizos por los mantos de arcilitas sobrepuestas. Estas areniscas se hallan dispuestas en estratos (set individual) de 6 a 8 cm de espesor cuya disposición general es la de sets entrecruzados de alto ángulo (hasta 30°) y de hasta 1,5 metros de espesor. Se reconocen con dificultad las superficies de delimitación de segundo orden y de tercer orden (inclinadas) por la escasa diagénesis y el tamaño de grano. El tipo de matrix hace imposible la observación detallada de estructuras finas de este tipo de depósito.

Hacia el tope de estas areniscas aparece desarrollada la otra subfacies de Interduna húmeda. Esta está representada por un banco de 25 cm de espesor conformado por areniscas blanquecinas, laminación paralela horizontal, las areniscas se presentan mejor diagenizadas que las infrayacentes. Atravesando el banco en todos los sentidos (aunque preferentemente en sentido vertical) aparecen tubos rellenos de sedimento (rhizolitos), concreciones y pistas de distintos tamaños y grosores. Estos depósitos aumentan de espesor hacia el norte, pudiéndose seguir a lo largo de toda la barda sobre la margen izquierda del Río Neuquén.

#### Paleontología

Si bien este sector no ha producido fósiles diagnósticos hasta el presente, han aparecido fragmentos de huesos pequeños. Es en este conjunto litológico que en el sector del Campus de la Universidad Nacional del Comahue se exhumaron restos de pequeños especímenes. Los más conspicuos son aves (*Neuquenornis volans* Chiappe y Calvo, y *Patagopteryx deferrariisi* Chiappe), terópodos (*Velocisaurus unicus* Bonaparte y Alvarenga, y *Alvarezsaurus calvoi* Bonaparte), cocodrilos terrestres (*Comahuesuchus brachibuccalis* Bonaparte y *Notosuchus terrestris* Woodward), boas (*Dinilysia patagónica* Woodward) (Bonaparte, 1978; 1991; Chiappe y Calvo, 1994), abundantes huevos de aves (Schweitzer et al., 2001), y nidos de véspidos. Tafonómicamente estos restos suelen aparecer bien preservados y articulados o en el caso de los huevos enteros y sin eclosionar, lo que indica un sepultamiento rápido.

#### Interpretación

En algunos sectores de estos afloramientos se han podido determinar estratos con entrecruzamiento de alto ángulo e inclinaciones de 30°. Los sets están limitados por superficies planas. Relieve superficial característico en forma redondeada. Estas evidencias permiten asignar a estos depósitos un origen eólico (Fryberger, 1990).

El otro conjunto hace sustentable una interpretación que involucra un cuerpo de agua levemente superficial o una freática alta (water table) que permita que estas capas se amalgamen y cementen (Stokes, 1968; Fryberger et al., 1988) y que propicien el desarrollo de una comunidad biológica densa compuesta mayoritariamente por algas e invertebrados que se alimentarían de ellas, con la consiguiente pérdida de las estructuras sedimentarias (Ahlbrandt y Fryberger, 1981).

Estas pocas evidencias son, sin embargo, características de este tipo de ambiente, y que nos permite definir dos eventos: uno de asentamiento de Dunas y sobreimposición de un ambiente de Interduna húmeda.

Formación Anacleto (Herrero Ducloux, en Fossa Mancini et al., 1938)

Facies Aluvio-fluviales

#### Descripción

Se encuentran conformadas por estratos de areniscas grises y pelitas rojas. Inicia con areniscas gruesas a conglomerádicas grisáceas con estratificación cruzada planar, grano y estrato decreciente, granosoportada. Aparece en forma canalizada (superficies de corte y relleno) y por lo tanto tiene una geometría y espesor variable, sin embargo es posible estimar un espesor de 30 a 15 cm.

Hacia arriba aparecen areniscas muy finas que gradan a limolitas rojizas y verdosas, de 5 m de espesor, con laminación planar, tabulares, con escasos nódulos carbonáticos. Sobre los niveles más rojizos se han detectado fragmentos de huevos de dinosaurios saurópodos de diversos tamaños. Sobre estas sedimentitas aparecen areniscas pobremente diagenizadas de color rojizo-amarillento cuyo espesor es bastante variable, entre 5 a 8



metros. No se presentan estructuras sedimentarias pero puede ser debido a la baja diagenización sumado a la cobertura suelta de las exposiciones.

#### Paleontología

Estas areniscas son las portadoras de restos óseos de dinosaurios (titanosaurios) en este sector y a lo largo de las exposiciones de esta formación en la Ciudad de Neuquén.

Es en la presente área de estudio donde se han hallado fragmentos de huevos de dinosaurios, constituyendo el primer registro de huevos del Grupo Neuquén y fueron asignados a la ooespecie *Megaloolithus patagonicus* (Calvo et al., 1997). Estos huevos aparecen en depósitos asignados a llanura de inundación. Se han identificado tres niveles continuos de nidificación, los cuales pueden ser seguidos lateralmente por cientos de metros. Tafonómicamente la disposición, rotura y fragmentación pueden ser debidas a eclosión y pisoteo de los huevos en el nido.

Muy probablemente el yacimiento de huevos de dinosaurios de Auca Mahuevo (Auca Mahuida, Neuquén) (Chiappe et al., 2001) podría contener la misma ooespecie definida por vez primera en las Bardas de la Ciudad de Neuquén y de esta manera constituir un valioso elemento de correlación estratigráfica.

#### Interpretación

El súbito cambio de medio eólico a fluvial sugiere una etapa de inundación donde se verifica el cambio de las condiciones imperantes, en otros afloramientos el cambio es transicional. En líneas generales las estructuras sedimentarias, geometría y disposición de los depósitos sugieren un medio fluvial cuyos depósitos tabulares indicarían una estrecha relación con depósitos de tipo aluvional, los cuales podrían estar controlados por las avenidas estacionales. Los niveles de fangolitas rojizas representan eventos de decantación asociados a llanura de inundación y que son luego colonizados por vegetación transformándose en suelos (pedogénesis).

Estratos Terciarios (Denominación Informal) (Paleógeno-Neógeno) (Oligoceno-Mioceno?)

Distribución: Aparecen expuestos en los tramos superiores de las bardas septentrionales de la Ciudad de Neuquén. Localidad tipo: 38°55'39.9" Lat. S y 68°06'32.7" Long. W. Composición general: volcánico-clástica predominante, con 17 m de espesor promedio. Contactos: suprayace en discordancia (paraconcordancia) a la Formación Anacleto de edad cretácica superior (posiblemente Santoniano superior) e infrayace a la Formación Bayo Mesa (Cuaternario) en discordancia.

#### Facies Lacustre

#### Descripción:

Mayormente compuesta por pelitas tobáceas grises con estratificación laminada, paralela, en algunos sectores es notable la estratificación convoluta. Exhibe espesores variables entre 13 a 20 metros. En diferentes partes de los afloramientos se observan areniscas negras dispuestas en superficies de corte y relleno con una base conglomerádica, estando los clastos bien redondeados y cuya litología es preferentemente pumácea a cuarzosa; hacia arriba culminan con pelitas grises con grietas de desecación (polygonal shrinkage cracks), marcas de gotas de lluvia y rhizolitos. Depósitos similares pueden ser seguidos hacia el norte como delgados horizontes grises sobrepuestos a la Formación Anacleto hasta la zona de Añelo.

#### Paleontología

En algunos sectores estas areniscas canalizadas aparecen sustentando colonias de bivalvos dulceacuícolas de tamaño moderado.

#### Interpretación

El tamaño uniforme de los clásticos, color y estructuras sedimentarias indican condiciones de depositación calma (Gómez Fernández y Meléndez, 1991; Rogers y Astin, 1991). Por otra parte los clásticos medianos (areniscas) y gruesos (conglomerados) que aparecen canalizados se interpretan como depósitos de descarga fluvial que ingresan a esta masa de agua aportando material detrítico. El aporte de esta corriente sería de tipo estacional y se encuentra asociado a los únicos restos fósiles de invertebrados hallados en esta sucesión. Suponemos que este aporte representaría para los organismos que vivían en

este lago aporte de nutrientes y oxígeno y de allí la asociación de pelecípodos con este depósito con geometría de corte y relleno. Como ejemplo de la ciclicidad de este tipo de depósitos se detectan varios niveles con fenómenos de somerización y exposición evidenciados por las grietas de contracción y fenómenos de pedogénesis (Rogers y Astin, 1991).

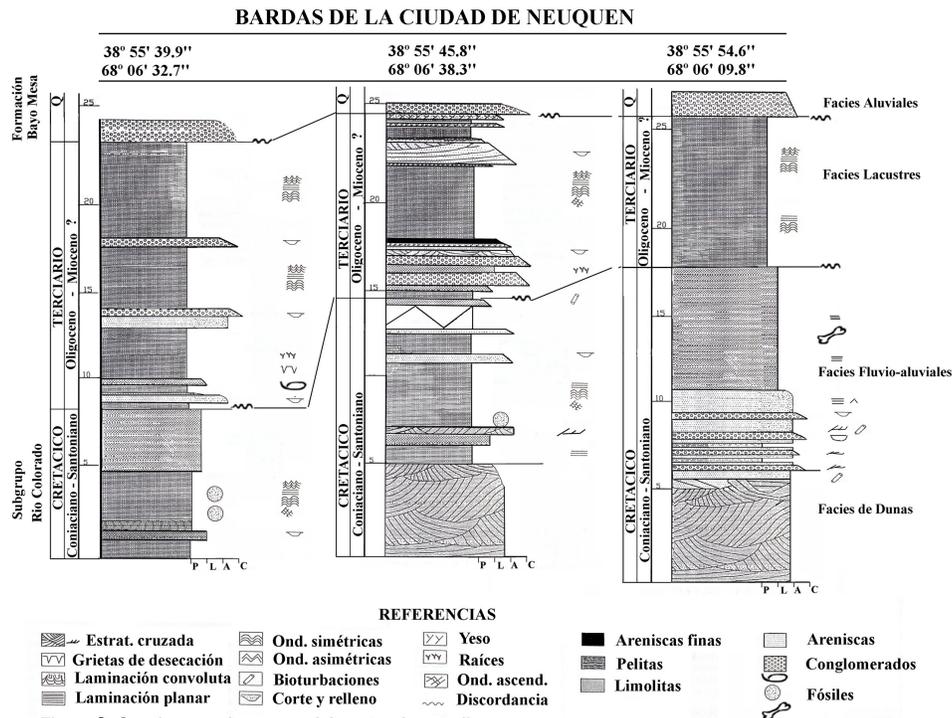


Figura 3: Secciones columnares del sector de estudio

Edad: en primera instancia asociamos estos depósitos a un evento volcanoclástico regional y con una relación estratigráfica (contactos) similar, tal como es la Formación Chichinales. Formación Bayo Mesa (de Ferrariis, 1966; emend. Uliana, 1979, en Franchi et al., 1984) Eogeno-Cuaternario (Plioceno-Pleistoceno)

Facies aluviales

Descripción:

Se trata de conglomerados, con clastos de vulcanitas, redondeados a sub redondeados, de buena a moderada selección, con estratificación grosera a ausente, con cuerpos lenticulares de arenisca gruesa. La parte superior de la unidad se encuentra cementada por caliche color pardo claro, pulverulento. Espesor entre 2 a 3 metros. Son comunes fósiles retransportados de la Formación Roca (Paleoceno) como clastos.

Interpretación:

Estos rodados, asimilados a los "Rodados Patagónicos", han sido atribuidos a diversos orígenes. Actualmente se asocian con pedimentación, acción fluvial y remoción en masa (Ardolino y Franchi, 1996).

### CONSIDERACIONES FINALES

El presente esquema litoestratigráfico permite diferenciar cambios en la interpretación de las unidades litológicas que se exponen en las bardas de la ciudad de Neuquén. El primero de ellos está referido a las características de depósito considerados anteriormente como exclusivamente fluviales para la Formación Bajo la Carpa (Chiappe y Calvo, 1994) indicándose para ellos un origen eólico ya que existen evidencias suficientes que indican



para el Cretácico superior un importante evento de aridez que sería el responsable de la formación de dunas en este sector de la cuenca. Los niveles bioturbados suponen la presencia de períodos lluviosos que controlan la capa freática y sostienen el desarrollo de invertebrados tubícolas. Tanto en la localidad tipo de esta formación como en la zona del Puesto Tripailao, de Paso Córdoba (Provincia de Río Negro) la facies de Dunas aparece bien desarrollada y con elementos fósiles similares a los del Campus de la Universidad.

Por otro lado, reconocemos una sucesión volcánoclastica no citada anteriormente en este sector de la cuenca. Estas sedimentitas de origen lacustre se asignan tentativamente al Mioceno – Oligoceno ya que durante este lapso se verificó un importante aporte de material tobáceo de manera regional y las cuales podrían estar asociadas con los depósitos que aparecen en Paso Córdoba (Río Negro) con la Formación Chichinales y con los Estratos de Collón Curá (Neuquén), cuya composición fuertemente tobácea e indicadora de condiciones climáticas templadas húmedas para esta región afianzan esta asignación. Siguiendo el criterio de evento regional se han reconocido estos niveles hacia el norte de la Provincia de Neuquén, en la zona de Añelo y Auca Mahuida. El estudio de los elementos fósiles esclarecerá el tema de la edad de estas rocas y de esta manera, permitirá realizar correlaciones estratigráficas con una base más firme.

## REFERENCIAS

- Ahlbrandt, T. y Fryberger, S. 1981. Eolian deposits in the Nebraska Sand Hills. In: Geologic and paleontologic studies of the Nebraska Sand Hills. USGS Prof. Paper 1120: 1-24.
- Ardolino, A. y Franchi, M., Estratigrafía e Historia Geológica. En: Geología y Recursos Minerales del Departamento Añelo, Provincia del Neuquén. Cartas Geológicas y de Recursos Minerales de la Provincia del Neuquén. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la R. Argentina. Anales nº 25. Buenos Aires.
- Bonaparte, J.F. 1991. Los vertebrados fósiles de la Formación Río Colorado de la ciudad de Neuquén y cercanías, Cretácico superior, Argentina. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Sección Paleontología 4: 15- 123.
- Calvo, J., Engelland, S., Heredia, S. y Salgado, L., 1997. First record of dinosaur eggshells (Sauropoda-Megaloolithidae) from Neuquén, Patagonia, Argentina. GAIA 14:23-32. Lisboa, Portugal.
- Chiappe, L. y Calvo, J., 1994. *Neuquenornis volans*, a new late cretaceous bird (Enantiornithes): avisauridae) from Patagonia, Argentina. Journal of Vertebrate Paleontology 14(2):230-246.
- Chiappe, L., Dingus, L., Jackson, F., Grellet-Tinner, G., Aspinall, R., Clarke, J., Coria, R., Garrido, A. y Loope, D. 2000. Sauropod Eggs and Embryos from the late Cretaceous of Patagonia. In: First International Symposium on Dinosaur Eggs and babies. Extended abstracts: 23-29.
- Danderfer, J. y Vera, P. 1992. Geología. In: Geología y Recursos Minerales del Departamento Confluencia, Provincia del Neuquén, República Argentina. Servicio Geológico Neuquino, Boletín nº 1, 91 pags.
- de Ferrariis, C. 1968. El Cretácico del norte de la Patagonia. 3º *Jornadas Geológicas Argentinas Buenos Aires*, Actas 1: 121- 144.
- Fossa Mancini, E., Feruglio, E. y Yussen de Campana, J. 1938. Una reunión de geólogos de YPF y el problema de la terminología estratigráfica. Boletín de Informaciones Petroleras 15:1-67. Buenos Aires.
- Franchi, M., Nullo, F., Sepúlveda, E. y Uliana, M. 1984. Las sedimentitas terciarias. IX Congreso Geológico Argentino, Relatorio I(9):215-266, Buenos Aires.
- Fryberger, S. 1990. Bounding surfaces in eolian sediments. In: Fryberger S., Krystinik, L. y Schenk, C.: Modern and ancient eolian deposits. Petroleum Exploration and Production. Rocky Mountain Section Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Denver, Colorado.
- Fryberger, S, Schenk, C y Krystinik, L. 1988. Stokes surfaces and the effects of near-surface groundwater-table on aeolian deposition. Sedimentology 35:21- 45. Tulsa.
- Gómez Fernández, J. Y Meléndez, N. 1991. Rhythmically laminated lacustrine carbonates in the Lower Cretaceous of La Serranía de Cuenca Basin (Iberian Ranges, Spain) Special Publication nº13 of the International Association of Sedimentologists. P. Anadón, L. Cabrera y K. Kelts (Editores): 245-256. Blackwell Scientific Publications.
- Groeber, P. 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70º . Hoja Chos Malal. Revista de la Sociedad Geológica Argentina 1: 177-208.



- Heredia, S. y Calvo, J., 1997. Sedimentos eólicos en la Formación Río Colorado (Grupo Neuquén) y su relación con la fauna del Cretácico superior. *Ameghiniana* 34:120.
- Herrero Ducloux, A. 1946. Contribución al conocimiento geológico del Neuquén extrandino. *Boletín de Informaciones Petroleras* 23: 1-39.
- Ramos, V., 1981. Descripción geológica de la Hoja 33C, Los Chihuidos Norte, Provincia del Neuquén. Servicio Nacional de Minería y Geología. *Boletín* 182.
- Ramos, V., 1985. Mesozoico de la Alta Cordillera: Facies y desarrollo estratigráfico, Provincia de Neuquén. Servicio Geológico Nacional, *Boletín* 18: 1-103.
- Rogers, D. Y Astin, T. 1991. Ephemeral lakes, mud pellet dunes and wind-blown sand and silt: reinterpretations of Devonian lacustrine cycles in north Scotland. Special Publication n°13 of the International Association of Sedimentologists. P. Anadón, L. Cabrera y K. Kelts (Editores): 199-221. Blackwell Scientific Publications.
- Roth, S. 1898. Apuntes sobre geología y paleontología de los territorios del Río Negro y Neuquén. *Revista del Museo La Plata* n° 9: 1- 56. La Plata.
- Spalletti, L. y Gazzera, C., 1989. Eventos eólicos en capas rojas cretácicas (Formación Río Limay, Grupo Neuquén). Sector sudeste de la Cuenca Neuquina, Argentina. Contribución de los Simposios sobre Cretácico de América Latina, Buenos Aires, Parte A: Eventos y registro sedimentario: 89-100.
- Stipanovic, P.N., Rodrigo, F., Baulies, O.L. and Martinez, C.G. 1968. Las formaciones presenonianas del denominado Macizo Nordpatagónico y regiones adyacentes. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 23: 367-388.
- Stokes, W. 1968. Multiple parallel-truncation bedding planes – a feature of wind deposited sandstone formations. *Journal of Sedimentary Petrology* 38:510 – 515.
- Schweitzer, M, Jackson, F., Chiappe, L., Calvo, J. y Rubilar D. 2001. Cretaceous avian eggs and embryos from Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology*. Abstracts and Papers 21(3):99A.
- Uliana, M. 1979. Geología de la región comprendida entre los ríos Colorado y Negro, Provincias de Neuquén y Río Negro. Tesis Doctoral Universidad Nacional de La Plata. Inédito.
- Uliana, M. y Dellapé, D., 1981. Estratigrafía y evolución paleoambiental de la sucesión maestrichtiana – eoterciaria del engolfamiento neuquino (Patagonia Septentrional). VIII Congreso geológico Argentino, Actas (3):637-711. San Luis.
- Windhausen, A. 1914. Contribución al conocimiento geológico de los territorios de Río Negro y Neuquén. *Anales del Ministerio de Agricultura. Sec. Geol. Mineral. y Min.* 10(1). Buenos Aires.