



PALINOLOGÍA ESTRATIGRÁFICA DEL PALEOZOICO EN EL NOROESTE ARGENTINO: ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO

María del Milagro VERGEL¹, Lucía ARÁOZ¹, Lucía RIVADENEIRA², Mercedes DI PASQUO³, Sol NOETINGER⁴

¹INSUGEO (CONICET- Universidad Nacional de Tucumán), Miguel Lillo 205 San Miguel de Tucumán, Argentina.

Emails: insugeohm@tucbbs.com.ar; vergelmar@tucbbs.com.ar

²Universidad Nacional de Tucumán, Miguel Lillo 205 San Miguel de Tucumán, Argentina.

Email: lucia_rivadeneira@hotmail.com

³CICYTTP - CONICET, Laboratorio de Palinoestratigrafía y Paleobotánica, Dr. Matteri y España S/N Diamante, Entre Ríos, Argentina. Email: medipa@cicytpp.org.ar

⁴Museo Argentino de Ciencias Naturales - CONICET, Angel Gallardo 470, Ciudad A. de Buenos Aires (C1405DJR), Argentina Email: noetinger@macn.gov.ar

RESUMEN

La palinología constituye una importante herramienta en el campo de la estratigrafía ya que los palinomorfos pueden ser hallados a lo largo de toda la columna estratigráfica y en diversos ambientes sedimentarios, tanto continentales como marinos. En este trabajo se presenta una síntesis del conocimiento palinológico de las secuencias paleozoicas del noroeste argentino. Se incluye el estudio de los diferentes palinomorfos registrados en la región, con cita de las especies más significativas y mención de los aspectos bioestratigráficos, paleogeográficos y paleoambientales más destacados reconocidos en estos estudios.

Palabras clave: palinomorfos, bioestratigrafía, Paleozoico, noroeste argentino.

ABSTRACT

Stratigraphic palynology of the Paleozoic in northwestern Argentina: current state of knowledge. Palynology is a valuable tool in the field of stratigraphy since palynomorphs can be found throughout the stratigraphic column and in different, continental and marine, sedimentary environments. In this chapter, we present a synthesis of the knowledge of the palynological studies of the Paleozoic sequences from northwestern Argentina. It includes the study of the different palynomorphs recorded in the region, specifying the most significant species and mentioning the biostratigraphic, paleogeographic and paleoenvironmental aspects recognized in the studies.

Keywords: palynomorphs, biostratigraphy, Paleozoic, Argentine northwest.

INTRODUCCIÓN

El presente artículo constituye una síntesis actualizada de los estudios palinológicos llevados a cabo en las secuencias paleozoicas de la región noroeste de Argentina (NOA) (Figura 1). Los estudios palinológicos poseen un gran valor desde el punto de vista bioestratigráfico y son de trascendental importancia para establecer correlaciones regionales e incluso intercontinentales a partir de especies clave y para la comprensión de diferentes problemáticas geológicas.

Trabajos previos de síntesis en los que se registra el desarrollo de estas investigaciones en el NOA fueron llevados a cabo por Ottone (1999), di Pasquo y Azcuy (1999), Vergel *et al.* (2002,

2008a) y Tortello *et al.* (2008). En estos se detallan las diversas asociaciones de palinomorfos recuperadas en sus respectivas unidades estratigráficas y localidades geográficas. Para esta nueva síntesis, se actualizarán los datos y se agregarán novedades surgidas en la bioestratigrafía durante los últimos años. Dada la diversidad de unidades litoestratigráficas que representan el lapso de tiempo paleozoico, el desarrollo de este artículo se organiza de forma cronoestratigráfica (Figuras 2 y 3) diferenciando en lo posible, las regiones geográficas. Se tuvieron en cuenta los estudios realizados en las provincias de Jujuy, Salta y parcialmente Santiago del Estero y Catamarca, áreas cuyas secuencias sedimentarias paleozoicas han brindado palinomorfos.

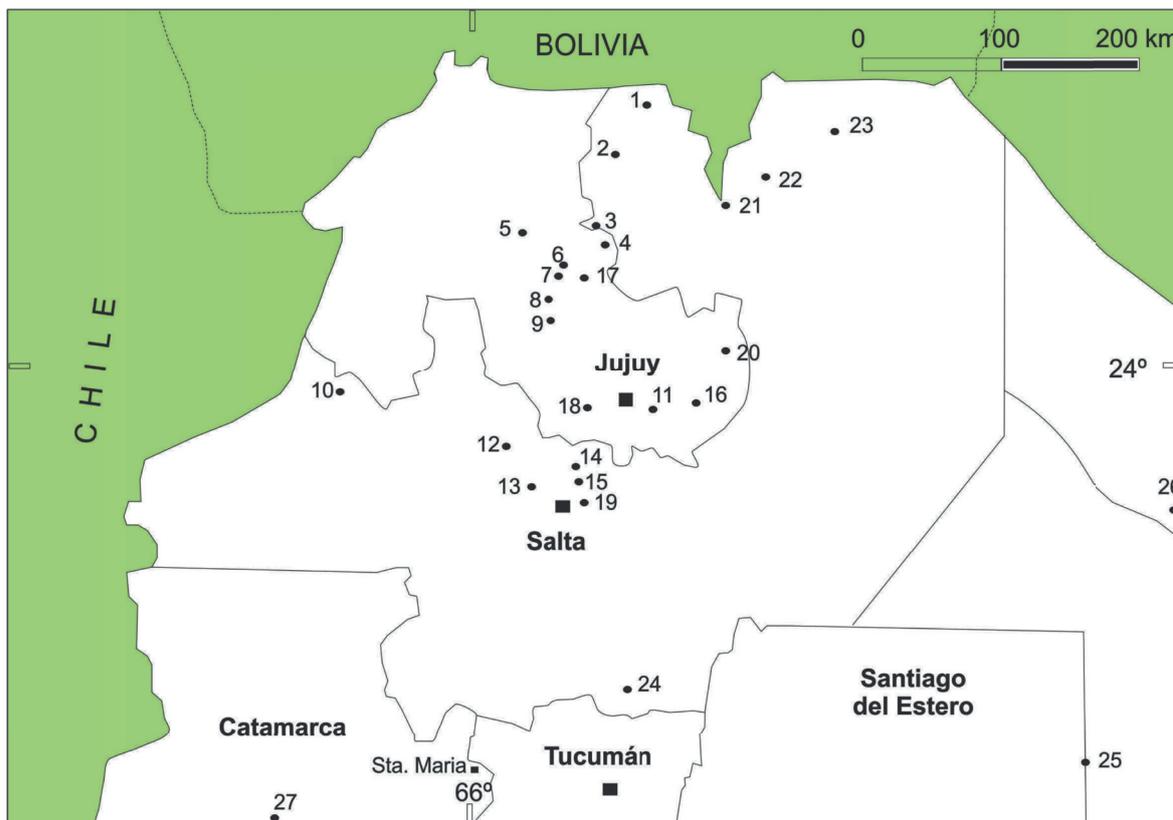


Figura 1. Localidades con registro de palinomorfos mencionadas en el texto. 1- Santa Victoria (secciones La Huerta, Río Acoite, Quebrada Grande, Quebrada de la Curva), 2- Nazareno, 3- Sierra de Zenta (Abra de Zenta, Abra Límite, Abra Negra, Abra Rocío), 4- Sierra de Zenta (Abra Buey Ojo-Doblozno, Laguna Verde, Santa Ana, Caspalá), 5- Sierra de Cajas, 6- Quebrada de Moya, 7- Quebrada Casa Colorada, 8- Los Colorados-Chamarra, 9- Quebrada de Chalala, 10- Salar del Rincón, 11- Sierra de Zapla (río Capillas), 12- Parcha, 13- lutitas San José, 14- La Caldera, 15- Sierra de Mojotoro, 16- Sierra de Santa Bárbara, 17- Humahuaca, 18- Pascha-Incamayo, 19- Cerro San Bernardo, 20- Angosto Los Pereyra y Cumbres Los Pereyra, 21- Río Bermejo, 22- pozo Quebrada de Galarza, 23- pozo Tonono, pozo Laguna del Cielo, pozo San Antonio, 24- Orcomato, 25- pozo Árbol Blanco, 26- pozo Puesto del Tigre, 27- Chaschuil (cantera La Laja y Las Angosturas, Los Jumes).

ANTECEDENTES

Los estudios palinológicos en el NOA se inician a mediados de la década de los años 60 del siglo XX, principalmente a partir de la necesidad de las empresas petroleras de resolver mediante el uso de estos microfósiles, problemas estratigráficos que surgían en la etapa de la prospección de hidrocarburos. Esto significó el inicio de trabajos pioneros inéditos (e.g. Pöthe de Baldis 1967, Archangelsky 1978, Harris y Miller 1978) en secuencias sedimentarias de subsuelo, principalmente en las Sierras Subandinas y Llanura Chaco Pampeana. Posteriormente, los estudios continuaron con la consecuente presentación de publicaciones científicas en las que se dieron a conocer las asociaciones palinológicas identificadas. Esta etapa coincidió con los inicios de la disciplina en nuestro país que en la región dio lugar a la elaboración de artículos como los de Pöthe de Baldis (1971, 1974), Pöthe de Baldis y Salas (1977) y Volkheimer *et al.* (1980), en los cuales se dieron a conocer los

primeros taxa para la región NOA que sirvieron como fósiles guía en la elaboración de los esquemas bioestratigráficos basales (Azcuy y Jelin 1980, Azcuy y Lafite 1981, Volkheimer *et al.* 1983, 1986). A partir de allí, la palinología del Paleozoico de esta región se desarrolló de manera progresiva con estudios cada vez más significativos y con el desarrollo de nuevas tendencias en la disciplina, mayormente de carácter bioestratigráfico y paleoecológico.

PALEOZOICO INFERIOR

Reseña estratigráfica

Las sucesiones Paleozoicas del NOA se encuentran aflorando en las provincias geológicas de Puna (oeste de Jujuy, Salta y Catamarca), Cordillera Oriental (centro de Jujuy y Salta), Sierras Subandinas (este de Jujuy, Salta y norte de Tucumán) y en el Sistema de Famatina (sur-oeste de Catamarca) (Ramos 1999).

El Cámbrico se apoya en forma discordante sobre la Formación Puncoviscana y está representado por depósitos siliciclásticos correspondientes al Grupo Mesón, que afloran desde el límite con Bolivia en la sierra de Santa Victoria hasta el norte de Tucumán en la sierra del Campo. El mayor desarrollo se registra en la Cordillera Oriental aunque también fue identificado en la Puna y Sierras Subandinas. El Grupo Mesón tiene una edad Cámbrico inferior a Cámbrico superior y comprende tres unidades litoestratigráficas, las formaciones Lizoite, Campanario y Chalhualmayoc (Turner 1960, 1964).

El Ordovícico está muy bien desarrollado en el NOA con secuencias de miles de metros de espesor y está representado por diferentes unidades estratigráficas en las distintas provincias geológicas. En la Puna se reconocen dos regiones, la Puna Occidental y Puna Oriental. En la primera, el Ordovícico está representado por la Formación Las Vicuñas, al oeste del salar del Rincón (Moya *et al.* 1993) y es atribuida al Tremadociano inferior por su trilobito fauna. Está cubierta por la Formación Aguada de la Perdiz de edad Dapingiano según su contenido en graptolites (Bahlburg y Breitung 1991). El Grupo Calalaste representa niveles de turbiditas con graptolites que fueron depositados entre el Dapingiano superior y el Darriwiliano y se reconocen tres unidades litoestratigráficas que, de base a techo son las formaciones Coquena, Falda Ciénaga y Lina (Moya 1999). Mientras tanto, en la Puna Oriental, cerca de la sierra de Cobres, se reconocen las formaciones Matancilla, Taique y Potrerillo superpuesta por la Formación Chiquero del Dapingiano según el registro de su graptofauna (Schawab 1973).

El Ordovícico Superior en la Puna está representado en el sector occidental por la Formación Salar del Rincón (Aceñolaza *et al.* 1972b) y su edad fue ampliamente discutida en base a sus invertebrados marinos fósiles (Benedetto y Sánchez 1990).

En la Cordillera Oriental, Turner (1960) definió el Grupo Santa Victoria diferenciando las formaciones Santa Rosita y Acoite (Turner 1964) concordantes entre sí. Sin embargo, los marcados cambios faciales laterales y verticales de estos depósitos y la discontinuidad de sus afloramientos, dieron lugar a una variada nomenclatura formacional de carácter local, que complicaron su identificación como unidad geológica (Moya 1999). Astini (2008) señala que en la Formación Santa Rosita fueron definidos varios miembros que son representativos de las regiones próximas a la Quebrada de Humahuaca, pero cuya definición se pierde hacia el norte y este. Originalmente consi-

derado de origen marino, el Grupo Santa Victoria tiene una historia de sedimentación compleja en ambientes fluviales y estuarinos dominados por mareas a ambientes marinos someros dominados por olas hasta ambientes marinos abiertos (Moya 1999). En todo el grupo se identificó una amplia variedad de fósiles (trilobites, graptolites, braquiópodos, moluscos, conodontes) que le asignan una edad Cámbrico tardío a Tremadociano tardío (Formación Santa Rosita) y Arenigiano inferior a medio (Floiano, Formación Acoite) (Harrington y Leanza 1957, Astini 2003, 2008, Tortello *et al.* 2008).

En algunos sectores de Cordillera Oriental, Aceñolaza (1968) identifica la Formación Sepulturas que suprayace al Grupo Santa Victoria y le asigna una edad darriwiliana por su contenido de trilobites y braquiópodos.

En el ámbito de las Sierras Subandinas se encuentra la sierra de Zapla, donde Monaldi *et al.* (1986) reconocieron el Grupo Tamango con las formaciones: Zanjón, Labrado, Capillas y Centinela, con edades comprendidas entre el Floiano y el Darriwiliano, por encima del cual se reconocen niveles diamictíticos intercalados con niveles ferríferos de la Formación Zapla (Aceñolaza 1992) y que diferentes autores vinculan con un evento glacial (Monteros *et al.* 1993).

En la parte occidental de la sierra de Santa Bárbara (provincia de Jujuy), también en el ámbito de las Sierras Subandinas, se reconoció la Formación Las Moras, base del Grupo Tamango (Aceñolaza y González 1977) con trilobites que asignan una edad cámbrica-ordovícica.

Asociaciones palinológicas

Los trabajos del Paleozoico inferior se refieren al registro de formas marinas (acritarcos, quitinozoos y algas), continentales y/o transicionales (criptosporas) y otras formas relacionadas, identificadas en las provincias geológicas de Puna, Cordillera Oriental y Sierras Subandinas. Tanto el Cámbrico como el Ordovícico se caracterizan por tener un extenso desarrollo de afloramientos en el NOA y estudios geológicos de diferente índole. Sin embargo, el Cámbrico tiene un escaso contenido palinológico, a diferencia del Ordovícico que presenta la mayor cantidad de trabajos ya desde el siglo pasado y que cuenta con una importante cantidad de localidades estudiadas.

El estudio de los palinomorfos tuvo un lento desarrollo en las secuencias eopaleozoicas del NOA desde fines de la década del 70' e inicios de los 80', con trabajos de Volkheimer (1978) y Volkheimer *et al.* (1980) en la sierra de Mojotoro, Bultynck y Mar-

tin (1982) en Lutitas de San José y Areniscas La Caldera, y Manca (1991) en cercanías de Humahuaca. Hubo un progreso importante en el estudio de las microfloras, cuya información fue sintetizada por Ottone (1999), Vergel et al. (2002), Benedetto et al. (2007), Tortello et al. (2008), Rubinstein et al. (2008) y Rubinstein y García Muro (2013). Pese al incremento de estudios, todavía hay regiones poco relevadas como la sierra de la Candelaria o la Puna en general.

En la Cordillera Oriental argentina, la sucesión sedimentaria cambro-ordovícica del Grupo Santa Victoria aflora en gran parte de la cuenca del Noroeste y ha sido estudiada en numerosas ocasiones (Aceñolaza et al. 1999a con referencias). La Formación Santa Rosita es la unidad inferior del grupo con litologías variables que se interdigitan y superponen parcialmente, por lo que se ha definido con diferentes categorías (miembros o formaciones) y distintas denominaciones (Aceñolaza et al. 1999a, Astini 2008). Es así que la denominación Formación Santa Rosita se ha usado para integrar los estratos basales del grupo para los diferentes ámbitos de la Cordillera Oriental pero que tiene numerosas unidades equivalentes (Aceñolaza et al. 1999a, Astini 2008).

En la Quebrada de Humahuaca, la base del Grupo Santa Victoria fue denominada Formación Casa Colorada por López y Nullo (1969) como un equivalente de la Formación Santa Rosita. Las discusiones referidas a su edad están basadas en su rico contenido fosilífero con trilobites, conodontes, braquiópodos, equinodermos, trazas y palinomorfos resumidos parcialmente en Benedetto et al. (2007). Rubinstein et al. (2003) mencionan el primer registro de fitoplancton marino en la quebrada de Moya, en la base del Miembro Casa Colorada (estos autores lo consideran como miembro inferior de la Formación Santa Rosita), asignándole una edad cámbrica tardía. En la misma localidad, Aráoz y Vergel (2004, 2006) y posteriormente Vergel et al. (2007) estudiaron toda la sucesión sedimentaria del Grupo Santa Victoria aflorante y la cronoestratigrafía de la Formación Casa Colorada, usando la denominación original. Con estos datos, Vergel et al. (2007) definieron tres asociaciones palinológicas que sugieren que el sector superior de la Formación Casa Colorada incluye la transición cambro-ordovícica y los niveles más altos de la formación son Tremadociano temprano al igual que la suprayacente Formación Alfarcito.

Del mismo modo, en la quebrada de Casa Colorada, Aráoz y Di Cunzolo (2005) estudiaron los niveles más altos de La Formación Casa Colorada donde registraron dos microfloras con acritarcos

y prasinofitas asociadas a trilobites de la Biozona de *Parabolina* (N.) *argentina* y *Biervoillia tetragonalis-Conophrys minutula*, que asignan estos niveles al Tremadociano temprano cercano al límite cambro-ordovícico y al Tremadociano temprano más alto. Esto los hace parcialmente equivalentes a los niveles más altos de la Formación Casa Colorada en Vergel et al. (2007) en la quebrada de Moya.

En Nazareno, localidad clásica de la sierra de Santa Victoria, Manca et al. (1995) y Rubinstein (1997) identificaron una microflora en la Formación Santa Rosita asignada al Tremadociano. Vergel et al. (2013) identificaron en esta localidad, elementos típicos de la asociación *messauoudensis-trifidum* (*Caldariola glabra* var. *glabra*, *Cymatiogalea deunffi*, *C. messauoudensis* y *Stelliferidium* cf. *trifidum*), asociación diagnóstica del Tremadociano tardío del margen de Gondwana (Servais y Molyneux 1997).

Entre la Cordillera Oriental y las Sierras Subandinas se ubica la sierra de Zenta, una conspicua unidad orográfica del NOA que cubre aproximadamente 15.000 km² en las provincias de Salta y Jujuy y forma parte del denominado Sistema Interandino (Ramos 1999). Pese a contar con afloramientos precámbricos, paleozoicos, terciarios y cuaternarios (Turner 1964, Amengual y Zanettini 1973, Starck 1995, 1999), los primeros trabajos palinológicos llevados a cabo en las secciones del Ordovícico se iniciaron no hace mucho tiempo (Aráoz y Vergel 2001, Aceñolaza et al. 2001, 2003, Aráoz 2002, Aráoz y Aceñolaza 2004). A partir de ellos, un importante avance en años posteriores permitió identificar microfloras en otras unidades paleozoicas cuya revisión actualizada se da a conocer en Aráoz et al. (2016).

Aráoz (2009a) estudió las microfloras ordovícicas a partir de lo cual definió cinco asociaciones basadas en la variación composicional y presencia de formas diagnósticas, de las cuales tres se definieron en el Abra de Zenta y dos en un perfil integrado en el sector central de la sierra donde las secuencias ordovícicas tiene un mayor desarrollo y afloran en varias secciones (Abra Buey Ojo, Doblozno, Abra Llana, Laguna Verde, Santa Ana, Caspalá). A continuación se mencionan las asociaciones del Abra de Zenta que incluyen acritarcos, quitinozoos, criptosporas y prasinofitas. La más antigua de ellas (ASZ1) fue identificada en la Formación Santa Rosita e incluye *Acanthodiacrodium angustum* y *Saharidia fragilis*, y se asignó a lo más tardío del Tremadociano temprano, edad confirmada por trilobites de la Biozona de *Kainella meridionalis*. La asociación suprayacente (ASZ2) se definió en la Formación Acoite, donde se destaca la presencia de *Eisenackidium orientalis* y *Dactylofusa velifera*, de am-

plia distribución en el Floiano de la cuenca Andina Central y *Conochitina* como registro más antiguo de quitinozoos en la sierra, con una edad no más antigua que tremadociana tardía. Los niveles superiores de la Formación Acoite incluyen *Barakella* como indicador de la base del Dapingiano aunque sin descartar un Floiano tardío (ASZ3).

Las otras asociaciones definidas por Aráoz (2009a) fueron definidas en niveles comparables con la Formación Zanjón e incluyen una mayor diversidad de acritarcos, prasinofitas, quitinozoos y criptosporas. La asociación inferior (ASZ4) es parcialmente equivalente a la del sector medio del Abra de Zenta (ASZ2) con una edad floiana temprana, pero con formas diferentes y donde de la Puente y Rubinstein (2013) y Rubinstein et al. (2016) mencionan para las formaciones Santa Rosita y Acoite (Tremadociano tardío y Floiano respectivamente), la presencia de la asociación *messauoudensis-trifidum* con quitinozoos de la asociación *Euconochitina paschaensis* (área de Caspalá, Jujuy). La siguiente asociación (ASZ5) es más joven y se definió en el sector medio a superior del perfil integrado donde se incluyen taxa con amplios rangos de distribución, en base a los cuales se le asignó una edad dapingiana / darriwiliana (Aráoz 2009a y b). Este perfil culmina en Laguna Verde donde se identificaron conodontes de la Zona B. *triangularis* que sugieren una edad dapingiana temprana (Aceñolaza et al. 2015).

En cuanto a los registros palinológicos del Tremadociano inferior en las Sierras Subandinas, son bastante escasos y se encuentran en la localidad de Orcomato, en el sector austral de la sierra de La Candelaria (provincia de Salta). Allí aflora la Formación Orcomato (Cámbrico superior-Ordovícico Inferior) donde Aráoz et al. (2013) identifican una microflora que asignan al Tremadociano inferior, concordante con la edad dada por trilobites (Beresi et al. 2006).

En el Ordovícico, el Tremadociano / Floiano es un lapso de tiempo reconocido por la presencia de la microflora *messauoudensis-trifidum* de amplia distribución en áreas gondwánicas y peri-gondwánicas (Servais y Molyneux 1997). Esta microflora se caracteriza por un cambio en su composición con respecto a las microfloras del Tremadociano y fue subdividida en cinco subasociaciones por Cooper et al. (1995). Si bien hay registros de la asociación de *messauoudensis-trifidum* en el NOA, también se identificaron microfloras coetáneas pero sin las formas típicas, para lo cual varios autores han sugerido como causa, variaciones probablemente debidas a las diferencias en las condiciones paleoambientales, paleogeográficas y/o paleolatitudinales (Vecoli y Le Hérissé 2004). Entre estas asociaciones se men-

ciona a las descritas por Ottone et al. (1992) para la Formación Acoite aflorante en las localidades de Los Colorados y sierra de Cajas (provincia de Jujuy) asignadas al Arenigiano inferior y medio, con claras afinidades con la Provincia peri-Gondwana o Mediterránea. También se mencionan las asociaciones que Ottone et al. (1995) identifican para la misma formación aflorante en la quebrada de Chala (provincia de Jujuy), donde el fitoplancton es de edad arenigiana temprana, sin descartar un Tremadociano, aunque de composición diferente a la de Ottone et al. (1992).

Aunque la asociación *messauoudensis-trifidum* fue registrada en varias localidades de peri-Gondwana, sólo unas pocas tienen dataciones independientes basadas en otros grupos fósiles (Rubinstein et al. 1999, Toro et al. 2015). A partir de los primeros datos de edades dados por palinomorfofos y otros fósiles, Rubinstein et al. (1999) establecen un primer esquema bioestratigráfico integrado con datos de acritarcos y graptolites, para la región de Santa Victoria (secciones La Huerta y Río Acoite) y Parcha, donde reconocieron cinco asociaciones palinológicas desde el Tremadociano superior al Arenigiano medio. Si bien no se registraron los taxa típicos de la *messauoudensis-trifidum*, si hay otros de afinidad gondwánica y perigondwánica vinculados a la asociación y que tienen valor bioestratigráfico por sus FADs (“First Apparition Datum”) verificados por la co-ocurrencia con graptolites diagnósticos. Posteriormente y a partir de nuevos elementos de otras secciones del Arenigiano (Quebrada Grande, Quebrada de la Curva en Santa Victoria), Rubinstein y Toro (2001) redefinen estos esquemas establecidos ajustando los mismos con datos de graptolites.

Waisfeld et al. (2006) hicieron una revisión de la Biozona de trilobites *Ogygiocaris araiorhachis* en las formaciones Saladillo y Parcha en el área de Pascha-Incamayo (quebrada del Toro, provincia de Salta) presentando la distribución estratigráfica de la fauna con datos de la asociación *messauoudensis-trifidum* y biozonas de graptolites de *Araneograptus murrayi* y *Hunegraptus copiosus*. Los autores compararon estos datos, con los que obtuvieron para la Biozona de *Kayseraspis asaphelloides* en el cerro San Bernardo (provincia de Salta) también asociada a la microflora *messauoudensis-trifidum*. Esto sugiere que las biozonas de graptolites *K. asaphelloides* y *O. araiorhachis*, fueron relativamente contemporáneas en el Tremadociano tardío. Rubinstein et al. (2007) marcan el registro latitudinal más bajo de la asociación *messauoudensis-trifidum* en peri-Gondwana, en las localidades del NOA Los Colorados, Pascha-Incamayo, cerro San Bernardo y sierra de Zapla.

En las formaciones Saladillo y Parcha aflorantes en las localidades de Pascha-Incamayo, de la Puente y Rubinstein (2009) y Toro *et al.* (2010, 2015) registraron junto a biozonas de graptolites del Tremadociano tardío, acritarcos de la asociación *messauodensis-trifidum* y los quitinozoos más antiguos del oeste de Gondwana (*Euconochitina paschaensis*).

Los trabajos referidos a quitinozoos del NOA (de la Puente y Rubinstein 2007, de la Puente 2010), dieron lugar a la propuesta de de la Puente y Rubinstein (2013) que integraron en un esquema bioestratigráfico, el registro de los quitinozoos con los rangos estratigráficos de acritarcos, conodontes, graptolites y trilobites. Esto es considerado un avance importante para realizar una propuesta de biozonación basada en fitoplancton marino y fue complementada con datos de otros grupos fósiles, para el Ordovícico del norte de Argentina.

Los estudios para las Sierras Subandinas se reactivaron en años recientes, con el registro de las primeras asociaciones de acritarcos, quitinozoos, prasinofíceas, escolecodontes y criptosporas del Ordovícico (pre-Hirnantiano) procedentes del río Capillas, en la sierra de Zapla, donde Rubinstein (2005) analizó la transición ordovícica-silúrica y los efectos de la glaciación hirnantiana sobre los palinomorfos marinos y continentales (Rubinstein *et al.* 2015). Allí se encuentra la secuencia ordovícica más completa del NOA con datos palinológicos en las formaciones Zanjón, Labrado, Capillas, Centinela y Zapla, con un rango de edades desde Ordovícico Medio a Silúrico (Rubinstein y Toro 2003). De la Puente y Rubinstein (2013) analizan la bioestratigrafía y remarcan la presencia de *Eremochitina brevis* en las formaciones Zanjón y Labrado, lo cual restringe su edad al Arenigiano medio (Dapingiano).

Un aspecto a destacar en la evolución de las microfloras paleozoicas tempranas, son los registros sobre la aparición de las primeras plantas terrestres (embriofitas) representadas por las criptosporas, que son palinomorfos supuestamente producidos por plantas costeras y/o terrestres y consideradas formas ancestrales de las plantas hepáticas (briofitas), o incluso pertenecientes a ancestros transicionales alga-planta (Strother *et al.* 2015). Los registros indiscutidos más antiguos de las embriofitas son de criptosporas procedentes de República Checa y Arabia Saudita (margen oeste de Gondwana) del Darriwiliano tardío / Llanvirniano (Vavrdová 1990, Strother *et al.* 1996, Strother *et al.* 2015) y Omán (Wellman *et al.* 2003). En los niveles superiores de la Formación Zanjón y su transición al Miembro Laja Morada

(Formación Labrado), Rubinstein *et al.* (2010) registran criptosporas (*Tetrahedraletes cf. medinensis*, *Laevolancis chibrikovae*, entre otras) y el quitinozoo *Lagenochitina combazi* (marcador bioestratigráfico del Dapingiano) como el más antiguo para las criptosporas a nivel mundial, sugiriendo que la terrestreización de las plantas podría haberse iniciado en el margen oriental de Gondwana y desde allí se extendió al resto del continente. Sin embargo, Strother *et al.* (2015) cuestionan la asignación de Rubinstein *et al.* (2010) de la forma *Tetrahedraletes cf. medinensis*, el único elemento de la asociación que vincula estos microfósiles con las briofitas. Más allá de ese cuestionamiento, Strother *et al.* (2015) consideran que la asociación que estudian en Arabia Saudita contiene el primer registro de diádas y tétradas de criptosporas con afinidades inequívocas de ser producidas por plantas terrestres del Silúrico y Devónico. En base a ello, Strother *et al.* (2015) consideran que el paso entre carofitas y embriofitas se habría completado en el Darriwiliano.

Los datos palinológicos del límite Ordovícico-Silúrico para la cuenca Andina Central son en general escasos, teniendo en cuenta que el reconocimiento de este a partir de acritarcos es complicado debido a que la glaciación hirnantiana probablemente produjo la extinción de numerosos grupos de organismos (Molyneux *et al.* 1996).

En el área de la Puna, el Ordovícico Superior cuenta con registros de palinomorfos asociados a trilobites y braquiópodos, próximos al límite sistémico del Ashgiliano tardío-Llandoveryano temprano. Estos datos proceden de los niveles superiores de la sección tipo de la Formación Salar del Rincón, donde Rubinstein y Vaccari (2001, 2004) identificaron estas asociaciones dominadas por criptosporas y otros elementos marinos asociados (acritarcos, quitinozoos). Rubinstein y Vaccari (2004) correlacionaron las asociaciones de criptosporas de la Formación Salar del Rincón con la Biozona de Intervalo *Imperfectotriletes* spp. (sub-biozona α) de la Biozona de Asociación *Imperfectotriletes* spp.-*Laevolancis divellomedia* de Steemans *et al.* (2000) del Hirnantiano. Composicionalmente, las asociaciones denotan ambientes marinos litorales con una importante influencia terrestre evidenciada por las criptosporas, que además confirman una distribución cosmopolita de las plantas parentales. A partir de los quitinozoos, de la Puente *et al.* (2015) asignaron a estas asociaciones una edad hirnantiana tardía para los niveles más bajos, y para los más altos una edad rhuddaniana temprana, que sería la edad más tardía para el miembro superior de la Formación Salar del Rincón.

Periodo / Época	Puna		Cordillera Oriental	Sierras Subandinas	Llanura Chacopampeana	Sistema de Famatina (Septentrional)
	Occidental	Oriental				
Devónico	Superior			Superequencia Aguarague Fm. Iquirí (20) Fm. Los Monos (19)	Fm. Jollin (17) Fm. Tonono (17)	
	Medio			Superequencia Las Pallas Fm. Pescado (16) Fm. Piedras (16)	Fm. Michicola (17) Fm. Rincón (18)	
	Inferior	?	Fm. Pescado (16)	Superequencia Cinco Placitos Fm. Porongal (16) Fm. Baritú (15)	Fm. Caburé (18)	
Silúrico	Llando-Prudoniano		Fm. Lipeón (1)	Fm. Lipeón/Fm. Cachipuncó (21)	Fm. Copo (18)	
	Wemiockiano					
Ordovícico	Superior	Fm. Salar del Rincón (6)	Fm. Mecoyita (14) Fm. Caspalá	Fm. Zapla (10)	Fm. Zapla (18)	Fm. Las Planchadas
	Medio	Grupo Collaeste Fm. Lina Fm. Falda Cienaga (4) Fm. Coquena (7)	Fm. Sepultura (8) Fm. Alto del Cóndor	Grupo Tamango (9) Fm. Centinela Fm. Capillas Fm. Labrado Fm. Zanjón Fm. Las Moras Fm. Orcomato (12)	Fm. Las Breñas (18)	Fm. Molle (25) Fm. Suri Fm. Portezuelo de las Minitas (24) Fm. Alumbreira
	Inferior	Grupo Cobres Fm. Chiquero Fm. Potrenillo Fm. Taique (5) Fm. Matancilla	Grupo Mesón Fm. Acoite (7) Fm. Santa Rosita (11) Fm. Saladillo Fm. Rupasca (13) Fm. Alfarcoite Fm. Parcha Fm. Casa Colorada			Fm. Bordo Atravesado (23) Fm. Volcancito (22)
Cámbrico	Funing					
	Serie 3				Fm. Pirané (18)	
	Serie 2					Fm. Negro Peinado (1)
Terenaviano					Fm. Árbol Blanco (18)	Fm. La Aguadita (1)

Figura 2. Estratigrafía del Paleozoico inferior y medio y su ocurrencia en las provincias geológicas del NOA. Se indica con números en el cuadro los autores de las unidades estratigráficas: 1 (Turner 1960), 2 (Turner 1963), 3 (Moya et al. 1993), 4 (Aceñolaza y Toselli 1981), 5 (Schwab 1973), 6 (Aceñolaza et al. 1972b), 7 (Turner 1964), 8 (Aceñolaza 1968), 9 (Monaldi et al. 1986), 10 (Aceñolaza 1992), 11 (López y Nullo 1969), 12 (Ricci y Villanueva 1969), 13 (Keidel 1937), 14 (Starck et al. 1992), 15 (Schlagintweit 1937), 16 (Serraiotto 1977), 17 (Padula et al. 1967), 18 (Russo et al. 1979), 19 (Bottcher et al. 1984), 20 (Padula y Reyes 1958), 21 (Hagermann 1933), 22 (Harrington en Harrington y Leanza 1957), 23 (Esteban 2002), 24 (Lavañado 1972), 25 (Turner 1967).

En cuanto a la Cordillera Oriental, los afloramientos del Ordovícico tardío en la sierra de Zenta se encuentran cerca de la localidad de Caspalá, donde Rubinstein et al. (2015) identificaron una palinoflora con formas marinas dominantes, que incluye miosporas, quitinozoos y acritarcos, en depósitos glaciares de la Formación Caspalá que son truncados por depósitos postglaciales de la Formación Lipeón del Silúrico inferior. Rubinstein et al. (2015) indican que las esporas triletes de la Formación Caspalá (*Ambitisporites avitus*, *Chelinospora* cf. *prisca* y *Leiotriletes* spp.) ocurren con quitinozoos del Katiano temprano a tardío y constituyen el registro más antiguo en Sudamérica para estas formas, representando el advenimiento de las plantas vasculares en la región. La Formación Lipeón proveyó esporas triletes del Telychiano datadas por quitinozoos, constituyendo la evidencia más temprana de plantas vasculares silúricas de Argentina.

La diversidad y abundancia de miosporas decrece en la Formación Lipeón de acuerdo con la desaparición de ecosistemas terrestres debido a la transgresión global después del derretimiento

de los glaciares hirnantianos. Los acritarcos de las formaciones Caspalá y Lipeón soportan la datación dada por los quitinozoos. Estos dos grupos de palinomorfos muestran afinidades con regiones de Gondwana y peri-Gondwana, en tanto que las miosporas confirman un cosmopolitismo para las microfloras del Ordovícico tardío-Silúrico más temprano.

En el río Capillas, localidad de sierra de Zapla, aflora una sucesión ordovícica-silúrica con las formaciones Zanjón, Labrado, Capillas, Centinela, Zapla y Lipeón, donde Rubinstein (2003, 2005, Rubinstein y de la Puente 2008a) identificaron palinomorfos de origen marino (acritarcos, quitinozoos y algas) y continental (criptosporas).

PALEOZOICO MEDIO

Reseña estratigráfica

Los depósitos siluro-devónicos son considerados en la mayoría de las contribuciones como una unidad conjunta, dado que el régimen depo-

sitacional no sufrió grandes cambios entre ambos períodos. Estos depósitos forman parte de una sedimentación de gran magnitud areal que abarca parte del territorio andino boliviano-peruano, parte de la región de Atacama en Chile al oeste y hacia el este continúa en subsuelo en el Chaco salteño y la llanura chacoparanense (subcuenca de Alhuampa). La mayoría de los autores que han estudiado estas secuencias (Starck 1995, Albariño et al. 2002, Dalenz-Farjat et al. 2002, Boso y Monaldi 2008 y referencias en los mismos) las definen como pertenecientes a una cuenca de antepaís desde el límite Hirnantiano-Llando-veriano hasta el Fameniano-Mississippiano.

Turner y Méndez (1975) distinguen como producto de la fase Oclógica en territorio argentino, dos cuencas siluro-devónicas separadas por el Arco Puneño, que funcionaba como un elemento positivo e incluía parte de Puna y Cordillera Oriental. La cuenca occidental abarcaba una pequeña parte de la Puna argentina y chilena, mientras que la cuenca oriental se desarrolló ampliamente, cubriendo parte del territorio de Cordillera Oriental, Sierras Subandinas y Pampasia Septentrional (Vistalli 1989, Aceñolaza et al. 1999b). En ambas cuencas existen evidencias de intrusiones marinas desde el territorio boliviano, en afloramientos al este de la Cordillera Oriental, oeste de Sierras Subandinas y Sistema de Santa Bárbara, y extendidas en el subsuelo del Chaco salteño y cuenca Chacoparanense (Aceñolaza et al. 1999b, Albariño et al. 2002).

Las secuencias siluro-devónicas se encuentran separadas por dos discordancias de carácter regional, de los niveles infra y suprayacentes del Ordovícico y Mississippiano, respectivamente.

El análisis de los datos obtenidos en superficie y subsuelo en estos depósitos entre el ámbito de la Cordillera Oriental y la llanura chaco salteña, permitieron a Starck et al. (1992) y Starck (1995), proponer un esquema estratigráfico secuencial entre el Silúrico y el Jurásico. Las unidades estratigráficas para el ciclo siluro-devónico fueron asignadas a supersecuencias que en sentido ascendente son Cinco Picachos, Las Pavas y Aguara-güe. La supersecuencia Cinco Picachos involucra a las formaciones aflorantes Zapla, Lipeón, Baritú y Porongal, aunque las formaciones Zapla y Lipeón son consideradas hirnantiana y llando-veriana-ludloviana, respectivamente por Monteros et al. (1993) y Rubinstein (2013, 2014). Astini y Marengo (2006) excluyen la Formación Zapla de la supersecuencia, la interpretan como una inundación de todo el sistema, a partir del Silúrico, a causa de la transgresión posglacial que se inicia

con un cortejo transgresivo representado por la Formación Lipeón. Los límites inferior y superior de la suprayacente Supersecuencia Las Pavas son netos, con una abrupta disminución de su granulometría correspondiente a una importante superficie de inundación (Starck et al. 1992). Los afloramientos de esta supersecuencia se hallan en el sector oriental de la Cordillera Oriental y en las Sierras Subandinas occidentales, y se extienden en subsuelo hacia la llanura chaco salteña e incluye las formaciones Piedras y Pescado en las Sierras Subandinas, mientras que en el Chaco salteño sus equivalentes son las lutitas negras de las formaciones Rincón y Michicola, reconocidas por sus perforaciones exploratorias de hidrocarburos (Cruz et al. 2002, Noetinger y di Pasquo 2013). La supersecuencia Aguara-güe se separa de los depósitos neopaleozoicos por la presencia de una discordancia erosiva y aflora en la región occidental de las Sierras Subandinas y en el sector oriental de la Cordillera Oriental, prolongándose en subsuelo hasta el Chaco salteño donde adquiere mayor desarrollo. Está representada por las formaciones Los Monos e Iquiri (di Pasquo 2007a, di Pasquo et al. 2009, 2015) y sus equivalentes hacia la llanura chaco salteña, las formaciones Tonono y Jollin (Noetinger 2010, Noetinger y di Pasquo 2011). Las facies arcillosas de colores oscuros asignadas a la Formación Los Monos tienen potencial como rocas madre de hidrocarburos (Cruz et al. 2002).

Los movimientos de la fase Chánica a finales del Devónico (Turner y Méndez 1975) producen la deformación de los sedimentos precarboníferos, el levantamiento de la Protocordillera Oriental y la subsidencia que origina la cuenca Tarija donde se depositarán los sedimentos del Paleozoico superior (Grupos Macharetí, Mandiyutí y Cuevo; Azcuy y di Pasquo 1999).

Asociaciones palinológicas

Pese a ser el Silúrico y Devónico del NOA una de las regiones que produjeron los primeros estudios palinológicos argentinos, los mismos aún son escasos en comparación con otras regiones como la Precordillera o de diferentes niveles estratigráficos. No obstante, en años recientes se ha potenciado la búsqueda de horizontes palinológicos, principalmente en los límites de las secuencias ordovícico-silúricas (Rubinstein 2005, de la Puente y Rubinstein 2013, Rubinstein et al. 2015) y se han desarrollado importantes estudios en secciones devónicas de Cordillera Oriental, Sierras Subandinas y Llanura Chaco Pampeana (di Pasquo 2007a, di Pasquo et al. 2009, 2015, Noetinger 2010, 2011, 2015, Noetinger

y di Pasquo 2010, 2011, 2013, Noetinger et al. 2016, Aráoz et al. 2016).

Entre los registros antiguos, en la sección inferior de la Formación Copo, en el subsuelo (pozo Árbol Blanco) de la provincia de Santiago del Estero, en el ámbito de la cuenca Chacoparanense, Pöthe de Baldis (1971, 1974) describe e ilustra una rica asociación palinológica que atribuye al Ludlowiano (Silúrico tardío), aunque Rubinstein (1995) considera que la asociación es del Wenlockiano tardío (Silúrico medio) por la presencia de *Deunffia furcata niagarensis* y *Deunffia ramusculosa rochesterensis*. Recientemente, Noetinger y di Pasquo (2013) reconocen en las sedimentitas asignadas a la Formación Copo, del pozo Puesto del Tigre (noreste de la provincia de Salta en el Chaco salteño), palinomorfos con especies diagnósticas como *Urochitina lobo* y *Sphaerochitina densibaculata* (quitinozoos), junto a acritarcos y prasinofitas de distribución estratigráfica amplia (*Cingulochitina* sp., *Onondagaella asymmetrica*, *Archaeozonotriletes chulus* var. *chulus* y *Verhyachium valiente*). La microflora permite asignar una edad lochkoviana tardía para la sección superior de la Formación Copo.

Por otro lado, en el ámbito de las Sierras Subandinas, en el río Capillas, sierra de Zapla, en sedimentitas de la sección inferior de la Formación Lipeón, Grahn y Gutiérrez (2001) registran los quitinozoos *Margachitina margaritana* y *Pterochitina deichaii*, que indican una edad telychiana tardía a sheinwoodiana temprana para la sección. En la misma localidad, Rubinstein (2005) y Rubinstein y de la Puente (2008) reconocen palinomorfos marinos y continentales, entre los cuales los acritarcos *Dactylofusa estillis*, *Dactylofusa maranhensis*, *Beromia rexroadii*, *Baiomeniscus camurus*, *Carminella amplexwoodensis* y criptosporas como *Imperfectotriletes vaordovae* permitieron inferir una edad próxima al límite Aeroniano/Telychiano y no mayor que Aeroniano tardío.

En un estudio integral con palinomorfos y datos sedimentológicos para el área del río Capillas, de la Puente et al. (2013) determinan en base al hallazgo de quitinozoos, una antigüedad rhudaniana para los niveles inmediatamente superiores al conglomerado basal de la Formación Lipeón, aeroniana para los niveles por encima de los bancos ferríferos mayores, sugiriendo una edad telychiana-sheinwoodiana para el resto de la Formación Lipeón.

En el Sistema de Santa Bárbara (provincia de Jujuy), Grahn y Gutiérrez (2001) registran quitinozoos en la sección media de la Formación Cachipunco, equivalente a la Formación Lipeón. En la parte superior de la formación los autores reconocen *Desmochitina corinnae* del Pridoliano temprano,

Angochitina echinata *Rhabdochitina conocephala?* y *Ancyrochitina* sp. gr. *ancyrea* que indican una edad ludloviana. En la Formación Cachipunco aflorante en Angosto Los Pereyras y Cumbres Los Pereyras, en las sierras de Santa Bárbara, Inunciaga y Gutiérrez (2011) infieren una edad wenlockiana-ludloviana en base al rango estratigráfico de las especies más importantes de acritarcos, donde anteriormente Grahn y Gutiérrez (2001) asignaron una edad Wenlockiano-Pridoli en base a quitinozoos.

En el área Los Colorados-Chamarra, del ámbito de la Cordillera Oriental, en los niveles inferiores de la Formación Lipeón, Rubinstein y Toro (2006) registran palinomorfos marinos y terrestres (acritarcos, criptosporas y algas) junto a graptolites y braquiópodos, que determinan un ambiente claramente marino transgresivo post-glacial y una antigüedad llandoveryana media a tardía.

En el Abra Límite de la sierra de Zenta, di Pasquo et al. (2010) identifican en sedimentitas asignadas a la Formación Lipeón, dos asociaciones que contienen palinomorfos continentales (criptosporas *Imperfectotriletes* sp. en Rubinstein y Vaccari, *Dyadospora murusattenuata*, esporas *Ambitisporites avitus*, *Amicosporites* sp.), fitoplancton marino (*Crassiangulina variacornuta*, *Quadrissporites variabilis*, *Duvernaysphaera* sp. cf. *D. blanca*, *Onondagaella asymmetrica*, *Diexalophasis denticulata*, *Leiofusa banderillae*) y quitinozoos (*Ancyrochitina fragilis*, *Angochitina sinica*, *Angochitina* sp. cf. *A. filosa*, *Angochitina chlupaci*, *Angochitina sinica*, *Conochitina pachycephala*, *Desmochitina sphaerica*, *Eisenachitina* sp. cf. *E. bohemia*, *Margachitina* sp. cf. *M. saretensis*), cuyas especies sugieren una edad Aeroniano-Pridoliano/Lochkoviano. La presencia de criptosporas y esporas trilete asociadas a especies marinas, algunas con pirta framboidal en su exina, indicaría condiciones euxínicas y aporte continental en un depocentro marino de plataforma. La existencia de un nivel conglomerádico con nódulos ferruginosos entre ambos paquetes pelítico-arenosos y palinomorfos retrabajados del Ordovícico en ambos conjuntos palinológicos refleja variaciones del nivel del mar relacionadas a eventos de transgresión y regresión (di Pasquo et al. 2011).

Una parte de los trabajos palinológicos preliminares donde se identifican asociaciones de quitinozoos, acritarcos y prasinofitas del Devónico en el noreste de la provincia de Salta (Llanura Chaco Pampeana) fueron realizados en muestras de subsuelo (Menéndez 1968, Azcuy y Laffitte 1981, Volkheimer et al. 1983, 1986, Durango de Cabrera y Vergel 1984). Azcuy y Laffitte (1981) y Durango de Cabrera y Vergel (1984) analizan los pozos Tonono y Laguna del Cielo, los cuales atraviesan se-

dimentitas asignadas a la Formación Los Monos. Las especies reconocidas por Durango de Cabrera y Vergel (1984) en el pozo Laguna del Cielo (*Cymatiosphaera perimembrana*, *Duvernaysphaera tesella*, *D. tenuicingulata*, *D. stellata*, *Evittia geometrica*) permitieron asignar el tramo estudiado de la Formación Los Monos al Givetiano-Frasniano.

Ottone (1996) describe e ilustra en niveles atribuidos a la Formación Los Monos en el pozo Quebrada Galarza (provincia de Salta), una asociación de esporas (*Acinosporites ledundae*), acritarcos, quitinozoos (*Angochitina galarzae*, *Belonechitina holfeltzii*) y escolocodontes. Las microfloras resultaron ser contemporáneas de paleolatitudes altas en Brasil, África del Norte y Europa, mientras que el microplancton indicaría una probablemente nula variación climática en las cuencas marinas del Givetiano/Frasniano.

Di Pasquo (2007a) registró dos asociaciones palinológicas y la presencia de “*Haplostigma furqueti*” (di Pasquo et al. 2015) en una sucesión de la Formación Los Monos expuesta en ambos márgenes del río Bermejo (límite entre Argentina y Bolivia), y fueron atribuidas al Eifeliano tardío y Givetiano respectivamente. En discordancia sobre estas sedimentitas yacen diamictitas de la Formación Itacua estudiadas por di Pasquo (2007b), cuyos palinomorfos autóctonos permiten atribuir la unidad al Viseano temprano. Sin embargo, la presencia de palinomorfos retrabajados del Devónico y del Tournaisiano revelaron que el hiato identificado en esta localidad que abarca el lapso Frasniano-Tournaisiano, fue producto de la erosión y parcialmente no depositación, teniendo en cuenta la ausencia de *Retispora lepidophyta* entre los elementos retrabajados.

Otros trabajos han explorado sucesiones devónicas de superficie y de subsuelo en el NOA (Grahn 2003, Noetinger y di Pasquo 2008, 2009, 2010, 2011, 2013, di Pasquo y Noetinger 2008, Noetinger 2011, 2015).

En la subcuenca de Alhuampa, en el sector septentrional de la cuenca Chacoparanense, Grahn (2003) reconoce para muestras de subsuelo de las formaciones Copo, Caburé y Rincón, quitinozoos diagnósticos que sugieren una edad Ludlowiano-Pridoliano temprano (Formación Copo), Pridoliano temprano (base de la Formación Caburé) y Eifelense *sensu lato*-Givetiano temprano (Formación Rincón). Además indica una antigüedad probable Lochkoviense tardío-Praguense temprano para el sector superior de la Formación Caburé y Emsiano tardío a la parte basal de la Formación Rincón.

Noetinger (2010) y Noetinger y di Pasquo (2011) reconocieron en los pozos Tonono (noroeste de

Salta, en el Chaco salteño) y San Antonio (Sistema Subandino) acritarcos, quitinozoos, criptosporas y esporas triletes en las formaciones Huamampampa, Los Monos e Iquirí (pozo San Antonio), que determinaron edades del Emsiano tardío al Frasniano temprano. En el pozo Tonono, las formaciones Tonono, Jollin y parcialmente Michicola, las edades sugeridas son Frasniano temprano, cuando se distinguen los niveles de máxima inundación en la cuenca.

En la sierra de Zenta los afloramientos del Devónico fueron reconocidos en las localidades de Abra Límite y Abra Azul. En Abra Límite, Noetinger y di Pasquo (2010) identificaron dos asociaciones palinológicas en los niveles basales y medios y superiores respectivamente, de los afloramientos atribuidos a la Formación Porongal y superiores de la Formación Pescado. La asociación inferior se compone de quitinozoos y acritarcos que determinaron una edad lochkoviana *s.l.*, fundamentado en la ausencia de especies restringidas al Silúrico tardío. La asociación superior, menos diversificada y compuesta de esporas, microfitoplancton de agua dulce y salobre, restos de fitoclastos y acritarcos y quitinozoos en menor proporción, determina una edad devónica media (Eifeliano-Givetiano) e indicarían un depocentro litoral en la sección cuspidal de Abra Límite.

En Abra Azul, Noetinger (2011) y Noetinger et al. (2016) reconocieron en sedimentitas del Devónico, palinomorfos junto a restos de braquiópodos y trazas fósiles que fueron asignados a niveles de la Formación Pescado. La distribución estratigráfica del conjunto permitió asignar una edad lochkoviana tardía a pragiana-emsiana temprana (*Acinosporites lindlarensis* var. *minor*, *Apiculiretusispora brandtii*, *Dibolisporites bullatus*, *D. nodosus*, *D. quebencensis*, *Retusotriletes albarinii*, *R. maculatus*), aunque los braquiópodos limitan la edad a un Pragiano tardío y Emsiano temprano.

Palinoestratigrafía. No existe una propuesta bioestratigráfica para el Paleozoico medio del NOA. A excepción de las asociaciones recuperadas en las secciones del límite Ordovícico-Silúrico, la información disponible es aún escasa para este último período.

Por otro lado, los estudios palinológicos recientes sobre algunas secciones aflorantes o de subsuelo del Devónico de la Cordillera Oriental, Sierras Subandinas y Chaco salteño (Noetinger 2011), no permitieron proponer esquemas bioestratigráficos dada la pobre preservación, la ausencia de “especies guía” en las diferentes asociaciones y el carácter longevo de numerosas especies que aparecen

en más de una localidad. Noetinger (2011) destaca la necesidad de elaborar esquemas bioestratigráficos locales dada la imposibilidad de reconocer las unidades propuestas para Euroamérica y el oeste de Gondwana debido al importante endemismo reconocido para las especies locales y el diacronismo en las apariciones o desapariciones de las especies entre las cuencas o en diferentes localidades de una misma cuenca. Sin embargo, con base en las especies endémicas (e.g. *Grandispora pseudoreticulata*, *Leiotriletes balapucensis*, *Acinosporites ledundae*), di Pasquo et al. (2009) establecieron para el Givetiano y Frasniano la existencia de una región florística Afro-Sudamericana probablemente como resultado de efectos de la palaeolatitud y, en menor medida, de condiciones paleoambientales particulares. Por otro lado, el registro de especies cosmopolitas (*Geminispora lemurata*, *Samarisporites triangulatus*, *Archaeozonotriletes variabilis*, *Chelinospora concinna*) apoya reconstrucciones paleogeográficas anteriores donde se desarrolló un estrecho océano Rheico entre Euramérica y el norte de África y Sudamérica.

PALEOZOICO SUPERIOR

Las sedimentitas del Paleozoico superior, al igual que en otras regiones del mundo, evidencian profundos cambios paleogeográficos que modificaron la distribución de los mares y tierras emergentes. Las áreas continentales fueron ampliamente cubiertas por extensos glaciares determinando paleogeografías particulares y durante los mejoramientos climáticos (interglaciar) se habría desarrollado abundante flora y fauna fósil.

Reseña estratigráfica

La sucesión carbonífera-pérmica en el NOA aflora en las provincias de Salta, Jujuy, Catamarca y está representada en subsuelo en el Chaco salteño y cuenca Chacoparanense. Corresponde a sectores del noreste de la Cordillera Oriental, Sierras Subandinas, Llanura Chaco Pampeana, Puna y sector norte del Sistema de Famatina. Los afloramientos en las provincias de Salta y Jujuy corresponden a la denominada cuenca Tarija cuyo mayor desarrollo es en territorio boliviano. Esta cuenca se originó a partir de la subsidencia y deformación de los sedimentos pre-carboníferos, producto de los movimientos chánicos (Starck 1995, 1999). Según Starck et al. (2002) la cuenca Tarija podría haber formado parte de una sedimentación extensa, que determinó amplias cuencas intracontinentales de notable continuidad espacial a través del continente de

Gondwana (cuencas Tarija, Chacoparanense, Paraná y Karoo). El relleno sedimentario con casi 2.500 m de espesor en territorio argentino, está constituido por unidades litoestratigráficas agrupadas en los grupos Macharetí, Mandiyutí y Cuevo que se caracterizan en sus niveles basales y medios por la abundancia de sedimentación glaciaria. La Formación Itacua de edad viseana de acuerdo a registros palinológicos (di Pasquo 2007b, 2007c, 2008) subyace en discordancia con el Grupo Macharetí en algunas localidades principalmente en el centro y sur de Bolivia, mientras que posibles sedimentitas en el subsuelo de la llanura chaco salteña serían atribuibles a dicha unidad pero aún precisa estudios palinológicos (di Pasquo 2007b). La Secuencia II (Carbonífero-Jurásico) compuesta por los Grupos Macharetí (Serpukhoviano-Moscoviano), Mandiyutí (Moscoviano-Sakmario) y Cuevo (Sakmario-Triásico Temprano?) está delimitada por discordancias en su base, con el ciclo deposicional siluro-devónico y con la sedimentación cretácica-terciaria en su tope (Starck 1995, 2008, Azcuy y di Pasquo 1999).

La Formación Tupambi (base del Grupo Macharetí) se asienta sobre la Formación Los Monos (Devónico Medio) y está constituida mayormente por areniscas blanquecinas con espesores muy variables, probablemente por su deposición sobre terrenos muy irregulares, vinculados con la presencia de paleovalles labrados en el sustrato devónico y por la ubicación de las secuencias dentro de la cuenca sedimentaria. La formación representaría el registro de barras de desembocadura y cuerpos fluviales, posiblemente con cierta influencia glacial (Starck 1999, Starck et al. 2002). En contacto neto se apoya la Formación Itacuamí, mayoritariamente constituida de pelitas oscuras y diamictitas que evidencian influencia glacial. Continúa en concordancia o transicional la Formación Tarija depositada durante el clímax de la glaciación gondwánica (Starck 1999). Está conformada mayoritariamente por diamictitas oscuras con intercalaciones de areniscas, pelitas y conglomerados.

En aparente concordancia (di Pasquo y Azcuy 1999) o en discordancia (Starck 1999, di Pasquo 2003) sobre la Formación Tarija, se disponen las formaciones Escarpment y San Telmo que conforman el Grupo Mandiyutí. La Formación Escarpment está conformada por areniscas cuarzosas rosadas de grano fino a medio y lentes conglomerádicos y pelitas verdes subordinadas (Azcuy y di Pasquo 1999). Esta unidad fue interpretada como parte de un ambiente fluvial (Starck 1999). En concordancia se depositan bancos de coloraciones rojizas de areniscas medias a gruesas, niveles conglome-

rádicos con superficies estriadas y facetadas, diamictitas e intercalaciones de niveles pelíticos. Estas rocas se atribuyen a la Formación san Telmo que se desarrolla con espesores variables y se interpretan como depositados en condiciones ambientales complejas, glaciares, fluviales y hasta de decantación en cuerpos de agua (Starck 1999).

Por último, el Grupo Cuevo con escaso desarrollo en nuestro país, se apoya en una discordancia erosiva sobre la Formación San Telmo y está integrado por las formaciones paleozoicas Cangapi y Vitiacua. La falta de fósiles no ha permitido corroborar la edad aún cuando se atribuyen al Cisuraliano-Lopingiano (Azcuy y di Pasquo 1999).

Hacia el oeste del NOA se encuentra la cuenca de Arizaro, ocupando territorio puneño y gran parte del norte de Chile. En nuestro país la integran las formaciones Cerro Oscuro y Arizaro. Registros de megaflores pennsylvaniana y fauna de braquiópodos, bivalvos, briozoos y foraminíferos no fusulínidos atribuidos al Pérmico permitirían correlacionar la Formación Arizaro (Azcuy y di Pasquo 1999).

En el Sistema de Famatina, los depósitos pennsylvanios-pérmicos forman parte del relleno de

la cuenca de Paganzo. La sedimentación continental está integrada por la Formación Agua Colorada. Está constituida por diamictitas, conglomerados, areniscas y lutitas oscuras que en el NOA afloran en la región de Chaschuil (provincia de Catamarca). Fue asignada al Pennsylvaniano en base al importante contenido en flora y fauna fósil y determinada como de origen lacustre, glacialacustre y fluvial. En concordancia se deposita la Formación De La Cuesta (Pérmico inferior a medio) constituida por areniscas blanquecinas y rojizas, lutitas moradas y calizas con estructuras sedimentarias que aflora en el área de Chaschuil. Fueron interpretadas como de origen eólico que evoluciona a fluvial. Para algunos autores (Gutiérrez et al. 2011 y referencias) la sección superior de la secuencia representa a la Formación La Veteada. Esta unidad se asigna al Pérmico más tardío en base al hallazgo de microflora compuesta por taxa semejantes a los reconocidos por Aceñolaza y Vergel (1987) y Rivadeneira (2017) en la Formación De La Cuesta. En su localidad tipo en la provincia de La Rioja, el sector superior de la Formación La Veteada sería más joven.

Periodo /Época	Puna					Cordillera Oriental					Sierras Subandinas					Llanura Chacopampeana					Sistema de Famatina (Septentrional)														
Pérmico	Lopingian																																		
	Guadalupian																																		
Carbonífero	Cisuralian	Cuenca de Arizaro					Cuenca de Tarija					Grupo Cuevo										Fm. La Veteada (6)													
	Pennsylvanian	Fm. Arizaro (5)					Grupo Mandiyuti					Fm. Vitiacua (4)					Fm. Cangapi (3)					Fm. De La Cuesta (1)													
		Fm. Cerro Oscuro (5)					Grupo Machareti					Fm. San Telmo (2)					Cuenca Chacoparanense					Fm. Chacabuco (7)													
												Fm. Las Peñas (2) Fm. Escarpment					Subcuenca Alhuampa					Fm. Charata (7)													
												Fm. Tarija (2)										Cuenca Paganzo					Fm. Agua Colorada (1)								
Mississippian											Fm. Itacuamí (2)																								
											Fm. Tupambí (2)																								

Figura 3. Estratigrafía del Paleozoico Superior y su ocurrencia en las provincias geológicas del NOA. Se indica con números en el cuadro los autores de las unidades estratigráficas: 1 (Turner 1960), 2 (Padula y Reyes 1958), 3 (Mauri et al. 1956), 4 (Mather 1922), 5 (Aceñolaza et al. 1972a), 6 (Gutiérrez et al. 2008), 7 (Padula y Mingramm 1969).

Asociaciones palinológicas

Los estudios se iniciaron en los 80' de rocas de los grupos Machareti y Mandiyuti (superficie y subsuelo) de la cuenca Tarija, con numerosas contribuciones taxonómicas, interpretaciones paleoecológicas, paleoambientales, paleogeográficas (di

Pasquo y Azcuy 1997a, 1997b, 1999, di Pasquo et al. 2001, di Pasquo 2002, 2003, 2007c, 2009, del Papa y di Pasquo 2007, Aráoz et al. 2016). Ambos grupos fueron atribuidos al Pennsylvaniano con base en la presencia de especies autóctonas de esporas y granos de polen (di Pasquo 2002, 2003; véase más abajo). Además, la significativa cantidad de mate-

rial de retrabajo registrado en dichas asociaciones pennsylvanianas permitió a di Pasquo y Azcuy (1997a) interpretar la discordancia producida por los movimientos chánicos y confirmar la erosión desde la base del Carbonífero hasta el Devónico s.l. (di Pasquo 2003; véase más arriba). Recientes investigaciones fueron llevadas a cabo en la sierra de Zenta, en el sector comprendido entre las localidades de Abra Límite y Abra Rocío (Formación Tupambi), y los hallazgos confirman la presencia del Pennsylvaniano correlacionada con la Zona de *Dictyotriletes bireticulatus-Cristatisporites chacoparanensis* (BC) di Pasquo, asignada al Moscoviano (Vergel et al. 2008b y c, di Pasquo y Vergel 2008). En Abra Blanca, en la Formación Tupambi, di Pasquo et al. (2011) identificaron una microflora que determinó una antigüedad pennsylvaniana y confirmó la existencia de la discordancia Devónico-Carbonífero.

En el sector norte del Sistema de Famatina, las unidades del Pennsylvaniano y Pérmico han brindado palinofloras exclusivamente continentales. En la región de Chaschuil, dos localidades (Cantera La Laja y Las Angosturas) donde aflora la Formación Agua Colorada, registran esporas y granos de polen monosacados que permitieron reconocer la presencia de la Biozona DM (*Raistrickia densa-Convolutispora murionata*), Subzona B (Césari y Gutiérrez 2001) reconocida en el centro oeste argentino, determinada como del Bashkiriano tardío. En la Formación De La Cuesta, Aceñolaza y Vergel (1987) asignaron una antigüedad Pérmico a los afloramientos de Los Jumes en Chaschuil, han sido recientemente actualizados (Rivadeneira 2017) con el hallazgo de una microflora diversificada, compuesta por esporas (*Convolutispora* spp., *Lundbladispora riobonitensis*, *Laevigatosporites vulgaris*, *Striatosporites heyleri*, *Kendosporites* sp. cf. *K. striatus*) y granos de polen (*Caheniasaccites flavatus*, *Alisporites australis*, *Limitisporites amazonensis*, *Chordasporites* sp., *Lueckisporites stenotaeniatus*, *Vittatina* spp., *Tornopollenites toreutos*). La asociación se correlaciona con la Biozona LW (*Lueckisporites-Weylandites*) del centro oeste de Argentina (Césari y Gutiérrez 2001) asignada al Kunguriano-Capitaniano. Del mismo modo, se correlaciona con la Biozona LW a la sección superior de esta secuencia aflorante en Chaschuil y que Gutiérrez et al. (2011) designaran como Formación La Veteada, aunque estos autores la asignan al Guadalupiano.

Palinoestratigrafía. Di Pasquo (2003) presenta una propuesta bioestratigráfica para el Pennsylvaniano de la cuenca Tarija integrada por la Superbiozona *Krauselisporites volkheimerii-Circumplicatipollis plicatus* (VP) la cual se divide en cinco zonas mar-

cadadas por la primera aparición de taxones desde la base: *Crassispora kosankei-Cystoptychus azcuyi* (KA) reconocida en la Formación Tupambi y caracterizada por diversos granos de polen monosacados (abundancia de *Cystoptychus azcuyi*) y esporas (frecuentes especímenes de *Crassispora kosankei* y *Granasporites medius*). Biozona *Raistrickia radiosa-Apiculatasporites spinulistratus* (RS) identificada en la Formación Itacuamí y en la parte inferior de la Formación Tarija. Su carácter principal es la aparición de varias especies de esporas (*Raistrickia radiosa*, *Krauselisporites malanzanensis*, *Verrucosiporites patelliforme*, *Laevigatosporites vulgaris*, entre otros), con la desaparición de las homónimas a la biozona más antigua y la presencia exclusiva de *Ahrensiporites cristatus* y *Raistrickia* sp. cf. *R. superba*. *Dictyotriletes bireticulatus-Cristatisporites chacoparanensis* (BC), se reconoce en la parte media a superior de la Formación Tarija y en la parte inferior de la Formación Escarpment. Su carácter más notable es la mayor frecuencia de las especies que denominan la zona, además de formas exclusivas (*Cristatisporites crassilabratius*, *C. lestai*, *Reticulatisporites riverosii*, *Lycospora brevigranulata*, *Knoxisporites seniradiatus*, *Punctatisporites malanzanensis*, entre otras), aparición de *Dibolisporites disfacies* y *Plicatipollenites gondwanensis* y presencia de especies atribuidas a las algas (*Cymatiosphaera gondwanensis* y *Maculatasporites* spp.). *Convverrucosiporites micronodosus-Reticulatisporites reticulatus* (MR), reconocida en la parte superior de la Formación Escarpment e inferior de la Formación San Telmo. Se caracteriza por la aparición de especies homónimas de la biozona, además de *Convolutispora ordoñezii*, *Vallatisporites arcuatus*, *V. ciliaris* y forma exclusiva *Convverrucosiporites confluens* además de varias esporas monoletes y de algas. *Marsupipollenites triradiatus-Lundbladispora braziliensis* (TB) se reconoció en la Formación San Telmo, está caracterizada por los taxa que designan la zona, además de esporas monolete (géneros *Laevigatosporites*, *Punctatosporites* y *Thymospora*), granos de polen monosacados, bisacados, poliplicados y monocolpados (*Potonieisporites* spp., *Platysaccus trumpii*, *Equisetosporites argentinensis*, *Cycadopites*). En todas las biozonas se registró abundante material retrabajado aunque más común en las biozonas RS y BC.

REFERENCIAS

- Aceñolaza, F.G. 1968. Geología estratigráfica de la Sierra de Cajas, Departamento Humahuaca, Provincia de Jujuy. Revista de la Asociación Geológica Argentina 28(3): 207-222.
- Aceñolaza, F.G. 1992. El Sistema Ordovícico en Latinoamérica. En: Gutiérrez Marco, J.C., Saavedra Alonso, J.

- y Rábano, I. (Eds.), Paleozoico Inferior de Ibero-América. Universidad de Extremadura, 85-118.
- Aceñolaza, F.G. y González, O. 1977. El Ordovícico de la zona de Arroyo Volcán, Sierra de Santa Bárbara, Jujuy. *Revista del Instituto de Geología y Minería* 2: 125-137.
- Aceñolaza, F.G. y Toselli, A.J. 1981. Geología del noroeste argentino. Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Tucumán, Publicación Especial 1287, 212 pp.
- Aceñolaza, F.G. y Vergel, M. 1987. Hallazgo del Pérmico Superior fosilífero en el Sistema de Famatina. X Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 125-129, San Miguel de Tucumán.
- Aceñolaza, F. y Benedetto, J.L., Koukharsky, M., Salfity, J.S. y Viera, O. 1972. Presencia de sedimentitas devónicas y neopaleozoicas en la Puna de Atacama, Provincia de Salta, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 27: 346-354.
- Aceñolaza, F.G., Benedetto, G.L. y Salfity, J. 1972. El Neopaleozoico de la Puna argentina, su fauna y relación con áreas vecinas. *Anales Academia Brasileña Ciencias* 44(Suplemento): 5-20.
- Aceñolaza, F.G., Buatois, L.A., Mángano, M.G., Esteban, S.B., Tortello, F.M. y Aceñolaza, G.F. 1999a. Cámbrico y Ordovícico del Noroeste argentino. En: Caminos, R. (Ed.), *Geología Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, *Anales* 29(7): 169-187.
- Aceñolaza, F.G., Aceñolaza, G. y García, G. 1999b. El Silúrico-Devónico del Noroeste Argentino. En: Caminos, R. (Ed.), *Geología Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, *Anales* 29(9): 205-214.
- Aceñolaza, G.F., Tortello, M.F., Vergel, M.M. y Aráoz, L. 2001. Icnofósiles, trilobites y acritarcos de la Formación Santa Rosita aflorante en la región del Abra de Zenta (provincias Salta y Jujuy). IV Reunión Argentina de Icnología y II Reunión de Icnología del Mercosur, Resúmenes: 22, Tucumán.
- Aceñolaza, G., Aráoz, L., Poiré, D., Vergel, M.M. y Albanesi, G. 2003. Biostratigraphical and sedimentological aspects of the Cambro-Ordovician strata at the Angosto de Chucalezna: new palynological data (Jujuy, NW Argentina). En: *Biostratigraphy and sedimentology at Chucalezna*. Field trip Guide. Instituto Superior de Correlación Geológica, *Miscelánea* 9: 13-21.
- Aceñolaza, G.F., Heredia, S. y Carlorosi, J. 2015. Chronostratigraphy and significance of the Rugosa Group (*Cruziana*, trace fossil) in the Ordovician strata of the South American Central Andean Basin. *Comptes Rendus Palevol* 14: 85-93.
- Albariño, L., Dalenz-Farjat, A., Alvarez, L., Hernández, R.M. y Pérez Leyton, M. 2002. Las Secuencias Sedimentarias del Devónico en el Subandino Sur y el Chaco. Bolivia y Argentina. V Congreso de Hidrocarburos, CD Trabajos Técnicos, Mar del Plata.
- Amengual, R. y Zanettini, J.C. 1973. Geología de la Comarca de Cianza y Caspalá (Provincia de Jujuy). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 28(4): 341-352.
- Aráoz, L. 2002. Palinología de los niveles inferiores de la Formación Santa Rosita, en el Abra de Zenta, Provincias de Salta y Jujuy, República Argentina. Seminario, Universidad Nacional de Tucumán (inédito), 189 pp, Tucumán.
- Aráoz, L. 2009a. Estudios microflorísticos del Ordovícico de la Sierra de Zenta, Cordillera Oriental Argentina. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Tucumán (inédita), 364 pp, Tucumán.
- Aráoz, L. 2009b. Microfloras ordovícicas en Sierra de Zenta, Cordillera Oriental Argentina. *Temas de Paleontología I, Serie Correlación Geológica* 25: 37-94.
- Aráoz, L. y Aceñolaza, G.F. 2004. Primeros registros palinológicos para el Tremadociano Superior de la Sierra de Zenta, Cordillera Oriental Argentina. XI Reunión de Paleobotánicos e Palinólogos, Resúmenes: 9, Gramado, Brasil.
- Aráoz, L. y Di Cunzolo, S. 2005. Primeros registros de palinomorfos en la Quebrada de Casa Colorada, Cordillera Oriental, provincia de Jujuy. *Ameghiniana* 42(4), Resúmenes: 13 R.
- Aráoz, L. y Vergel, M.M. 2001. Acritarcos del Ordovícico Inferior (Formación Santa Rosita) en el Abra de Zenta, Cordillera Oriental, Argentina. V Jornadas de Comunicaciones, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán. *Serie Monográfica y Didáctica* 41: 55.
- Aráoz, L. y Vergel, M.M. 2004. Palinología de la transición cambro-ordovícica en la Quebrada de Moya, Cordillera Oriental, Argentina. XI Reunión de Paleobotánicos e Palinólogos, Resúmenes: 10, Gramado, Brasil.
- Aráoz, L. y Vergel, M.M. 2006. Palinología de la transición cambro-ordovícica en Quebrada de Moya, Cordillera Oriental, Argentina. *Revista Brasileira de Paleontología* 9(1): 1-8.
- Aráoz, L., Vergel, M.M. y Aceñolaza, G. 2013. Palinomorfos cambro-ordovícicos de la Formación Orcomato (Sierra de La Candelaria, Salta). XI Jornadas de Comunicaciones, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán. *Serie Monográfica y Didáctica* 53: 207.
- Aráoz, L., Noetinger, M.S., Vergel, M.M. y di Pasquo, M. 2016. Bioestratigrafía, paleogeografía y paleoecología del Paleozoico de Sierra de Zenta, Cordillera Oriental Argentina. *Serie Correlación Geológica* 32: 43-64.
- Archangelsky, S. 1978. Informe palinológico del período 1/12 al 29/12/78. Pozo YPF.SE.EC.x-1 (El Caburé). Inédito.
- Astini, R.A. 2003. Ordovician basins of Argentina. En: Benedetto, J.L. (Ed.), *Ordovician fossils of Argentina*. Secretaria de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, 74 pp.
- Astini, R.A. 2008. Sedimentación, facies, discordancias y evolución paleoambiental durante el cambro-ordovícico. En: Coira B. y Zappettini, E.O. (Eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy*. Relatorio del XVII Congreso Geológico Argentino, Jujuy: 50-72.
- Astini, R.A. y Marengo, L. 2006. Paleoambientes y estratigrafía secuencial de depósitos marinos marginales del Ordovícico de la Sierra de Zapla (Sierras Subandinas, noroeste argentino) y su relación con la

- Cuenca Andina Central. *Revista Geológica de Chile* 33: 247-276.
- Azcuy, C.L. y di Pasquo, M. 1999. Carbonífero y Pérmico de las Sierras Subandinas, Cordillera Oriental y Puna. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Buenos Aires, *Anales* 29(11): 239-260.
- Azcuy, C.L. y Jelín, R. 1980. Las palinozonas del límite Carbónico-Pérmico en la Cuenca Paganzo. II Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y I Congreso Latinoamericano Paleontología, Actas 4: 51-67, Buenos Aires.
- Azcuy, C.L. y Laffitte, G. 1981. Palinología de la Cuenca Noroeste Argentina. I. Características de las asociaciones carbónicas: problemas e interpretación. VIII Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 823-838, San Luis.
- Bahlburg, H. y Breikreuz, C. 1991. Paleozoic evolution of active margin basins in the southern Central Andes (northwestern Argentina and northern Chile). *Journal of South American Earth Sciences* 4: 171-188.
- Benedetto, J.L. y Sánchez, T. 1990. Fauna y edad del estratotipo de la Formación Salar del Rincón (Eopaleozoico, Puna argentina). *Ameghiniana* 27(3-4): 317-326.
- Benedetto, J.L., Aceñolaza, G.F., Albanesi, G.L., Alfaro, M.B., Brussa, E.D., Buatois, L.A., Carrera, M.G., Cech, N., Esteban, S.B., Heredia, S., Mangano, M.G., Ortega, G., Ottone, E.G., Rubinstein, C.V., Salas, M.J., Sánchez, T.M., Toro, B.A., Tortello, M.F., Vaccari, N.E. y Waisfeld, B.G. 2007. Los fósiles del Proterozoico Superior y Paleozoico Inferior de Argentina. *Ameghiniana*, Publicación Especial 11: 9-32.
- Beresi, M., Aceñolaza, G. y Nieva, S. 2006. Cambrian-Ordovician sponges and spicule assemblages from Northwestern Argentina: new data from the siliciclastic platforms of western Gondwana. *Neues Jahrbuch für Geologie Paläontologie, Monatshefte*: 403-430.
- Boso, M.A. y Monaldi, C.R. 2008. Cuencas Siluro-Devónicas y los depósitos ferríferos asociados en la provincia de Jujuy. En: Coira, B. y Zappettini, E.O. (Eds.), *Geología y Recursos Naturales de Jujuy. Relatorio del XVII Congreso Geológico Argentino*, Jujuy: 155-165.
- Bultynck, P. y Martin, F. 1982. Conodontes et Acritarches de l'Ordovicien Inférieur et acritarches du Silurien inférieur de la partie septentrionale de la Cordillère Argentine. *Bull de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre* 53(4): 1-21.
- Césari, S. y Gutiérrez, P. 2001. Palynostratigraphy of the Upper Paleozoic Sequences, Central-Western Argentina. *Palynology* 26: 113-146.
- Cooper, A.H., Rushton, A.W.A., Molyneux, S.G., Hughes, R.A., Moore, R.M. y Webb, B.C. 1995. The stratigraphy, correlation, provenance and palaeogeography of the Skiddaw Group (Ordovician) in the English Lake District. *Geological Magazine* 132(2): 185-211.
- Cruz, C.E., Sylwan, C.A. y Villar, H.J. 2002. La Cuenca de Tarija, Bolivia y noroeste de Argentina: ¿sistema petrolero único o múltiples sistemas petroleros? V Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, CD Trabajos Técnicos, Mar del Plata.
- Dalenz-Farjat, A., Alvarez, L., Hernández, R. y Albariño, L. 2002. Cuenca Siluro-Devónica del Sur de Bolivia y del Noroeste Argentino: algunas interpretaciones. V Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, CD Trabajos Técnicos, Mar del Plata.
- de la Puente, S. 2010. Quitinozoos del Floiano (Ordovícico Inferior) del área de Santa Victoria, Cordillera Oriental, noroeste argentino. Parte 2: Implicancias bioestratigráficas, paleobiogeográficas y paleoambientales. *Ameghiniana* 47(3): 317-330.
- de la Puente, S. y Rubinstein, C. 2007. The Ordovician chitinozoan from the Western Gondwana Margin, Northwestern Argentina. En: Díaz-Martínez, E. y Rábano, I. (Eds.), 4° European Meeting on the Palaeontology and Stratigraphy of Latin America. Cuadernos del Museo Geominero 8: 99-105.
- de la Puente, S. y Rubinstein, C. 2009. Late Tremadocian chitinozoans and acritarchs from northwestern Argentina (Western Gondwana). *Review of Palaeobotany and Palynology* 154: 65-78.
- de la Puente, G.S. y Rubinstein, C.V. 2013. Ordovician chitinozoans and marine phytoplankton of the Central Andean Basin, northwestern Argentina: a biostratigraphic and palaeobiogeographic approach. *Review of Palaeobotany and Palynology* 198: 14-26.
- de la Puente, S., Rubinstein, C.V., Vaccari, E. y Paris, F. 2015. Latest Ordovician - earliest Silurian chitinozoans from Puna, western Gondwana. 12° International Symposium on the Ordovician System, Short Papers and Abstracts, *Stratigraphy* 12(2): 12.
- del Papa, C. y di Pasquo, M. 2007. Palaeoenvironmental interpretation and palynology of outcrop and subsurface sections of the Tarija Formation (Upper Carboniferous), Northwestern Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 23: 99-119.
- di Pasquo, M.M. 2002. The *Crassispora kosankei-Cystoptychus azcuyi* Palynozone from the Upper Carboniferous Tupambi Formation, Tarija basin, northern Argentina. *Review of Palaeobotany and Palynology, Special Volume* 118: 47-75.
- di Pasquo, M.M. 2003. Avances sobre palinología, bioestratigrafía y correlación de las asociaciones presentes en los Grupos Macharetí y Mandiyutí, Neopaleozoico de la Cuenca Tarija, provincia de Salta, Argentina. *Ameghiniana* 40: 3-32.
- di Pasquo, M.M. 2007a. Asociaciones palinológicas presentes en las Formaciones Los Monos (Devónico) e Itacua (Carbonífero Inferior) en el perfil de Balapuca, sur de Bolivia. Parte 2. Formación Itacua e interpretación estratigráfica y cronología de las formaciones Los Monos e Itacua. *Revista Geológica de Chile* 34: 163-198.
- di Pasquo, M.M. 2007b. Asociaciones palinológicas presentes en las Formaciones Los Monos (Devónico) e Itacua (Carbonífero Inferior) en el perfil de Balapuca, sur de Bolivia. Parte 2. Formación Itacua e interpretación estratigráfica y cronología de las formaciones Los Monos e Itacua. *Revista Geológica de Chile* 34: 163-198.
- di Pasquo, M.M. 2007c. Update and importance of the Carboniferous and Permian paleontological records of the Tarija Basin. En: Díaz-Martínez, E. y Rábano, I. (Eds.), 4° European Meeting on Palaeontology and Stratigraphy of Latin American. Insti-

- tuto Geológico y Minero de España, Serie Cuadernos del Museo Geominero 8: 107-112.
- di Pasquo, M.M. 2008. Unidades estratigráficas del Carbonífero de la Cuenca Tarija, Argentina. En: *Léxico Estratigráfico de la Argentina*. VIII Sistema Carbonífero. Asociación Geológica Argentina y Servicio Geológico Minero Argentino. http://www.segemar.gov.ar/P_Lexico/index.htm
- di Pasquo, M. 2009. Primer registro de megaflores y palinología en estratos de la Formación Tarija (Pennsylvaniano), Arroyo Aguas Blancas, Provincia de Salta, Argentina. Descripción de dos especies nuevas. *Andean Geology* 36: 95-123.
- di Pasquo, M.M. y Azcuy, C.L. 1997a. Palinomorfos re-trabajados en el Carbonífero Tardío de la Cuenca Tarija (Argentina) y su aplicación a la datación de eventos diastróficos. *Revista Universidade Guarulhos, Geociências* 2 (número especial): 28-42.
- di Pasquo, M. y Azcuy, C.L. 1997b. Palinología del Grupo Mandiyutí, Carbonífero Superior, Cuenca Tarija, Argentina. X Congreso Geológico Chileno, Actas 1: 475-479, Antofagasta.
- di Pasquo, M. y Azcuy, C.L. 1999. Paleontología, paleoclima y correlación de estratos carboníferos en la provincia de Salta sobre la base de palinomorfos. En: González Bonorino, G., Omarini, R. y Viramonte, J. (Eds.), *Geología del noroeste argentino*. Relatorio del XIV Congreso Geológico Argentino, tomo 1: 254-260, Salta.
- di Pasquo, M.M. y Noetinger, S. 2008. First record of Early Devonian (Lochkovian) flora from the Santa Rosa Formation Alarache, Southern Bolivia. *Geológica Acta* 6(2): 1- 21.
- di Pasquo, M. y Vergel, M. 2008. Primer registro palinológico del Pennsylvaniano del Norte de la Sierra de Zenta, provincia de Jujuy, Argentina. 12° Simposio Brasileiro de Paleobotánica y Palinología, Boletín de resúmenes: 51, Florianópolis.
- di Pasquo, M.M., Azcuy, C.L. y Starck, D. 2001. Palinología de la Formación San Telmo (Carbonífero Superior), en la Sierra San Antonio, provincia de Salta, Argentina. *Ameghiniana* 38: 85-98.
- di Pasquo, M., Amenábar, C.R. y Noetinger, S. 2009. Middle Devonian microfloras and megaflores from western Argentina and southern Bolivia. Their importance in the palaeobiogeographical and palaeoclimatic evolution of western Gondwana. *Geological Society of London, Special Publications* 314: 193-213.
- di Pasquo, M., Vergel, M.M., Aceñolaza, G., Noetinger, S. y Aráoz, L. 2010. Nueva información palinológica de la Formación Lipeón en Abra Límite, Sierra de Zenta, Jujuy. XIII Simposio Brasileiro de Paleobotánica y palinología, Anais: 134-135, Salvador de Bahía.
- di Pasquo, M., Vergel, M.M., Noetinger, S., Aráoz, L. y Aceñolaza, G.F. 2011. Estudios palinoestratigráficos del Paleozoico en Abra Límite, Sierra de Zenta, Provincia de Jujuy, Argentina. XVIII Congreso Geológico Argentino, Actas: 1470-1471, Neuquén.
- di Pasquo, M., Noetinger, S., Isaacson, P., Grader, G., Starck, D., Morel, E. y Anderson, H. 2015. Mid-Late Devonian assemblages of herbaceous lycophytes from northern Argentina and Bolivia: age assessment with palynomorphs and invertebrates and paleobiogeographic importance. *Journal of South American Earth Sciences* 63: 70-83.
- Durango de Cabrera, J. y Vergel, M.M. 1984. Primeros resultados del análisis del paleomicroplancton de la perforación YPF St. LdC *x-1* (Laguna del Cielo), Devónico de Salta. Reunión de Comunicaciones A.P.A. Circular Informativa 13: 4.
- Esteban, S.B. 2002. The Early Ordovician in the Sistema de Famatina: Stratigraphic and geotectonic framework. En: Aceñolaza, F.G. (Ed.), *Aspects of the Ordovician System in Argentina*. Serie Correlación Geológica 16: 27-40.
- Grahn, Y. 2003. Silurian and Devonian chitinozoan assemblages from the Chaco-Paraná Basin, northeastern Argentina and central Uruguay. *Revista Española de Micropaleontología* 35: 1-8.
- Grahn, Y. y Gutiérrez, P.R. 2001. Silurian and Middle Devonian Chitinozoa from the Zapla and Santa Bárbara Ranges, Tarija Basin, northwestern Argentina. *Ameghiniana* 38(1): 35-50.
- Gutiérrez, P.R., Zavattieri, A.M. y Balarino, M.L. 2008. Palinología del Pérmico en Argentina: estado actual del conocimiento. 12° Simposio Brasileiro de Paleobotánica e Palinología, Resumos: 93, Florianópolis.
- Gutiérrez, P., Zavattieri, A., Ezpaleta, M. y Astini, R. 2011. Palynology of the La Veteada Formation (Permian) in the Sierra de Narváez, Catamarca, Argentina. *Ameghiniana* 48(2): 154-176.
- Hagermann, T.H. 1933. Informe preliminar sobre el levantamiento geológico del Departamento de Santa Bárbara en la Provincia de Jujuy. *Boletín de Informaciones Petroleras* 107:451-496.
- Harrington, H.J. y Leanza, A.F. 1957. Ordovician trilobites of Argentina. Department of Geology, University of Kansas, Special Publication 1: 276 pp.
- Harris, R.W. y Miller, T.H. 1978. Palynological analysis of Silurian and Devonian samples from YPF wells in northern Argentina. EXXON Production Research Co. (Inédito).
- Inunciaga, M.F. y Gutiérrez, P. 2011. Silurian microplankton from the Cachipunco Formation (Santa Barbara Range; Andina Central Basin), Jujuy, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 13(2): 147-174.
- Keidel, J. 1937. La Prepuna de Salta y Jujuy. *Revista Centro de Estudios Doctorales de la Facultad de Ciencias Naturales* 1: 125-154.
- Lavandaio, E. 1972. Geología del Cerro Tolar-Cuchilla Negra, Sierra de Famatina, La Rioja, Argentina. V Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 41-54, Carlos Paz.
- López, C. y Nullo, F. 1969. Geología de la margen izquierda de la Quebrada de Humahuaca, de Huacalera a Maimará. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 24(3): 173-182.
- Manca, N. 1991. Organismos planctónicos en el Tremadociano inferior de los alrededores de la quebrada de Humahuaca, Provincia de Jujuy, Argentina. Re-

- vista del Instituto de Geología y Minería de Jujuy 8: 141-150.
- Manca, N., Heredia, S., Hunicken, M. y Rubinstein, C. 1995. Macrofauna, conodontes y acritarcos de la Formación Santa Rosita (Tremadociano), Nazareno, provincia de Salta, Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 60(3-4): 267-275.
- Mather, K.F. 1922. Front ranges of the Andes between Santa Cruz and Embarcación. *Bulletin Geological Society of America* 33: 703-764.
- Mauri, E., Padula, E. y Aldazosa, J. 1956. Yacimientos de petróleo y gas en Bolivia. 20° Congreso Geológico Internacional. Simposio de Yacimientos de Petróleo y Gas, en América del Sur y Antillas, México: 4.
- Menéndez, C. 1968. Datos palinológicos de las floras terciarias de la Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" Paleontología* 1(7): 231-242.
- Molyneux, S.G., Le Hérisse, A. y Wicander, R. 1996. Paleozoic phytoplankton. En: Jansonius, J. y Mc Gregor, D.C. (Eds.), *Palynology: principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Chapter 162: 493-529.
- Monaldi, C.R., Boso, M.A. y Fernández, J.C. 1986. Estratigrafía del Ordovícico de la sierra de Zapla, provincia de Jujuy. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 26: 62-69.
- Monteros, J., Moya, M.C. y Cuerda, A. 1993. Graptolitos Ashgilliano-Llandovertianos en la base de la Formación Lipeón, Sierra de Zapla, Jujuy. Su importancia en la Correlación con el Silúrico de la Precordillera Argentina. XII Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 304-314, Mendoza.
- Moya, M.C. 1999. El Ordovícico en los Andes del Norte Argentino. En: González Bonorino, G., Omarini, R. y Viramonte, J. (Eds.), *Geología del noroeste argentino*. Relatorio del XIV Congreso Geológico Argentino, Tomo 1: 134-152, Salta.
- Moya, M.C., Malanca, S., Hongn, F.D. y Bahlburg, H. 1993. El Tremadociano temprano en la Puna occidental argentina. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 2: 20-30, Mendoza.
- Noetinger, S. 2010. Middle-Upper Devonian palynoflora from the Tonono X-1 borehole, Salta Province, northwestern Argentina. *Ameghiniana* 47(2): 165-184.
- Noetinger, S. 2011. Estudios de asociaciones micro y megafloísticas del Devónico en la porción Sur de la Cuenca Tarija, noroeste argentino y Sur de Bolivia: edad, correlación y ambiente de sedimentación. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Buenos Aires (inédita), 318 pp, Buenos Aires.
- Noetinger, S. 2015. Spore diversity trends in the Middle Devonian of the Chaco-Salteño Plain, northwestern Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 417: 151-163.
- Noetinger, S. y di Pasquo, M. 2008. First record of a Devonian palynological assemblage from the Zenta Range, Eastern Cordillera, Northwestern Argentina. 12° Simpósio de Paleobotánicos e Palinólogos, Boletín de resúmenes: 158, Florianópolis.
- Noetinger, S. y di Pasquo, M.M. 2009. Nuevos datos palinológicos de la Formación Rincón en la Provincia de Salta, Argentina. 14° Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, Resúmenes: 2, Mar del Plata.
- Noetinger, S. y di Pasquo, M. 2010. First Devonian palynological assemblage from the Zenta Range, eastern Cordillera, northwestern Argentina. *Revista Brasileira de Paleontología* 13(1): 13-20.
- Noetinger, S. y di Pasquo, M.M. 2011. Devonian palynofloras of the San Antonio x-1 Borehole from the Tarija Basin, northwestern Argentina. *Geologica Acta* 9: 199-216.
- Noetinger, S. y di Pasquo, M. 2013. New palynological information from the subsurface Copo, Caburé and Rincón formations (upper Lochkovian-Emsian), Salta Province, Argentina. *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists* 44: 107-121.
- Noetinger, S., di Pasquo, M., Isaacson, P., Aceñolaza, G. y Vergel, M.M. 2016. Integrated study of fauna and microflora from the Early Devonian (Pragian-Emsian) of northwestern Argentina. *Historical Biology* 28(7): 913-929.
- Ottone, E.G. 1996. Devonian palynomorphs from the Los Monos Formation, Tarija Basin, Argentina. *Palynology* 20: 101-151.
- Ottone, G.E. 1999. Bioestratigrafía-Palinología. En: González Bonorino, G., Omarini, R. y Viramonte, J. (Eds.), *Geología del Noroeste Argentino*. Relatorio del XIV Congreso Geológico Argentino, tomo I: 223-224, Salta.
- Ottone, J., Toro, B. y Waisfeld, B. 1992. Lower ordovician palynomorphs from the Acoite formation, Northwestern Argentina. *Palynology* 16: 93-116.
- Ottone, E.G., Waisfeld, B.G. y Astini, R.A. 1995. Acritarcas del Ordovícico Temprano de la Quebrada Chalala, Noroeste de Argentina. *Ameghiniana* 32(3): 237-242.
- Padula, E.L. y Mingramm, A. 1969. Subsurface Mesozoic red-beds of the Chaco Mesopotamian region, Argentina and their relatives in Uruguay and Brazil. 1° Simposio Internacional sobre la Estratigrafía y Paleontología del Gondwana (Mar del Plata 1967), UNESCO Earth Sciences 2: 1053-1071.
- Padula, E.L. y Rey, F.C. 1958. Contribución al Léxico Estratigráfico de las Sierras Subandinas. Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, *Boletín Técnico* 1(1): 9-70.
- Padula, E., Rolleri, E., Mingran, A.R., Criado Roque, P., Flores M.A. y Baldis, B.A. 1967. Devonian of Argentine. *International Symposium of Devonian System*, Actas II: 165-199, Calgary.
- Pöthe de Baldis, E.D. 1967. Examen del contenido palinológico de muestras del pozo SE ABx-1, Árbol Blanco, Santiago del estero. Inédito.
- Pöthe de Baldis, E.D. 1971. Microplancton del Silúrico Superior de la provincia de Santiago del Estero, República Argentina. *Ameghiniana* 8: 282-290.
- Pöthe de Baldis, E.D. 1974. Microplancton adicional del Silúrico Superior de Santiago del Estero, República Argentina. *Ameghiniana* 11: 313-327.
- Pöthe de Baldis, E.D. y Salas, E. 1977. Análisis palinológico de la Formación Tarija. I.G.C.P., *Proy. Pal. Sup. América del sur*, *Boletín* 2: 7 pp.

- Ramos, V. 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino. En: Caminos, R. (Ed.), Geología Argentina, Anales 29(3): 41-96.
- Ricci, H.I. y Villanueva, A. 1969. La presencia de Paleozoico inferior en la Sierra de La Candelaria (Pcia. de Salta). Acta Geológica Lilloana X(1): 1-16.
- Rivadeneira, L. 2017. Estudios Palinológicos en la Formación De La Cuesta (Pérmico) al Noroeste de la Sierra de Narváez, provincia de Catamarca, Argentina. Seminario, Universidad Nacional de Tucumán (inédito), 123 pp, Tucumán.
- Rubinstein, C.V. 1995. Acritarchs from the Upper Silurian of Argentina. Their relations with Gondwana. Journal of South American Earth Sciences 8: 103-115.
- Rubinstein, C.V. 1997. Tremadocian acritarchs from northwestern Argentina. Review of Palaeobotany and Palynology 98: 41-45.
- Rubinstein, C.V. 2003. Ordovician acritarchs from northwestern Argentina: new insights into the biostratigraphy and paleoenvironmental aspects of the Central Andean Basin and Famatina. En: Albanesi, G.L., Beresi, M.S. y Peralta, S.H. (Eds.), Ordovician from the Andes. Serie Correlación Geológica 17: 125-130.
- Rubinstein, C.V. 2005. Ordovician to Lower Silurian palynomorphs from the Sierras Subandinas (Subandean ranges), northwestern Argentina: a preliminary report. Notebooks on Geology, 2005/02 Abstract 09 (CG2005_M02/09): 51-56.
- Rubinstein, C.V. 2013 (Ed.). Léxico Estratigráfico de la Argentina, Silúrico. Comité Argentino de Estratigrafía, Volumen IV: 56 pp, http://www.geologica.org.ar/archivos_usuarios/LEXICO-ESTRATIGRAFICO-SILURICO-C.V.-Rubinstein-nov.-2013.pdf
- Rubinstein, C.V. 2014. Léxico Estratigráfico de la Argentina, Devónico. Comité Argentino de Estratigrafía, 122 pp., http://www.geologica.org.ar/archivos_usuarios/LEXICO-ESTRATIGRAFICO-DEVONICO-C.V.-Rubinstein-enero-2014.pdf
- Rubinstein, C.V. y de la Puente, G.S. 2008. Bioestratigrafía del Paleozoico Inferior en las Sierras Subandinas, provincia de Jujuy. En: Coira, B. y Zappettini, E. (Eds.), Geología y Recursos Naturales de Jujuy, Relatorio del XVII Congreso Geológico Argentino, Jujuy: 128-133.
- Rubinstein, C.V. y García Muro, V.J. 2013. Silurian to Early Devonian organic-walled phytoplankton and microspores from Argentina: biostratigraphy and diversity trends. Geological Journal 48: 270-283.
- Rubinstein, C. y Toro, B. 2001. Review of acritarch biostratigraphy in the Arenig of the Eastern Cordillera, Northwestern Argentina: new data and calibration with the graptolite zonation. Contributions to geology and palaeontology of Gondwana: 421-439, Cologne.
- Rubinstein, C.V. y Toro, B.A. 2003. Palinomorfos del Llandoveryano medio (Aeroniano superior) de la Formación Lipeón, Cordillera Oriental, Argentina. Ameghiniana 40(4), Resúmenes, 91R.
- Rubinstein, C.V. y Toro, B.A. 2006. Aeronian (Llandovery, Lower Silurian) palynomorphs and graptolites from the Lipeón Formation, eastern Cordillera, north-west Argentina. Geobios 39: 103-111.
- Rubinstein, C.V. y Vaccari, N.E. 2001. Palynomorphs of the Ordovician - Silurian boundary in the Salar del Rincón Formation, Argentine Puna. Firts Meeting of the C.I.M.P. Spores and Pollen Subcommittee, National University of Ireland, Abstracts: 40-41, Ireland.
- Rubinstein, C.V. y Vaccari, N.E. 2004. Cryptospore assemblage from the Ordovician Silurian boundary in the Puna region, north-west Argentina. Palaeontology 47: 1037-1061.
- Rubinstein, C., Toro, B. y Waisfeld, B.G. 1999. Acritarch biostratigraphy of the upper Tremadoc-Arenig of the Eastern Cordillera, northwestern Argentina: relationships with graptolite and trilobite faunas. Bollettino della Societa Paleontologica Italiana 38(2-3): 267-286.
- Rubinstein, C.V., Mángano, M.G. y Buatois, L.A. 2003. Late cambrian acritarchs from the Santa Rosita formation: implications for the Cambrian-Ordovician boundary in the Eastern Cordillera, Northwestern Argentina. Revista Brasileira de Paleontología 6: 43-48.
- Rubinstein, C.V., de la Puente, G.S., Toro, B.A. y Servais, T. 2007. The presence of the *messauodensis-trifidum* acritarch assemblage (Upper Tremadocian- Floian) in the Central Andean Basin, north-western Argentina: calibration with chitinozoans and graptolite zonation. Acta Palaeontologica Sinica 46 (suppl.): 422-428.
- Rubinstein, C., de la Puente, S., Delabroye, A. y Astini, R.A. 2008. New palynological record of the Ordovician/Silurian boundary in the Argentine Cordillera Oriental, Central Andean Basin. Terra Nostra 2008/2, IPC - XII/ IOPC - VIII, Bonn, Alemania. Abstracts: 592.
- Rubinstein, C.V., Gerrienne, P., de la Puente, G.S., Astini, R.A. y Steeman, P. 2010. Early Middle Ordovician evidence for land plants in Argentina (eastern Gondwana). New Phytologist 188: 365-369.
- Rubinstein, C.V., de la Puente, G.S., Delabroye, A. y Astini, R.A. 2015. The palynological record across the Ordovician/Silurian boundary in the Cordillera Oriental, Central Andean Basin, northwestern Argentina. Review of Palaeobotany and Palynology 224: 14-25.
- Rubinstein, C., Solano Rodríguez, C. y de la Puente, S. 2016. A new record of the *messauodensis-trifidum* acritarch assemblage (Late Tremadocian-Floian) in the Cordillera Oriental, Central Andean Basin, northwestern Argentina. XIV International Palynological Congress, X International Organisation of Palaeobotany Conference. Boletín de la ALPP 16: 108.
- Russo, A., Ferello, R. y Chebli, G.A. 1979. Llanura Chaco Pampeana. 2° Simposio de Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba 1: 139-163.
- Schawab, K. 1973. Die Stratigraphie in der Umgebung des Salar de Cauchari (NW Argentinien). Ein Beitrag zur geologischen schichtlichen Entwicklung der Puna. Geotektonische Forschungen 43 (1-2): 1-168.
- Schlagintweit, O. 1937. Observaciones estratigráficas en el noroeste Argentino. Boletín de Informaciones Petroleras 156:1-49.
- Serraiotto, A. 1977. Relevamiento geológico de los ríos Iruya, Pescado, Porongal y afluentes principales (Deptos. Santa Victoria e Iruya) Provincia de Salta. YPF (inédito).

- Servais, T. y Molyneux, S. 1997. The *messaooudensis-trifidum* acritarch assemblage (Ordovician: late Tremadoc-early Arenig) from the subsurface of Rugen (Baltic Sea, NE Germany). *Palaeontographia Italica* 84: 113-161.
- Starck, D. 1995. Silurian-Jurassic stratigraphy and basin evolution of Northwestern Argentina. En: Tankard, A.J., Suárez Soruco, R. y Welsink, H.J. (Eds.), *Petroleum Basins of South America*. AAPG Memoir 62: 251-267.
- Starck, D. 1999. Facies continentales en el Siluro-Devónico de la cuenca del Noroeste. Provincia de Salta, Argentina. *Boletín de Informaciones Petroleras* 16: 99-107.
- Starck, D. 2008. La Cuenca carbonífera-¿eomesozoica? en la provincia de Jujuy, su estratigrafía y evolución tectosedimentaria. XVII Congreso Geológico Argentino, Actas: 199-206, Jujuy.
- Starck, D., Gallardo, E. y Schulz, A. 1992. La discordancia precarbónica en la porción argentina de la cuenca de Tarija. *Boletín de Informaciones Petroleras*, 3º Época 10 (29): 2-11, Buenos Aires.
- Starck, D., Rodríguez, A. y Constantini, L. 2002. Las rocas reservorio carbónicas de la Cuenca de Tarija (Cuenca Tarija “*sensu stricto*”). En: Schiuma, M., Hinterwimmer, G. y Vergani, G. (Eds.), *Rocas reservorio de las cuencas productivas de la Argentina*, Instituto Argentino del Petróleo y Gas: 699-716, Buenos Aires.
- Stemans, P., Higgs, K. y Wellman, C. 2000. Cryptospores and trilete spores from the Llandoverly, Nuayyim-2 borehole, Saudi Arabia. En: Al-Hajri, S. y Owens, B. (Eds.), *Stratigraphic palynology of the Palaeozoic of Saudi Arabia*. Gulf Petrolink, Manama, Bahrain, 92-133.
- Strother, P.K., Al-Hajri, S. y Traverse, A. 1996. New evidence for land plants from the lower Middle Ordovician of Saudi Arabia. *Geology* 24: 55-58.
- Strother, P. K., Traverse, A. y Vecoli, M. 2015. Cryptospores from the Hanadir Shale Member of the Qasim Formation, Ordovician (Darriwilian) of Saudi Arabia: taxonomy and systematics. Review of Palaeobotany and Palynology 212: 97-110.
- Toro, B., de la Puente, G.S. y Rubinstein, C.V. 2010. New graptolite, chitinozoan and acritarch records from the Pascha-Incamayo area, Cordillera Oriental, Argentina. *Comptes Rendus Palevol* 9: 23-30.
- Toro, B.A., Meroi Arcerito, F., Muñoz, D., Waisfeld, B. y de La Puente, S. 2015. Graptolite-trilobite biostratigraphy in the Santa Victoria area, northwestern Argentina. A key for regional and worldwide correlation of the Lower Ordovician (Tremadocian-Floian). *Ameghiniana* 52: 535-557.
- Tortello, M.F., Esteban, S.B., Aceñolaza, G.F., Aráoz, L., Powell, J.E., Carrizo, H. y Azcuy, C. 2008. Paleontología y biostratigrafía de la provincia de Jujuy. En: Coira, B. y Zappettini, E.O. (Eds.), *Geología y recursos naturales de la provincia de Jujuy*. Relatorio del XVII Congreso Geológico Argentino, Jujuy: 589-605.
- Turner, J.C. 1960. Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria y adyacencias. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 41(2): 163-196, Córdoba.
- Turner, J.C. 1963. The Cambrian of Northern Argentina. *Tulsa Geological Society Digest* 31: 193-211.
- Turner, J.C. 1964. Descripción geológica de la hoja 2c, Santa Victoria (provincias de Salta y Jujuy). Instituto Nacional de Geología y Minería, *Boletín* 104: 1-83.
- Turner, J.C. 1967. Descripción Geológica de la Hoja 13b, Chaschuil (Prov. de Catamarca y La Rioja). Dirección Nacional de Geología y Minería, *Boletín* 106: 1-79.
- Turner, J.C. y Méndez, V. 1975. Geología del sector oriental de los departamentos de Santa Victoria e Iruya, provincia de Salta, Argentina. *Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Boletín* 51: 11-24.
- Vavrdová, M. 1990. Coenobial acritarchs and other palynomorphs from the Arenig/Llanvirn boundary, Prague basin. *Vestník Ustred. ústavu Geol.* 65 (4): 237-242.
- Vecoli, M. y Le Hérisse. 2004. Biostratigraphy, taxonomic diversity and patterns of morphological evolution of Ordovician acritarchs (organic-walled microphytoplankton) from the northern Gondwana margin in relation to palaeoclimatic and palaeogeographic changes. *Earth-Science Reviews* 67: 267-311.
- Vergel, M.M., Aráoz, L. y Rubinstein, C.V. 2002. Ordovician Palynomorphs of the Argentina: an integrated approach. En: Aceñolaza, F.G. (Ed.), *Aspects of the Ordovician System in Argentina*. Serie Correlación Geológica 16: 209-224.
- Vergel, M.M., Aceñolaza, G.F. y Aráoz, L. 2007. La Formación Casa Colorada en la quebrada de Moya (Cambro-Ordovícico): aportes a la cronostratigrafía de una localidad clásica de la Cordillera Oriental de Jujuy (Argentina). *Ameghiniana* 44: 621-630.
- Vergel, M.M., Durango de Cabrera, J. y Herbst, R. 2008a. Breve historia de la paleobotánica y palinología en el noroeste argentino. En: Aceñolaza, F.G. (Ed.), *Historia de la Geología Argentina*. Serie Correlación Geológica 26: 267-279.
- Vergel, M.M., di Pasquo, M., Aráoz, L. y Noetinger, S. 2008b. Asociaciones palinológicas del Paleozoico en la Sierra de Zenta, provincia de Jujuy, Argentina. XII Simposio de Paleobotánica e Palinologos, Actas: 227, Florianópolis, Brasil.
- Vergel, M.M., di Pasquo, M., Noetinger, S., Aráoz, L. y Aceñolaza, G.F. 2008c. Estudios palinoestratigráficos del Paleozoico en la Sierra de Zenta, Provincia de Jujuy, Argentina. II Jornadas Geológicas, Fundación Miguel Lillo, Tucumán. *Acta Geológica Lilloana, Suplemento XXI(1)*: 152-154.
- Vergel, M.M., Esteban, S., Tortello, F. y Aráoz, L. 2013. Estudios paleontológicos-palinológicos en el Ordovícico Inferior del área de Nazareno, Iruya, provincia de Salta, Argentina. XIV Simposio Brasileiro de Paleobotánica e Palinología. Río de Janeiro.
- Vistalli, M.C. 1989. Cuenca Siluro - Devónica del Noroeste. En: Chebli, G.A. y Spalletti, L.A. (Eds.), *Cuencas Sedimentarias Argentinas*. Serie Correlación Geológica 6: 19-42.
- Volkheimer, W. 1978. Faunas de quitinozoos del Paleozoico Inferior de la Argentina. Reunión Nacional del Paleozoico de Argentina, Actas: 15-18, San Miguel de Tucumán.

- Volkheimer, W., Melendi, D. y Aceñolaza, F. 1980. Una microflora ordovícica de la Formación Mojotoro, provincia de Salta. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 35: 401-416.
- Volkheimer, W., Melendi, D.L. y Salas, A. 1983. Quitinozoarios silúricos y devónicos del noroeste argentino. Su importancia estratigráfica. *Boletín YPFB*: 171-183.
- Volkheimer, W., Melendi, D.L. y Salas, A. 1986. Devonian chitinozoans from Northwestern Argentina. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 173: 229-251.
- Waisfeld, B., Vaccari, N., Toro, B., Rubinstein, C. y Astini, R. 2006. Revisión de la Biozona de *Ogygiocaris araiorhachis* (Trilobita, Tremadociano tardío) en la región de Pascha-Incamayo, Cordillera Oriental, Argentina. Parte 1: Bioestratigrafía. *Ameghiniana* 43: 729-744.
- Wellman, C.H., Osterloff, P.L. y Mohiuddin, U. 2003. Fragments of the earliest land plants. *Nature* 425: 282-285.