

- CAPÍTULO 5 -

BIOESTRATIGRAFÍA Y EDAD

5.0 – BIOESTRATIGRAFÍA Y EDAD

5.1 – *Antecedentes*

Los primeros estudios comparativos entre la flora de la Formación La Golondrina y otras coetáneas fueron llevados a cabo por Archangelsky (1959a), quien al ubicar estratigráficamente las especies descritas en los 13 niveles fosilíferos del perfil tipo de Laguna Polina, y correlacionar esos niveles con los de las otras localidades, concluyó – en base a la litología y paleontología – que la serie sedimentaria podía ser dividida en dos secciones, una inferior (nivel fosilífero I-X), y otra superior (nivel fosilífero XI-XIII). A toda esta serie la denominó Serie La Golondrina, e infirió para ella una edad pérmica temprana, “*desde Asseliana hasta Artinskiana*” (Archangelsky 1959a: 120). Posteriormente, Lesta y Ferello (1972) utilizaron el término Formación La Golondrina en lugar de Serie, adecuándose a la nomenclatura requerida por el Código Estratigráfico Internacional.

A través del completo estudio de los afloramientos pérmicos en el área de la Estancia La Juanita, Arrondo (1969, 1972) amplió el conocimiento de la tafoflora de La Golondrina, y sumó una nueva unidad litoestratigráfica de edad pérmica (Formación La Juanita) que se diferenciaba de La Golondrina por ser completamente estéril. De esta manera, quedó conformado el Grupo Tres Cerros. Para este autor, la edad de la Formación La Golondrina seguía siendo – de acuerdo a lo indicado por el registro florístico – pérmica temprana, con la posible presencia de un Pérmico Tardío representado por las sedimentitas de la Formación La Juanita.

Posteriormente, Jalfin (1987) y Jalfin *et al.* (1990) propusieron dividir a la Formación La Golondrina en tres miembros: Laguna Lillo (inferior), Laguna Polina (medio) y Dos Hermanos (superior). Esta propuesta es la aceptada en la actualidad y la que se mantiene en este estudio.

Un análisis más detallado y actualizado, que comparaba las floras pérmicas conocidas en Argentina, fue llevado a cabo por Archangelsky y Cúneo (1984), quienes propusieron un esquema de zonación paleoflorística para las distintas tafofloras, incluyendo a la de la Formación La Golondrina en la Superzona de *Dizeugotheca*, caracterizada por la presencia de las especies *Dizeugotheca neuburgiae*, *Glossopteris argentina*, *G. ampla* y *Asterotheca golondrinensis*. Esta Superzona abarcaba únicamente las floras presentes en el miembro medio (Laguna Polina) y el miembro superior (Dos Hermanos), ya que aún no había elementos megaflorísticos conocidos ni descriptos provenientes del miembro inferior (Laguna Lillo). De esta manera, se propuso una Zona de *Dizeugotheca waltonii* para la flora del miembro medio, entre cuyas especies exclusivas se hallaban *Annularia kurtzii*, *Dichotomopteris hirundinis*, *D. ovata*, *Glossopteris stricta*, *G. retifera* y *Gangamopteris castellanosii*. Asimismo, algunas especies tenían su último registro en esta zona, a saber, *Asterotheca piatnitzkyi*, *Sphenophyllum speciosum*, *Gangamopteris mosesii* y *G. obovata* (Archangelsky y Cúneo, 1984).

Para la flora recuperada del miembro superior, se propuso la designación de Zona de *Asterotheca singeri*, al ser ésta la única especie exclusiva. Además, en estos niveles tenía su techo de distribución *Asterotheca anderssonii*. Dado que dichos autores estaban de acuerdo en que si bien las tafofloras patagónicas de Tepuel Genoa (Chubut) y La Golondrina (Santa Cruz) presentaban elementos en común, las asociaciones paleoflorísticas eran lo suficientemente distintas como para separarlas en biozonas diferentes. De esta forma, Archangelsky y Cúneo (1984) sugieren una cronoestratigrafía regional propia para cada zona paleobotánica, refiriéndolas con el nombre de Lubeckense para referirse a la unidad (=piso) de Tepuel Genoa, y Golondrinense para el correspondiente a La Golondrina. Al respecto, el piso Golondrinense se correspondía con la edad regional Golondriniana, la cual abarcaría a “*sus dos miembros, coronada por sedimentitas cuarcíticas concordantes*” (Archangelsky y Cúneo, 1984: 151) de la Formación La Juanita.

Los trabajos más recientes acerca de la Formación La Golondrina hacen referencia a estas biozonas, sin nuevos aportes relacionados a la bio y cronoestratigrafía. Asimismo

distintos autores suelen asignar una edad para la Formación La Golondrina que abarca desde el Sakmario hasta el pérmico más tardío (sin especificar una edad), basada únicamente en la evidencia aportada por la paleoflora, sin otros datos que apoyen y/o acoten esta visión (Jalfin, 1987; Andreis y Archangelsky, 1996; Archangelsky *et al.*, 1996a, b; Archangelsky y Cúneo, 2002).

5.2 – Comparación bioestratigráfica con otras floras Pérmicas

Estudios comparativos entre la tafoflora de La Golondrina y aquellas consideradas coetáneas han sido llevados a cabo por Archangelsky (1959a), Arrondo (1972), Archangelsky y Cúneo (1984), Archangelsky *et al.* (1996b), y Andreis y Archangelsky (1996), quienes compararon esta flora con otras floras pérmicas de Argentina, diferentes localidades de Gondwana, e incluso floras extra-Gondwánicas.

Cuadro I – Zonas florísticas del Pérmico argentino, basado en Archangelsky y Cúneo (1984) y Archangelsky *et al.* (1996b, c). Edades de acuerdo a la IUGS (2009).

Geocronología		Santa Cruz	Chubut	Córdoba, La Rioja, San Luis	Mendoza, La Pampa	Buenos Aires	Islas Malvinas	
Cuenca		La Golondrina	Tepuel Genoa	Paganzo	San Rafael	Sas. Australes	Malvinas	
Pérmico	Lopingiano	Changhsingiano 253.8±0.7	Fm. La Juanita?					
		Wuchiapingiano 260.4±0.7	Asterotheca singeri					
	Guadalupiano	Capitaniano 265.8±0.7						
		Wordiano 268.0±0.7	Dizeugotheca waltonii					
		Roadiano 270.6±0.7						
	Cisuraliano	Kunguriano 275.6±0.7					Glossopteris	Glossopteris
		Artinskiano 284.4±0.7		Ginkgoites eximia				
		Sakmario 294.6±0.8		Nothorhacopteris chubutiana	Gangamopteris	Gangamopteris		
		Asseliano 299.0±0.8						

Una de las propuestas bioestratigráficas más completas para el Pérmico continental de Argentina fue hecha en base a tafofloras por Archangelsky y Cúneo (1984), en la cual se evaluaron las distribuciones de especies fósiles en las cuencas de Paganzo, Sierras Australes, Islas Malvinas, Tepuel Genoa, y La Golondrina (Cuadro I). En base a ése y posteriores análisis (ver Archangelsky *et al.*, 1996b, c), se sugirió mantener la Zona de *Gangamopteris* para las cuenca Paganzo y San Rafael, la Zona de *Glossopteris* para las Cuencas Sierras Australes e Islas Malvinas, y propusieron dos nuevas Superzonas para referirse a las Cuencas Tepuel Genoa y La Golondrina: Superzona de *Ferugliocladus* (dividida en una zona inferior de *Nothorachopteris chubutiana*, y una superior de *Ginkgoites eximia*) y Superzona de *Dizeugotheca* (dividida en una zona inferior de *Dizeugotheca waltonii* y una superior de *Asterotheca singeri*), respectivamente (Cuadro I).

A su vez, plantearon mantener al Piso Lubeckense como unidad cronoestratigráfica (edad regional *Lubeckiana*), y crearon el Piso Golondrinense (edad regional Golondriniana) para referirse a la unidad por encima del Lubeckense, y en reemplazo del Lubeckense B. Este esquema estratigráfico es el aceptado y vigente hasta la fecha.

Por una cuestión de cercanía geográfica y temporal, la flora de La Golondrina ha sido ampliamente analizada en comparación con la flora de Tepuel Genoa (Pérmico Inferior de Chubut). Consideradas previamente como pertenecientes a la misma cuenca – Cuenca Central Patagónica (Amos, 1964; Lesta y Ferello, 1972; Archangelsky *et al.*, 1985) – ambas tafofloras presentan elementos en común (Anexo I), mientras que otros son propios de cada una. Esta evidencia paleobiológica, sumada a la sedimentológica, llevó a considerar a ambas cuencas como entidades estratigráficas separadas, visión actualmente apoyada por la mayoría de los investigadores (Jalfin y Bellosi, 1984; Jalfin, 1987; Andreis y Archangelsky, 1996).

Los elementos paleoflorísticos predominantes en Tepuel Genoa serían los helechos pecopterídeos, asterothecáceas, sphenophyllales, y licófitas. También estaban representadas las glossopterídeas, aunque en comparación con La Golondrina, el número de especies de *Glossopteris* sería menor. Por otra parte, una diferencia fundamental entre la flora de

Tepuel Genoa con la de La Golondrina, radicaba en la diversa presencia de coniferofitas para la primera (con representantes de los géneros: *Ugartecladus*, *Ferugliocladus*, *Paranocladus*, y *Genoites*), mientras que la ausencia de registro para La Golondrina era una característica notable de esta flora con las demás tafofloras pérmicas en Argentina (Archangelsky *et al.*, 1996a; Andreis y Archangelsky, 1996). Los recientes hallazgos de coniferofitas en las campañas llevadas a cabo por quien aquí suscribe (mayormente ramas estériles, con la potencial presencia de conos), confirman su presencia en La Golondrina.

Entre los elementos paleoflorísticos predominantes de La Golondrina figuraban los helechos tanto estériles como fértiles, y las glossopterídeas, muy diversificadas y abundantes (Cuadro IV). Menos diversas, pero también abundantes, aparecían las sphenophyllales, y en menor medida, se encontraban las cordaitales y licófitas. A partir del presente estudio, el número de especies de glossopterídeas, particularmente en lo que respecta a sus estructuras fértiles, aumentó considerablemente; además, se documenta la primera evidencia de la presencia de coniferofitas, grupo hasta el momento totalmente desconocido entre los elementos paleoflorísticos para la Formación La Golondrina (Cuadro IV).

Si bien las tafofloras de La Golondrina y Tepuel Genoa tenían varios elementos en común (Anexo I) (Archangelsky, 1957, 1959a; Archangelsky y de la Sota, 1960; Arrondo, 1972), las diferencias entre éstos eran lo suficientemente marcadas como para reconfirmar una edad más joven para Formación La Golondrina, tal cual fue propuesto en varias contribuciones (Archangelsky 1959a; Arrondo, 1972; Archangelsky y Cúneo, 1984; Jalfin, 1987; Archangelsky *et al.* 1996a, b; Andreis y Archangelsky, 1996). Esto se evidencia también a través de varios aspectos paleobiológicos: la presencia de un número mayor (tanto en abundancia como en diversidad) de especies de *Glossopteris*, con un patrón de venación más complejo en aquellos ejemplares de La Golondrina versus los de Tepuel Genoa, el mismo patrón que se repite para las fructificaciones del grupo de las glossopterídeas, siendo marcadamente más diversas en La Golondrina que en Tepuel Genoa, así como la ausencia de especies típicamente pertenecientes al Carbonífero Tardío

(*Nothorhacopteris chubutiana* y *Ginkgoites eximia*, ambas presentes en la taoflora chubutense), son algunos ejemplos de las claras diferencias entre una y otra flora que marcan un desarrollo temporalmente desfasado.

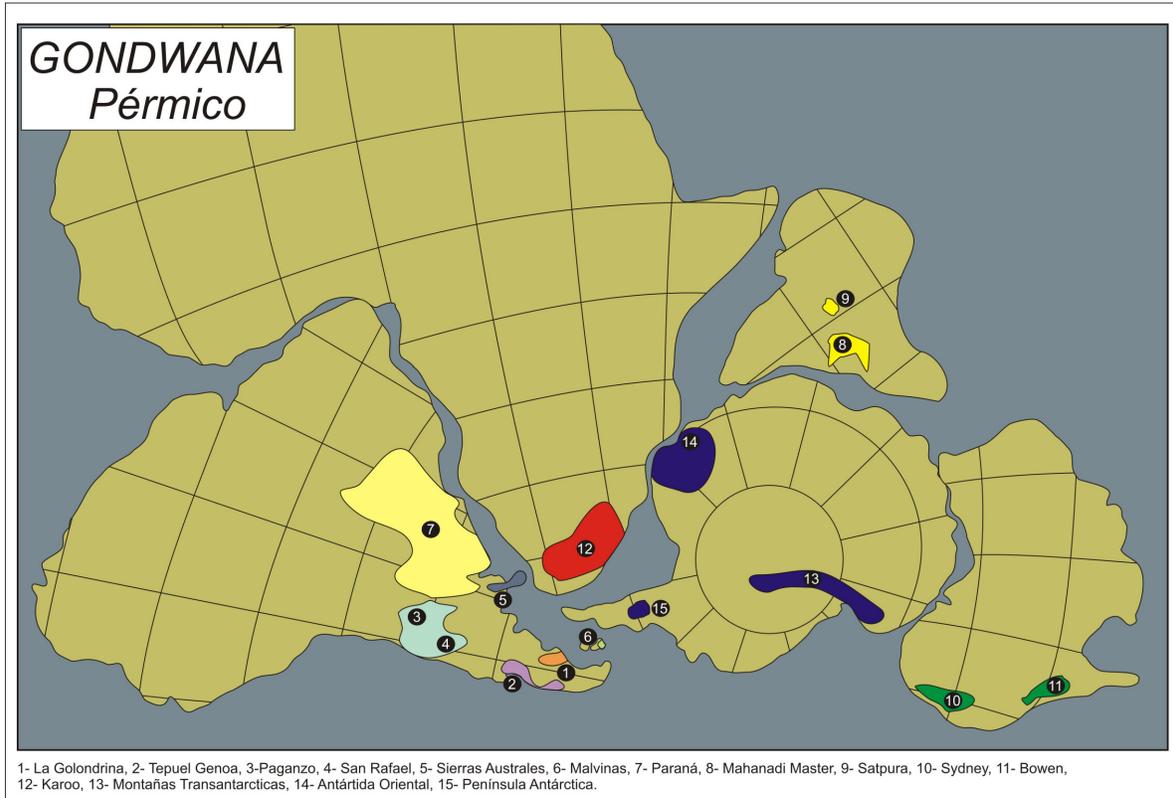


Figura 10 – Mapa esquemático de Gondwana durante el Pérmico (Modificado de Schopf y Askin, 1980). Ubicación de la Cuenca La Golondrina y demás cuencas de importancia mencionadas (ver Anexo I).

Respecto a la comparación de la taoflora de la Formación La Golondrina con otras Gondwánicas pertenecientes al mismo período (Figura 10; Cuadro II), la abundancia de nuevos elementos hallados permite encontrar mayor afinidad con aquellas floras pérmicas de la India, Sudáfrica y Australia, principalmente (Anexo I). Esto se destaca, nuevamente, debido a la cantidad de nuevas fructificaciones de glossopterídeas descritas para la Formación La Golondrina y previamente desconocidos, aún cuando los elementos claramente predominantes eran las partes estériles (hojas) de este grupo.

Cuadro II- Estratigrafía de las formaciones consideradas en este estudio para la comparación con la flora de la Formación La Golondrina.

PAÍS		BRASIL	INDIA	AUSTRALIA	SUD ÁFRICA	ANTÁRTIDA					
CUENCA		Paraná	Mahanadi Master	Satpura	Sydney	Bowen	Karoo	Mont. Trans.	Antártida Oriental	Península Antártica	
Pérmico	Lopingiano	Changhsingiano 253.8±0.7	Río do Rasto	Raniganj = Lower Khamti	Bijori	Newcastle C.M. = Ilawarra	Baralaba***	Normandien = Estcourt	Buckley = Weller	Bainmedart C.M.	"Erehwon beds"
		Wuchiapingiano 260.4±0.7					Black Alley Shales**				
	Guadalupiano	Capitaniano 265.8±0.7		Barren Measures		Tomago C.M.	Peawaddy*	Volkstrust	Fairchild	"Fossiliferous flora"	
		Wordiano 268.0±0.7				Mulbring			Mackellar		
		Roadiano 270.6±0.7									
	Cisuraliano	Kunguriano 275.6±0.7	Río Bonito	Barakar	Barakar		Blair Athol C.M.	Vryheid	Pagoda		
		Artinskiano 284.4±0.7		Karharbari		Murree					
		Sakmariano 294.6±0.8		Talchir							
		Asseliano 299.0±0.8									

*Fm. Peawaddy = Fms. Fair Hill y MacMillan; **Fm. Black Alley Shale = Fm. Burngrove; ***Fm. Baralaba = Fm. Rangal Coal Measure, formaciones equivalentes en otras localidades de la Cuenca Bowen.

En base a la presencia de los taxones representados en la Formación La Golondrina que se encuentran en otras cuencas del mundo (Anexo I), se deduce que de un total de 31 géneros confirmados¹, la flora de La Golondrina comparte 20 géneros (64,5% en común) con las cuencas de la India, siguiéndole la cuenca sudafricana (18 géneros, 58,1% en común), las australianas (16 géneros, 51,6% en común), las brasileras (13 géneros, 41,9% en común), y en menor medida, las cuencas antárticas en conjunto, y Paganzo en Argentina, con 10 géneros (32,3%) en común con La Golondrina. Con menos de 10 géneros en común con La Golondrina, y en orden decreciente, están las Cuenca Tepuel Genoa (9 géneros, 29%), San Rafael (6 géneros, 19,3%), Sierras Australes (5 géneros, 16,1%), y por último, la Cuenca Malvinas (3 géneros, 9,7%) (Cuadro III).

¹ Se excluyen del análisis las coníferas, y ambas Licófitas sp. A y B. Ver Anexo II.

A nivel específico, el total de especies² reconocidas para la Formación La Golondrina alcanza a 43, compartiendo con las cuencas indias y la sudafricana 16 del total de las especies consideradas (37,2% en común), siguiéndole las cuencas australianas (12 especies, 28% en común), la paranaense en Brasil (10 especies, 23,2% en común), y con menos de 10 especies en común, el resto de las cuencas, siendo la de mayor semejanza en sus elementos la de Tepuel Genoa (con 9 especies, 20,9% en común) (Cuadro III).

Cuadro III- Elementos florísticos a nivel genérico y específico entre las distintas cuencas consideradas en este estudio.

CUENCAS	GÉNEROS EN COMÚN		ESPECIES EN COMÚN	
	Nº	%	Nº	%
Tepuel Genoa	9	29	9	20.9
Paganzo	10	32.3	6	13.9
San Rafael	6	19.3	5	11.6
Sas. Australes	5	16.1	5	11.6
Malvinas	3	3	3	7
Paraná	13	41.9	10	23.2
Hindúes	20	64.5	16	37.2
Australianas	16	51.6	12	28
Sudafricana	18	58.1	16	37.2
Antárticas	10	32.3	5	11.6

A partir de los datos que surgen del Cuadro III, se observa que la tafoflora de la Formación La Golondrina presenta mayor afinidad con las floras de la India, Sudáfrica y Australia (en ese orden), tanto a nivel genérico como específico. Dentro del territorio sudamericano, esta flora posee mayor afinidad con la flora pérmica de Brasil (Cuenca Paraná), sobrepasando en número de géneros y especies coincidentes incluso a aquellas

² No se toman en cuenta aquellas especies con nomenclatura abierta (por ejemplo, *Asterotheca* sp. 1-3), ni los géneros no asignados específicamente (por ejemplo, *Phyllothea* sp.), al ser éstos ya considerados en el conteo genérico. Sí se consideran, en cambio, aquellos asignados como cf., (por ejemplo, *Scutum* cf. *S. elongatum*). Ver Anexo II.

floras del Pérmico argentino. Por último, La Golondrina presenta más géneros en común con la flora de Paganzo que con la de Tepuel Genoa, sin embargo, esta tendencia a nivel específico, se invierte.

5.3 – Distribución estratigráfica de las especies presentes en la Formación La Golondrina

Como fue mencionado previamente, hasta la presentación de este trabajo no había elementos megaflóricos conocidos ni descriptos provenientes del miembro inferior de la Formación La Golondrina. La realización de viajes de campo a la zona de Laguna Lillo, donde aflora el miembro inferior, permitió la colección de abundante material fósil (ver 3.2), entre los que se hallaron algunos elementos novedosos (por ejemplo, *Lilpopia* sp). Además de la prospección y colección de material fósil del miembro inferior, nuevo material fue colectado de los miembros medio y superior. De esta manera, la distribución estratigráfica de los taxones fue re-analizada, y correspondientemente ubicada, por lo que se presenta a continuación, un cuadro detallando la presencia de cada taxón en los miembros correspondientes en los que fueron hallados, y la relación entre los taxa presentes para cada grupo taxonómico mayor (en **negrita**) en cada miembro respecto al número total para dicho grupo en toda la formación (Cuadro IV).

Cuadro IV - Distribución de taxa presente en la Formación La Golondrina.

Taxón	Miembro Inferior (Laguna Lillo)	Miembro Medio (Laguna Polina)	Miembro Superior (Dos Hermanos)
<i>Asterotheca</i> sp. 1		X	
<i>Asterotheca</i> sp. 2		X	
<i>Asterotheca</i> sp. 3	X	X	
<i>A. anderssonii</i>		X	X
<i>A. golondrinensis</i>		X	X
<i>A. piatnitzkyi</i>		X	
<i>A. singeri</i>	X	X	X

<i>Dizeugotheca furcata</i>		X	
<i>D. neuburgiae</i>	X	X	X
<i>D. waltonii</i>		X	X
<i>Pecopteris</i> sp. A		X	
<i>Pecopteris</i> sp. I		X	
<i>Pecopteris</i> sp. III		X	
<i>Pecopteris</i> sp. IV		X	
<i>Caulopteris</i> sp.		X	
<i>Dichotomopteris hirundinis</i>		X	
<i>D. ovata</i>		X	
<i>Damudopteris bengalensis</i>		X	
<i>Sphenopteris</i> sp. II		X	
PTERIDOFITAS	3/19	19/19	5/19
<i>Sphenophyllum speciosum</i>		X	X
<i>S. thonii</i>	X	X	X
<i>Lilpopia</i> sp.	X		
<i>Annularia kurtzii</i>		X	
<i>Neocalamites</i> sp.			X
<i>Paraschizoneura</i> sp.		X	
? <i>Phyllothea</i> sp.		X	
ESFENOFITAS	2/7	5/7	3/7
<i>Bumbudendron patagonicum</i>	X	X	
<i>Cyclodendron golondrinensis</i>	X	X	
Licofita sp. A		X	
Licofita sp. B		X	
LICOFITAS	2/4	4/4	0/4
<i>Eremopteris golondrinensis</i>		X	
PTERIDOSPERMOFITAS	0/1	1/1	0/1
<i>Cordaites (Noegg.) hislopi</i>	X	X	
<i>Glossopteris ampla</i>	X	X	X
<i>G. argentina</i>		X	X
<i>G. browniana</i>	X	X	X
<i>G. conspicua</i> var. <i>patagonica</i>	X	X	X
<i>G. damudica</i>		X	X
<i>G. indica</i>		X	X
<i>G. retifera</i>		X	X
<i>G. stipanicicii</i>	X	X	
<i>G. stricta</i>		X	
<i>Gangamopteris angustifolia</i>	X	X	
<i>G. castellanosii</i>	X	X	

<i>G. mosesii</i>	X	X	
<i>G. obovata</i>	X	X	
<i>Palaeovittaria kurzi</i>		X	
<i>Vertebraria</i> sp.	X	X	
<i>Bifaria</i> cf. <i>B. intermittens</i>		X	
<i>Dictyopteridium costatum</i>		X	
<i>D. natalensis</i>		X	
<i>D. sporiferum</i>		X	
<i>Gonophylloides semnes</i>		X	
<i>Ottokaria</i> sp.		X	
<i>Plumsteadia pedicellata</i>		X	
<i>Scutum</i> cf. <i>S. elongatum</i>		X	
<i>Senotheca</i> sp.		X	
<i>Lidgettonia africana</i>		X	
? <i>Arberia</i> sp.		X	
Escamas tipo A		X	
Escamas tipo B		X	
Escamas tipo C		X	
Coniferofitas a determinar		X	
<i>Samaropsis golondrinensis</i>		X	
GYMNOSPERMOFITAS	10/32	32/32	7/32
<i>Megistophyllum leanzai</i>	X	X	
<i>Chiropteris harrisii</i>		X	
INCERTAE SEDIS	1/2	2/2	0/2
Total taxones	18/65	63/65	15/65

Una de las características de la flora de la Formación La Golondrina, es la abundancia y variabilidad de especímenes presentes en el miembro medio (Laguna Polina), en comparación con aquellos de los otros dos miembros (Cuadro IV). Como se puede observar a través de los números finales, casi el total de las especies reconocidas para la Formación La Golondrina provienen de ese miembro (63 taxones de un total de 65), mientras que un número considerablemente menor (18 y 15 taxones de un total de 65) fueron registrados para el miembro inferior y superior, respectivamente. Asimismo, la presencia de helechos y gimnospermoFITAS (representadas por las glossopterídeas

mayormente) predomina sobre el resto de los grupos (esfenofitas, licófitas, pteridospermas, y otros), siendo éste un patrón común en los tres miembros (Cuadro IV).

Esto podría responder principalmente a dos factores: (1) El miembro medio posee una extensión areal de afloramiento mayor a la reconocida hasta el momento para los otros dos miembros. Esto genera en consecuencia, que la mayor parte del material colectado provenga del miembro Laguna Polina; y (2) el estado de preservación de los elementos fósiles es considerablemente mejor para aquellos provenientes del miembro medio en comparación con la hallada en los miembros inferior y superior, por lo que subsecuentes campañas han sido llevadas a cabo poniendo un mayor énfasis en la búsqueda de material novedoso en las áreas donde aflora este miembro (por ejemplo, Laguna Polina, Lagunas Castellanos, Laguna de los Fósiles, etc).

Cabe destacar además, que las litologías del miembro medio poseen un mayor potencial paleontológico, al ser éstas de un grano predominantemente más fino (psamítico a pelítico), en comparación con los de los otros dos miembros, donde predominan litologías conglomerádicas y psamíticas gruesas, con escasos niveles de litologías más finas. Esto conlleva también a su relación con el ambiente de depositación para cada uno de los miembros, los cuales serán discutidos en la próxima sección (Capítulo 6).

5.4 – Potencial como indicadores bioestratigráficos de los géneros y especies presentes en la Formación La Golondrina

Para considerar la edad de las asociaciones florísticas de la Formación La Golondrina, se discutirán a continuación la distribución temporal y geográfica de los géneros y especies reconocidos para la Formación La Golondrina en esta tesis. Además, se hará hincapié en las características biogeográficas y estratigráficas de relevancia, con especial énfasis en aquellas especies que son comunes a las distintas cuencas nombradas en

este estudio (Fig. 10). En el Anexo I, se indica la presencia/ausencia de cada género y especie en las cuencas analizadas.

SPHENOPHYLLUM: Género de distribución cosmopolita presente a partir del Devónico Superior, que tuvo su mayor desarrollo en el Carbonífero, y cuya presencia se hace menos visible hacia finales del Pérmico (Boureau, 1964). Su utilidad a nivel genérico como índice bioestratigráfico es baja, sin embargo, a nivel específico se puede señalar que *S. speciosum* (= *Trizygia speciosa*, ver 5.6) es una especie común en todo Gondwana (Maheshwari, 1968b; Lacey *et al.*, 1974, 1975; Lacey, 1978; McLoughlin, 1992; Anderson y Anderson, 1985; Prevec *et al.*, 2010; Srivastava y Agnihotri, 2010b), con mayor presencia en el Pérmico superior. El mismo patrón se observó para las cuencas argentinas, donde a excepción de la Cuenca Tepuel Genoa (Archangelsky y Cúneo, 1984), esta especie no fue registrada en ninguna de las cuencas de edad Pérmico Inferior. Por su parte, *S. thonii* es una especie de escasa presencia en el resto de las cuencas gondwánicas, donde únicamente se la registró en Sudáfrica (le Roux, 1976).

ANNULARIA. Común durante el Paleozoico Tardío, sobretudo en el cinturón paleoecuatorial (Banerjee *et al.*, 2009), y con menor registro en el Gondwana, este género se habría desarrollado preferentemente en ambientes cálidos y húmedos. *Annularia kurtzii* se ha registrado en La Golondrina y en el Pérmico Inferior de la India (Banerjee *et al.*, 2009).

NEOCALAMITES. Este género se habría distribuido ampliamente por todo el mundo durante el Triásico y Jurásico. El espécimen de La Golondrina (descrito por Escapa y Cúneo, 2006) representa el primer registro para el Pérmico del Gondwana, y sigue siendo el único reconocido hasta el momento.

PARASCHIZONEURA. Género poco común, ha sido citado hasta el momento para el Triásico Inferior de Australia (Holmes, 2001) y Pérmico Superior de Rusia (Boureau, 1964)

hasta el momento. *Schizoneura africana* (Anderson y Anderson, 1985), de gran similitud con el material proveniente de La Golondrina, fue registrado para el Pérmico Medio-Superior de Sudáfrica.

PHYLLOTHECA. Este género, cuyo rango estratigráfico abarca desde el Carbonífero Superior al Cretácico (Gee, 1989), estaba ampliamente distribuido en todo Gondwana durante el Paleozoico Tardío (Boureau, 1964).

LILPOPIA. Esta fructificación se registra hasta el momento, únicamente para el Pérmico Inferior de Europa (Boureau, 1964; Lipiarski, 1972a, b; Kerp, 1984). El ejemplar de La Golondrina representa la primera evidencia de su presencia en el Gondwana.

ASTEROTHECA. Este género tiene una amplia distribución temporal (Carbonífero a Triásico), y espacial (cosmopolita) (Boureau, 1975). Las especies descritas para la Formación La Golondrina son compartidas mayormente con la Cuenca Tepuel Genoa (Archangelsky y Cúneo, 1984). Además, *Asterotheca anderssonii* fue registrada en la Formación Tasa Cuna (Córdoba) (Archangelsky y Cúneo, 1984), *A. piatnitzkyi* en Brasil (Vieira *et al.*, 2007), y *A. cf. singeri*, en Sudáfrica (le Roux, 1976).

DIZEUGOTHECA. Además de estar presente en La Golondrina, este género se registra en el Pérmico de Bolivia (cuenca no analizada en este estudio), Pérmico Superior de Brasil (Arrondo, 1967; Cazzulo-Klepzig, 1978; Rösler, 1978a, b; Vieira *et al.*, 2004, 2005a, b), y de la India (Goswami *et al.*, 2006a), por lo que su presencia podría ser utilizada como indicadora del Pérmico Tardío. Las especies descritas para La Golondrina son exclusivas de esta formación.

PECOPTERIS. Género permocarbonífero y cosmopolita (Boureau, 1975). La utilización de una nomenclatura abierta para asignar a las especies de La Golondrina no permite inferir su ubicación estratigráfica en tanto no sean halladas frondes estériles en conexión o íntimamente asociadas a frondes fértiles, con lo que se las pueda ubicar específicamente.

DICHOTOMOPTERIS. Presente en el Pérmico de la India (Goswami *et al.*, 2006a, c) y el Pérmico Superior de Australia (McLoughlin, 1992). De las especies descritas para la Formación La Golondrina, únicamente *D. ovata* es hallada en la cuenca de Tepuel Genoa.

DAMUDOPTERIS. La especie presente en La Golondrina, *Damudopteris bengalensis*, se registra en el Pérmico Inferior de las Cuencas Tepuel Genoa y Paganzo (Archangelsky *et al.*, 2004), y Pérmico Superior de la India (Goswami *et al.*, 2006a).

SPHENOPTERIS. Género de amplia distribución geográfica (cosmopolita) presente durante todo el Carbonífero y Pérmico (Boureau, 1975). Nuevamente, al no conocerse la parte fértil de *S. sp II*, se prefiere mantener abierta su designación específica, por lo que su utilidad como índice bioestratigráfico es nula.

CORDAITES (=NOEGGERATHIOPSIS). Género cosmopolita, presente durante el Carbonífero Superior y Pérmico (Archangelsky y Arrondo, 1973; Archangelsky *et al.*, 1981b; Anderson y Anderson, 1985; McLoughlin, 1992; McLoughlin y Drinnan, 1996; Melchor y Césari, 1997; Goswami *et al.*, 2006b; Singh *et al.*, 2007; Iannuzzi, 2010).

VERTEBRARIA. Órgano rizoidal de las glossopterídeas, este género es común en todo el Pérmico de Gondwana, con mayor presencia en el Pérmico Superior (McLoughlin *et al.*, 2005; Retallack *et al.*, 2005; Goswami *et al.*, 2006a, b; Prevec *et al.*, 2010; Shi *et al.*, 2010; Srivastava y Agnihotri, 2010b).

PALAEOVITTARIA. Género considerado como una forma primitiva de glossopterid, su registro es más común en el Pérmico Inferior de Gondwana, aunque se han hallado especímenes asignables a este género en el Pérmico Medio y Superior también (India, por ejemplo) (Menéndez, 1962; Anderson y Anderson, 1985; Pant, 1996; Singh, 2000; Goswami *et al.*, 2006a, b).

GANGAMOPTERIS. Al igual que *Palaeovittaria*, éste es un género que se encuentra en mayor abundancia y diversidad en el Pérmico Inferior de todo Gondwana (Rigby, 1972; Archangelsky y Cúneo, 1984; Anderson y Anderson, 1985; Melchor y Césari, 1997; Singh,

2000; Goswami *et al.*, 2006a,b; Ianuzzi *et al.*, 2010; Srivastava y Agnihotri, 2010a). Sin embargo, también presenta registros dudosos en el Pérmico Superior de la India (Srivastava y Agnihotri, 2010a). A excepción de *G. castellanosii*, el resto de las especies de la Formación La Golondrina son compartidas con cuencas del resto de Sudamérica y del Gondwana, sin presentar ningún valor bioestratigráfico en particular.

GLOSSOPTERIS. Las hojas de este género son el elemento más característico de todas las floras Gondwánicas a lo largo de todo el Pérmico, por lo que su abundante presencia en estratos rocosos es utilizada como un indicador bioestratigráfico para el período Pérmico (Menéndez, 1962; Rigby, 1962; Archangelsky y Arrondo, 1965; Lacey *et al.*, 1974; Chandra y Surange, 1979; Archangelsky *et al.*, 1981b; Archangelsky y Cúneo, 1984; Gee, 1989; McLoughlin, 1990b, 1994a, b; Melchor y Césari, 1997; Singh, 2000; McLoughlin *et al.*, 2005; Goswami *et al.*, 2006a, b; Iannuzzi, 2010; Srivastava y Agnihotri, 2010b). Sin embargo, su utilidad como indicador temporal en una escala más acotada (Edad o menor) pierde valor por la falta de una clara jerarquización en la elección de caracteres, lo que genera una abundancia ficticia de especies para este género.

BUMBUDENDRON. Su presencia hasta el momento ha sido registrada en Sudamérica (Argentina y Brasil), desde el Carbonífero al Pérmico Inferior (Archangelsky *et al.*, 1981; Arrondo y Petriella, 1978, 1985; Gutiérrez *et al.*, 1986; Archangelsky *et al.*, 1996a; Salvi *et al.*, 2008).

CYCLODENDRON. Género presente en el Carbonífero y Pérmico del Gondwana, se registra en el Pérmico de India, Australia, Sudáfrica, Brasil, Paraguay (Kräusel, 1928; Lejal-Nicol y Bernardes de Oliveira, 1979; Anderson y Anderson, 1985; Rayner, 1985; Herbst, 1986; Beeston, 1990; Cúneo, 1996; Goswami *et al.*, 2006b, c), y Argentina, en las cuencas de Tepuel Genoa y La Golondrina (Cúneo, 1996).

CAULOPTERIS. Morfogénero utilizado para designar tallos pertenecientes a helechos de la familia Marattiaceae (Pfefferkorn, 1976), su utilidad bioestratigráfica es baja, por poseer

un amplio biocrón (Carbonífero y Pérmico). Fue registrado en las cuencas argentinas de La Golondrina y Tepuel Genoa (Cúneo, 1987).

EREMOPTERIS. Género conocido desde el Carbonífero al Pérmico Inferior para Norteamérica, Europa, y Sudamérica (Archangelsky, 1959b; Boureau, 1975).

CHIROPTERIS. *Chiropteris* es un género que posee una amplia distribución geográfica (Catahysia y Gondwana), pero no presenta ninguna utilidad como indicador bioestratigráfico debido a su amplio biocrón, que abarca desde el Carbonífero al Triásico (Herbst *et al.*, 2001; Wang *et al.*, 2003; Wang y Pfefferkorn, 2009).

MEGISTOPHYLLUM. Este género fue propuesto por Archangelsky (1959a) para ubicar un único ejemplar recuperado de la Laguna Salada. Si bien nuevos ejemplares (aunque fragmentarios) han sido hallados en las colecciones (Fac. de Cs. Naturales y Exactas, UBA) y posteriores campañas llevadas a cabo recientemente por la autora, su posición sistemática sigue siendo incierta. Dado que es un género hasta ahora únicamente reconocido en la Formación La Golondrina, no tiene utilidad bioestratigráfica alguna.

CONÍFERAS indeterminadas. Los primeros ejemplares de coniferofitas registrados para la Formación La Golondrina han sido recientemente hallados por la autora (campana 2010). Su estado mayormente fragmentario y la ausencia de estructuras fértiles bien preservadas no permitió asignarlas con certezas a un género determinado, por lo que su presencia en la formación no reviste de importancia bioestratigráfica por el momento.

SAMAROPSIS. Este género tiene una distribución cosmopolita (regiones gondwánicas y extragondwánicas), abarcando todo el Paleozoico Superior (A. Archangelsky, 2000).

Según Adendorff (2005: 355), un elemento es de utilidad como indicador bioestratigráfico cuando es “*fácilmente identificable a partir de características propias distinguibles, posee una distribución geográfica amplia, y se encuentra restringido a rocas*”

de un rango temporal acotado”. Del listado previo, se desprende que muchos de los elementos a nivel género no son de mucha utilidad como indicadores bioestratigráficos (*Asterotheca*, *Pecopteris*, *Annularia*, *Vertebraria*, *Cyclodendron*, *Chiropteris*, *Caulopteris*, etc.), pero sí lo son a nivel especie, por ejemplo, *Sphenophyllum* (*S. speciosum*), indicativa del Pérmico superior. Por otro lado, en La Golondrina también hay géneros de importancia bioestratigráfica a gran escala, como ser *Glossopteris* (y afines, *Palaeovittaria*, y *Gangamopteris*) géneros cuya presencia es mayormente indicativa del Período Pérmico en todo el Gondwana. Asimismo, *Glossopteris* pierde valor estratigráfico a nivel específico por lo que fuera mencionado previamente: la inconsistencia en la definición de los caracteres diagnósticos para su asignación específica genera un número irreal de especies (Chandra y Surange, 1979; Kovács-Endrödy, 1979, 1984; Gee, 1989; McLoughlin, 1990b; Adendorff, 2005), lo que se traduce en la pérdida de su potencial valor como índice bioestratigráfico. Un caso similar se da en aquellos elementos que tienen una asignación sistemática aún debatida, ya sea por errores en la definición de la **Especie tipo**, o inconsistencias en las diagnosis que las definen. Ejemplos de estos se dan para helechos estériles vs. fértiles como *Sphenopteris* (=“*Neomariopteris*”=*Damudopteris*). Aquellos elementos que son exclusivos para una Formación no tienen utilidad, al no poder ser correlacionados con los de otras cuencas, por lo cual su utilidad bioestratigráfica queda también descartada (*Megistophyllum leanzai*, y especies de *Dizeugotheca*, entre otros). Estos elementos, sin embargo, sí pueden ser útiles para la asignación de biozonas (por ejemplo, *Dizeugotheca waltonii*) en caso de ser abundantes. Por último, elementos fragmentarios, desasociados, y únicos o escasos en número (como ser *Lilpopia*) no presentan utilidad hasta tanto no se hallen más y mejores ejemplares.

Debido a todas las razones expuestas, las fructificaciones de glossopterídeas serían los elementos pérmicos más confiables para correlaciones bioestratigráficas (Adendorff, 2005), aunque algunos autores (Rigby en Bajpai, 2001) consideran que tanto *Glossopteris* como sus partes serían más bien indicadores de condiciones ambientales que estratigráficos. En esta tesis se acepta el punto de vista de Adendorff (2005), por lo que a continuación, se

expone la importancia de cada fructificación como indicador bioestratigráfico para la Formación La Golondrina, y las razones por las cuales se las considera como tales.

DICTYOPTERIDIUM. Género típico del Pérmico Superior de Gondwana. Utilizado como un buen indicador bioestratigráfico para el Pérmico Tardío, especies de este género han sido halladas en India (Surange y Chandra, 1973a), Sudáfrica (Benecke, 1976, Adendorff, 2005), Australia (Rigby, 1978; McLoughlin, 1990a, b) y Sudamérica (Archangelsky, 1992; Melchor y Césari, 1997). Fue precisamente a partir de la identificación de *Dictyopteridium* cf. *sporiferum* en sedimentos de la Formación La Golondrina, que Archangelsky (1992) sugirió que la formación era más joven (Cisuraliano tardío – Lopingiano) que lo aceptado hasta el momento (Cisuraliano temprano) (Archangelsky, 1959a; Arrondo, 1972; Archangelsky y Cúneo, 1984). *Dictyopteridium* tiene un alto potencial como indicador bioestratigráfico para el Pérmico Superior debido a su rango temporal acotado, y morfología característica, aunque aquellos elementos mal preservados pueden conllevar a la clasificación errónea por especímenes de *Plumsteadia* (Adendorff, 2005).

PLUMSTEADIA. El amplio espectro temporal y geográfico (Maheshwari, 1965, 1968a; White, 1964; Rigby, 1962, 1969, 1971, 1978; Kyle, 1974; Chandra y Surange, 1977; Srivastava, 1978; McLoughlin, 1990a; Lacey *et al.*, 1975; Benecke, 1976; Anderson y Anderson, 1985; Adendorff, 2005; Cariglino *et al.*, 2009) que presenta este género lo convierte en un taxón de baja a nula utilidad como índice bioestratigráfico.

GONOPHYLLOIDES. Género hasta el momento registrado en el Pérmico Inferior de India, Sudáfrica, Australia, y con duda para el Pérmico Medio de Antártida. El de La Golondrina es el primer registro de este género para Sudamérica. Su potencial como indicador bioestratigráfico es alta, dada las particulares características que lo distinguen (base cordada, ala festoneada delgada).

SCUTUM. Este género ha sido registrado en el Pérmico Superior de India (Surange y Chanda, 1974a), Australia (McLoughlin, 1990a), y el Pérmico Inferior de Sudáfrica (Plumstead, 1952, 1956a, 1958; Anderson y Anderson, 1985; Adendorff, 2005). Como ocurre con *Plumsteadia*, el amplio espectro temporal y geográfico que presenta este género hace que tenga poca utilidad como índice bioestratigráfico. Sin embargo, a nivel específico, puede ser un indicador más preciso. En el caso de *Scutum elongatum* Surange y Chandra, su registro proviene del Pérmico Superior de India.

BIFARIALA. Los elementos previamente asignados como *Hirsutum intermittens* en las distintas localidades Gondwánicas donde se hayan hallado deben ser revisadas, y de ser necesario, reubicadas en el nuevo género *Bifariala* (ver Adendorff, 2005; Prevec *et al.*, 2008). Hasta el momento, presenta registro en el Pérmico Inferior de Sudáfrica, por lo que el material descrito para La Golondrina representa una novedad en su distribución geográfica.

SENOTHECA. Género presente en el Pérmico Superior de India, Australia, y Antártida (Banerjee, 1969; Rigby, 1978; McLoughlin, 1990b). El ejemplar de La Golondrina es el primer representante de este género para Sudamérica. Debido a su particular morfología (fructificación elongada de receptáculo reducido con hileras de óvulos a los lados, y ala delgada ancha), y su amplia distribución en Gondwana, *Senotheca* puede ser considerada un indicador bioestratigráfico para el Pérmico Tardío.

OTTOKARIA. Género común en el Pérmico Inferior de Gondwana (White, 1908; Thomas, 1921; Plumstead, 1956b; Menéndez, 1962; Srivastava, 1978; Pant y Nautiyal, 1984; Barreda and Césari, 1995; Bernardes de Oliveira *et al.*, 2000; Adendorff, 2005), aunque en menor medida, también se registra en el Pérmico Medio de Antártida (Schopf, 1976) y Superior de India y Australia (Banerjee, 1978; White, 1978; McLoughlin, 1990b). Más precisamente, *O. inglisensis* McLoughlin (semejante al ejemplar Lil 101) proviene del Pérmico Superior de Australia (McLoughlin, 1990b), mientras que *O. zeilleri* Pant y Nautiyal (semejante al ejemplar MPM-Pb 4852), del Pérmico Inferior de India. Su

potencial como indicador bioestratigráfico a nivel género es bajo dado su amplia distribución temporal, sin embargo, a nivel específico, puede tener utilidad.

LIDGETTONIA. Género típico del Pérmico superior, presente en Australia, India y Sudáfrica (Thomas, 1958; Surange y Maheshwari, 1970; Holmes, 1974; Surange y Chandra, 1974a, b, 1975; Lacey *et al.*, 1975; Chandra y Surange, 1977; White, 1978; Anderson y Anderson, 1985; Adendorff, 2005; Prevec *et al.*, 2009). El ejemplar hallado en La Golondrina es el primer registro para Sudamérica. Utilizado como indicador bioestratigráfico para el Pérmico Tardío, dada su morfología particular y el rango temporal acotado que presenta.

ARBERIA. Género típico del Pérmico Inferior, se encuentra ampliamente distribuido en todo Gondwana (White, 1908; Rigby, 1972; Archangelsky y Arrondo, 1973; Chandra y Srivastava, 1981; Archangelsky *et al.*, 1995; Bernardes de Oliveira *et al.*, 2000; Adendorff, 2005; Gallego *et al.*, 2008), a excepción de la Antártida, por lo que se lo considera un útil indicador bioestratigráfico para el Pérmico Temprano. Por el momento, y hasta tanto no se hallen ejemplares mejor preservados, su presencia en la Formación La Golondrina es dudosa.

A partir de todo lo expuesto, se puede señalar que las fructificaciones de glossopterídeas halladas en la Formación La Golondrina – todas ellas provenientes del miembro medio – abarcan, en conjunto, todo el Pérmico. Sin embargo, entre los géneros más comunmente considerados como indicadores bioestratigráficos confiables, debido a que han sido consistentemente hallados en las mismas unidades litoestratigráficas se pueden mencionar a *Dictyopteridium*, *Lidgettonia*, y *Senotheca*, todos ellos presentes en el Pérmico Superior. El género *Arberia* es también considerado un indicador bioestratigráfico confiable del Pérmico Inferior, sin embargo, su presencia en la Formación La Golondrina no está del todo confirmada. A nivel específico, el registro de *Scutum* cf. *S. elongatum* (especie del Pérmico Superior de India), y un ejemplar de *Ottokaria* (que si bien por su

estado fragmentario no fue específicamente asignado, pero por las características que presenta sería afín a *O. inglisensis*) aportarían de más evidencias para especular con una edad Pérmico Medio-Tardío al menos para el miembro Laguna Polina.

5.5 – *Discusión general*

Propuesta bioestratigráfica para la Formación La Golondrina

A partir del hallazgo de *Asterotheca singeri* tanto en el miembro medio (Laguna Polina) como en el inferior (Laguna Lillo), la biozona homónima, que caracterizaba al miembro superior (Dos Hermanos) de la Formación La Golondrina, perdería validez tal como fuera definida originalmente (“*Asterotheca singeri es la única especie exclusiva de la zona*” Archangelsky y Cúneo, 1984: 147). Por otra parte, la zona de *Dizeugotheca waltonii*, asignada para definir la flora del miembro medio de la Formación La Golondrina, ya no tiene con exclusividad a la especie *Asterotheca golondrinensis*, hallada en la cuenca de Tepuel Genoa. Asimismo, *Glossopteris retifera* y *Gangamopteris castellanosii* fueron encontradas en el miembro superior y el inferior, respectivamente, por lo que tampoco servirían como elementos que caractericen a la zona de *D. waltonii*. Dadas estas condiciones, se sugiere redefinir a las biozonas propuestas por Archangelsky y Cúneo (1984; ver Cuadro I), tomando en cuenta los nuevos elementos reconocidos para el miembro inferior también (Cuadro V).

De los tres tipos de biozonación aceptados por el Código Argentino de Estratigrafía (1992), la de *asociación* sería la que mejor define la distribución estratigráfica de las distintas especies presentes en la Formación La Golondrina, dado que como ocurrió recientemente a partir de las campañas al área, la presencia/ausencia de los taxa en los distintos miembros no está definida. A partir de esto, se podrían definir tres biozonas, una para cada uno de los miembros (inferior, medio y superior), caracterizados de la siguiente forma:

Biozona 1: No presenta especies exclusivas (se excluye a *Lilpopia* sp. por ser un único ejemplar), pero sí se caracteriza por la predominancia de *Gangamopteris* por sobre *Glossopteris*, la aparición de *Megistophyllum leanzai*, y la presencia de helechos pecopterídeos mayormente de pínulas pequeñas (ej., *Asterotheca* sp. 3). Es la primera vez que se describen fósiles para el miembro inferior, por lo que se sugiere mantener a esta biozona bajo una denominación abierta, hasta que se realicen más hallazgos que la puedan definir con mayor precisión (Cuadro V).

Se propone como sección tipo para esta biozona al Perfil Laguna Lillo descrito por Jalfin (1987: 27), paraestratotipo de la Formación La Golondrina realizado en dicha laguna donde se encuentran representados los miembros inferior y medio.

Biozona 2 (biozona de *Dizeugotheca waltonii* de Archangelsky y Cúneo, 1984). La biozona de *D. waltonii* fue originalmente propuesta para definir la asociación del miembro medio Laguna Polina (*sensu* Jalfin, 1987). Esta zona se caracteriza por la presencia exclusiva de los taxones *Annularia kurtzii*, *Dichotomopteris hirundinis*, *D. ovata*, *Glossopteris stricta*, y *Eremopteris golondrinensis*. A su vez, marca la aparición de *Dizeugotheca waltonii*, y en ella predominan las fructificaciones de glossopterídeas (hasta el momento, sólo halladas en el miembro medio). Por último, es el techo de todas las especies de *Gangamopteris*, las cuales se ven claramente reemplazadas en número y abundancia por las *Glossopteris*. La asociación caracterizada por Archangelsky y Cúneo (1984) se ratifica en este estudio, aunque se sugiere mantener abierta su denominación, dado que la especie que le da nombre (*D. waltonii*), no es exclusiva de ésta, ya que su rango alcanza el miembro superior (Cuadro V).

Para esta biozona, se propone mantener como sección tipo al Perfil Laguna Polina de Jalfin (1987: 25), holoestratotipo de la Formación La Golondrina, realizado en la orilla norte de dicha laguna, y donde se encuentran representados los miembros medio y superior.

Biozona 3 (biozona de *Asterotheca singeri* de Archangelsky y Cúneo, 1984). La biozona propuesta por Archangelsky y Cúneo (1984) definía originalmente la asociación

específicamente más empobrecida del miembro superior (*sensu* Jalfin, 1987). Al ser hasta el momento *A. singeri* la especie exclusiva, le daba nombre a la biozona. Sin embargo, el reciente hallazgo de esta especie en los miembros inferior y medio de la formación, invalidarían su denominación, por lo que también se propone dejar su denominación abierta. Esta biozona se caracteriza (además de un claro empobrecimiento de la flora en general comparado con la biozona anterior), por la predominancia de las especies *Glossopteris damudica*, *G. retifera*, y *Asterotheca golondrinensis*, la total ausencia de especies de *Gangamopteris*, y por ser el techo de distribución de la especie *Asterotheca anderssonii* (Cuadro V).

Para la biozona 3, se propone mantener como sección tipo al Perfil Dos Hermanos (Jalfin, 1987: 28), paraestratotipo de la Formación La Golondrina, realizado en la localidad de Dos Hermanos, donde se encuentra representado el miembro superior.

Cuadro V – Nueva propuesta bioestratigráfica para la Formación La Golondrina, comparada con las zonas florísticas del Pérmico argentino, basado en Archangelsky y Cúneo (1984) y Archangelsky *et al.* (1996b, c). Edades de acuerdo a la IUGS (2009).

Geocronología		Santa Cruz	Chubut	Córdoba, La Rioja, San Luis	Mendoza, La Pampa	Buenos Aires	Islas Malvinas	
Cuenca		La Golondrina	Tepuel Genoa	Paganzo	San Rafael	Sas. Australes	Malvinas	
Pérmico	Lopingiano	Changhsingiano 253.8±0.7	Fm. La Juanita?					
		Wuchiapingiano 260.4±0.7	Biozona 3					
		Capitaniano 265.8±0.7	Biozona 2					
	Guadalupiano	Wordiano 268.0±0.7	Biozona 1					
		Roadiano 270.6±0.7					<i>Glossopteris</i>	
		Kunguriano 275.6±0.7					<i>Glossopteris</i>	
	Cisuraliano	Artinskiano 284.4±0.7		<i>Ginkgoites eximia</i>				
		Sakmariano 294.6±0.8		<i>Nothorhacopteris chubutiana</i>	<i>Gangamopteris</i>	<i>Gangamopteris</i>		
		Asseliano 299.0±0.8						

Edad para la Formación La Golondrina

Entre las numerosas especies novedosas para la Formación La Golondrina, figuran 9 fructificaciones de glossopterídeas, con la potencial presencia de un género más (*Arberia*), de confirmarse con material mejor preservado su presencia definitiva. Curiosamente, muchas de estas fructificaciones fueron halladas a través de la revisión de material de colección (LIL y BA-Pb principalmente). El hallazgo y posterior reconocimiento de tales ejemplares es de suma importancia para el análisis bioestratigráfico de la flora de La Golondrina, debido a que su presencia en otras localidades gondwánicas permite su correlación temporal con mayor precisión que utilizando elementos aislados o estériles.

Además del uso de especies determinadas como indicadoras cronoestratigráficas, existen algunas evidencias de base biológica que suelen ser utilizadas como indicadores temporales. Por ejemplo, se suele considerar que existe una correlación positiva entre el número y complejidad de las glossopterídeas estériles y fértiles con el avance temporal a lo largo del Pérmico (Bajpai, 2001; Retallack *et al.*, 2005; Shi *et al.*, 2010). La presencia de abundantes fructificaciones en la Formación La Golondrina aportaría evidencia para inferir una edad neopermiana. Al considerar a las fructificaciones de la Formación La Golondrina como indicadores bioestratigráficos de utilidad, surgen problemas de importancia relacionados en cuanto al número en la que éstas se hallan (con escasas excepciones, hay un solo ejemplar de cada especie), y la preservación que presentan (ya sea por su estado fragmentario o mala preservación en general del ejemplar). Sin embargo, la inequívoca presencia de géneros típicos del Pérmico Tardío como *Dictyopteridium*, *Lidgettonia* y *Senotheca*, proveen evidencia de peso suficiente como para estimar una edad pérmica media-tardía con seguridad a partir del miembro medio (Laguna Polina) de la Formación La Golondrina (Cuadro V).

Otras evidencias comúnmente utilizadas como indicadores temporales por algunos autores incluyen la evolución en el patrón de venación de las hojas de *Glossopteris*, donde se considera como “avanzado” la presencia de celdas bien definidas, con anastomosis numerosas y complejas (Anderson y Anderson, 1985; Srivastava, 1992; Melchor y Césari,

1997; Singh, 2000; Maheshwari y Bajpai, 2001; Goswami *et al.*, 2006b; Iannuzzi, 2010; Srivastava y Agnihotri, 2010a, b). También se considera la presencia de *Palaovittaria* y *Gangamopteris* como indicadores del Pérmico más temprano (Anderson y Anderson, 1985; Pant, 1996; Srivastava y Agnihotri, 2010a), aunque su ocurrencia – si bien considerablemente en menor abundancia – también se ha registrado en el Pérmico Medio y Superior en distintas localidades de Gondwana (Retallack *et al.*, 2005; Srivastava y Agnihotri, 2010a).

Por otra parte, *Dizeugotheca* es un género que se encuentra mayormente en rocas del Pérmico Superior (Rösler, 1978a, b; Vieira *et al.*, 2004, 2005a, b; Goswami *et al.*, 2006a). En la Formación La Golondrina está representado hasta el momento por tres especies. Semejante es el caso de *Sphenophyllum speciosum* (= *Trizygia speciosa*) cuya ocurrencia es mayormente indicativa de un Pérmico avanzado, al ser una especie hallada en abundancia en estratos del Pérmico Superior en todo Gondwana (Anderson y Anderson, 1985; McLoughlin, 1992; Goswami *et al.*, 2006b; Prevec *et al.*, 2010; Shi *et al.*, 2010; Srivastava y Agnihotri, 2010b).

La presencia de fructificaciones típicamente reconocidas para el Pérmico Inferior de Gondwana, como ser *Arberia*, *Gonophylloides* y *Bifariata*, plantean un problema al tratar de acotar la edad para la Formación La Golondrina. Estos géneros, especialmente *Arberia*, son reconocidos como buenos indicadores del Pérmico Temprano (Rigby, 1972; Chandra y Srivastava, 1981; Archangelsky *et al.*, 1995; Bernardes de Oliveira *et al.*, 2000; Adendorff, 2005; Gallego *et al.*, 2008). Sin embargo, cabe destacar que la presencia de *Arberia* no está totalmente confirmada para la Formación La Golondrina, ya que como ha sido previamente mencionado, el material en el cual se basa su posible registro se encuentra pobremente preservado. Respecto a *Gonophylloides* y *Bifariata*, Adendorff (2005) y Prevec *et al.* (2008) redescubrieron y emendaron las diagnósticos de ambos géneros, por lo que se sugiere que hasta en tanto no haya sido revisado todo el material de las distintas localidades gondwánicas que registren '*Hirsutum*' *intermittens* (ahora *Bifariata intermittens*) y especímenes de *Plumsteadia* que presenten una base cordada y ala marcada, no sean

utilizados como indicadores bioestratigráficos. Una vez llevada a cabo la revisión de dicho material y en caso de confirmarse su presencia en el Pérmico Inferior del resto de Gondwana, el de la Formación La Golondrina podría estar representando el primer registro para el neopérmico, perdiendo su utilidad como indicadores bioestratigráficos.

Asimismo, está generalmente aceptado que aquellas floras con una baja biodiversidad se desarrollaron o muy tempranamente durante el Pérmico o en momentos posteriores pero bajo condiciones menos favorables, como aquellas que se desarrollaron a altas latitudes (Gee, 1989; McLoughlin *et al.*, 1997, 2005; Retallack *et al.*, 2005; Shi *et al.*, 2010). Las tafofloras de las localidades antárticas serían un claro ejemplo de lo segundo; la mayoría presenta elementos claramente representativos del Pérmico Tardío (por ejemplo, *Senotheca*, *Rigbya*, *Dictyopteridium*), pero el número de especies presentes es considerablemente menor al de aquellas floras que se desarrollaban en el mismo tiempo, a latitudes más favorables. Estudios palinológicos y sedimentológicos llevados en las localidades antárticas aportan aún más evidencia para confirmar una edad Pérmica mediatardía para estas tafofloras (McLoughlin *et al.*, 2005; Retallack *et al.*, 2005). Por otra parte, aquellas floras representativas del Pérmico más Tardío (Lopingiano tardío) también suelen estar pobremente diversificadas, lo que sería indicativo de cambios ambientales tendientes a una aridización (Gastaldo *et al.*, 2005; Prevec *et al.*, 2010; Shi *et al.*, 2010).

La mayoría de las unidades litoestratigráficas argentinas tomadas en cuenta para este estudio representan el Pérmico Temprano (Cuadro I). La única excepción es la Formación Carapacha (Cuenca San Rafael, Provincia de La Pampa). La flora descrita por Melchor y Césari (1997) presenta un alto número de especies de *Glossopteris*, todas con un patrón de venación complejo, y en esta flora también registraron un ejemplar de *Dictyopteridium sporiferum*. Si bien ni a nivel genérico como específico se hallaron grandes congruencias entre las tafofloras de La Golondrina con la de Carapacha, a partir de los elementos presentes (Cuadro III), entre las floras pérmicas de la Argentina, la de Carapacha sería la más afín a la de La Golondrina. El registro de nuevas fructificaciones de

glossopterídeas para la Formación La Golondrina, hace que la afinidad de esta flora con otras floras pérmicas sea mayor con aquellas no sudamericanas. Tanto a nivel genérico, como específico, la mayor cantidad de elementos comunes presentes en La Golondrina se dieron con aquellas floras de las cuencas Pérmicas de India, y cercanamente a éstas, con las de Sudáfrica y Australia (Cuadros II, III; Anexo I).

Claramente, esto está fundado principalmente por las especies de fructificaciones aquí descriptas. Si bien todas las floras consideradas tienen como elementos predominantes las hojas de *Glossopteris*, es en las cuencas no sudamericanas donde se han registrado mayor número de elementos glossopterídeos fértiles. Es a partir de estos elementos, que se genera una mayor afinidad de la flora de La Golondrina con aquellas no sudamericanas. Posibles razones que puedan explicar esto incluyen un sesgo en los métodos de colección, el difícil acceso a algunas de estas floras (Islas Malvinas), o una menor área de afloramiento expuesta (Antártida, aunque el registro de fructificaciones para las localidades antárticas es considerablemente numeroso). También, podría influir el hecho que las glossopterídeas se diversificaron con intensidad a partir de fines del Pérmico Temprano, alcanzando su acmé en el Pérmico Medio y Superior, para decaer en número nuevamente hacia fines del Permiano. En este trabajo se sostiene que la ausencia de elementos fértiles en la mayoría de las floras pérmicas de Argentina está dada principalmente por un sesgo en la colección, y que a partir de campañas llevadas a cabo en estas formaciones, con un especial énfasis puesto en el hallazgo de fructificaciones, la diversidad de éstas puede aumentar considerablemente. Hasta tanto esto no se realice, la Formación La Golondrina seguirá presentando una mayor afinidad con aquellas floras de India, Sudáfrica y Australia, más que con las de otras cuencas argentinas y sudamericanas.

En base a todo lo mencionado, y tomando en cuenta la distribución estratigráfica de las distintas especies en cada miembro de la Formación La Golondrina (Cuadro IV; Anexo I), se propone acotar los tiempos en que la flora del *miembro inferior* se habría desarrollado hacia fines del Cisuraliano y principios del Guadalupiano (Artinskiano-Roadiano?),

mientras que la del *miembro medio* lo habría hecho desde el Guadalupiano al Lopingiano (Roadiano-Wuchiapingiano?). El *miembro superior*, por ende, habría tenido su desarrollo a finales del Pérmico, durante el Lopingiano (Wuchiapingiano-Changhsingiano?). Aún desconociéndose cualquier tipo de indicio que pueda ayudar a asignar la edad de la Formación La Juanita (conformantemente suprayacente a la Formación La Golondrina) se propone una edad de Pérmico más superior, casi en el límite con el Triásico para tal formación (Cuadro V).

Entre la evidencia que reforzaría una edad Cisuraliano tardío – Guadalupiano para el miembro inferior (Laguna Lillo) se pueden mencionar la presencia predominante de *Gangamopteris* spp. sobre *Glossopteris* spp., la ausencia de especies mayormente representativas del Pérmico Medio-Superior, como *Sphenophyllum speciosum*, y especies de *Dizeugotheca* (únicamente *D. neuburgiae* presente), así como la ausencia total de fructificaciones de glossopterídeas típicas del Pérmico Superior, como *Dictyopteridium*, *Senotheca*, o *Lidgettonia*.

Entre las razones que apoyarían una edad Guadalupiano – Lopingiano para el miembro medio Laguna Polina se cuentan el aumento en la diversidad de especies comparado al miembro inferior, la abundante presencia de tipos de glossopterídeas tanto de sus partes estériles como fértiles, donde se entremezclan especies de *Gangamopteris* con *Glossopteris* de tipo avanzado (en cuanto al tipo de venación), fructificaciones típicas del Pérmico más alto (*Dictyopteridium*, *Senotheca*, *Lidgettonia*), y especies comúnmente reconocidas como indicadoras de un Pérmico medio-superior, como *Sphenophyllum speciosum* y *Dizeugotheca* spp.

Por último, la disminución en la diversidad de especies en el miembro superior comparada a la que había en el miembro medio, la total ausencia de especies de *Gangamopteris*, y la presencia de especies de *Dizeugotheca*, y *Sphenophyllum speciosum*, aportarían evidencias para suponer una edad Lopingiana para el miembro Dos Hermanos.

En resumen, la edad propuesta para la Formación La Golondrina abarcaría desde el Cisuraliano tardío al Lopingiano (Cuadro V), reconfirmando lo sugerido por Archangelsky (1992), Archangelsky *et al.* (1996a, b), Andreis y Archangelsky (1996), y Andreis (2002), y utilizando como escala temporal la propuesta por la IUGS (2009). Esto se evidencia tanto a través de la mezcla de elementos de amplia distribución estratigráfica, como la de unos pocos elementos diagnósticos que puedan ser utilizados para afirmar con una mayor precisión el tiempo en el que la taoflora de La Golondrina se desarrolló, en este caso, mayormente representados por fructificaciones de glossopterídeas (*Dictyopteridium*, *Lidgettonia*, y *Senotheca*) indicativas del Pérmico Tardío. Hasta el presente, ningún análisis palinológico llevado a cabo para sedimentos de La Golondrina dio resultados que puedan ayudar a establecer con mayor precisión el lapso temporal en el cual la flora de La Golondrina se desarrolló.

5.6 – ¿Flora de Glossopteris, flora Mixta, o flora de La Golondrina?

El Paleozoico Superior ha sido históricamente dividido en 4 provincias florísticas mayores (Li, 1986; Archangelsky, 1990; Ziegler, 1990; Wnuk, 1996; McLoughlin, 2001; McAllister Rees *et al.*, 2002; Srivastava y Agnihotri, 2010b): Euroamerica, Angara, Cathaysia, y Gondwana (Fig. 11).

De acuerdo a Wnuk (1996), estas “provincias fitogeográficas” podían ser definidas en base a una distribución paleogeográfica de taxa distintiva, a nivel de familia (por ejemplo, Gigantopterídeas para Cathaysia, y Glossopterídeas para Gondwana). Las “provincias” estarían a su vez divididas en distintas “regiones”, definidas en base a una distribución paleogeográfica de taxa distintiva a nivel genérico y específico (por ejemplo, la provincia Gondwánica tendría una región de *Gangamopteris*, indicativa de un clima más frío, y una de *Glossopteris*, indicativa de un clima más templado).

El mismo autor menciona, asimismo, los distintos problemas que surgen al utilizar elementos florísticos para reconstrucciones paleogeográficas (explicado en mayor detalle en Raymond *et al.*, 1985). Entre los problemas más comunes (Wnuk, 1996: 7), se encuentran (1) la diversidad ficticia generada a partir de elementos disociados que en realidad pertenecen a un mismo organismo (por ejemplo, hojas de *Glossopteris* sp y fructificaciones); (2) el uso de nomenclaturas regionales que generan floras artificialmente diferentes; y (3) variados sesgos en el protocolo de colección que pueden provocar que una flora “mejor estudiada” presente mayor diversidad que una que no lo fue, entre otros.

En relación al primer punto, pareciera inevitable que en tanto las partes no sean halladas en evidente conexión orgánica, se genere una diversidad mayor a la real en base a los elementos disociados hallados. Lamentablemente, este es un hecho recurrente – en mayor o menor medida – en análisis paleobotánicos de todos los tiempos y regiones.

Respecto al segundo punto, hallamos un claro ejemplo en Meyen (1969), McLoughlin (1992), McLoughlin y Drinnan (1996), Singh *et al.* (2007), y Srivastava y Agnihotri (2010b), acerca de la mención sobre si utilizar *Cordaites* para hojas de forma espatulada con una marcada venación paralela presentes en sedimentos del hemisferio norte (Euramerica), o *Noeggerathiopsis*, para las mismas hojas pero que se encuentran en el hemisferio sur (Gondwana). Si bien hay una base anatómica y morfológica que justificaría su separación genérica (Srivastava, 1992; McLoughlin y Drinnan, 1996), algunos autores prefieren mantener a todos los ejemplares de este tipo bajo el nombre de *Cordaites* (Meyen, 1969; Rigby *et al.*, 1980), aduciendo que las diferencias morfológicas se podrán o no identificar en base al tipo y estado de preservación del fósil.

Por último, y al respecto del tercer punto, un ejemplo se hizo mención previamente en esta tesis (ver 4.5), en relación a la mayor afinidad de la flora de la Formación La Golondrina que este estudio demuestra tener con floras no-Sudamericanas, y que potencialmente, esto podría deberse a recientes campañas llevadas a cabo a la zona por la autora, donde se hizo especial énfasis en la colección de elementos novedosos, entre los cuales se recuperaron abundantes fructificaciones de glossopterídeas, cuyo registro sigue

siendo escaso a nulo en el resto de las floras Sudamericanas utilizadas en la comparación de elementos florísticos.

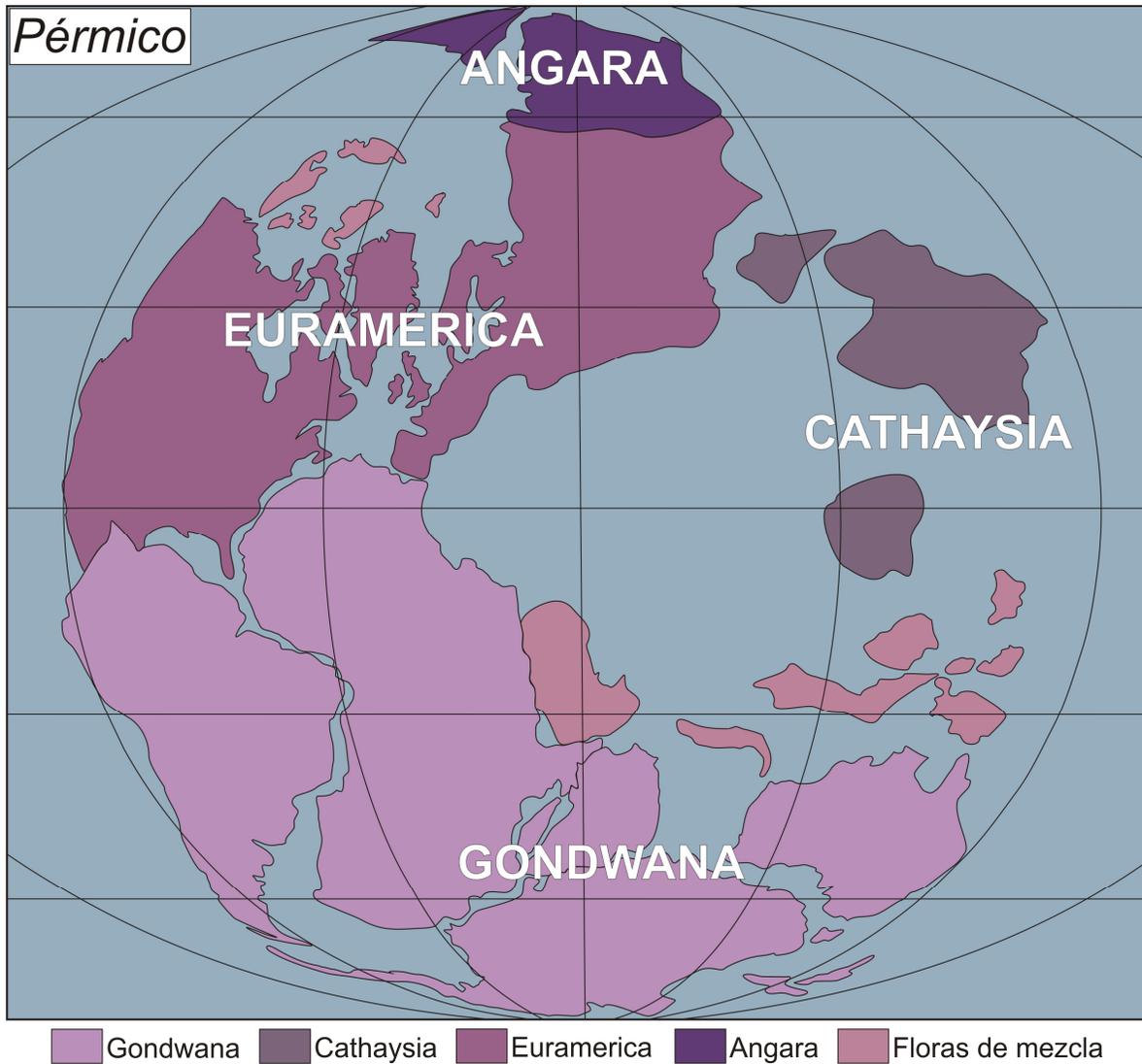


Figura 11 - Reconstrucción paleogeográfica del Pérmico, con sus provincias fitogeográficas (Modificado de McAllister Rees *et al.*, 2002).

Desde que fuera primeramente descrita por Archangelsky (1959a), se reconocieron tanto elementos típicamente gondwánicos (Glossopterídeas en general), como nórdicos (Sphenophyllales y varios helechos, entre otros) en la tafoflora de La Golondrina. Es por ello, que se la suele considerar desde entonces como una “*flora de mezcla*” (Archangelsky, 1959a: 117 – si bien no utilizó esos términos, infiere la mezcla de elementos típicos de Gondwana con otros del hemisferio norte –; Arrondo, 1972: 35; Archangelsky y Cúneo, 2002: 402), aún si los elementos gondwánicos se encontraban en clara predominancia. Era precisamente la presencia de estos elementos de origen nórdico los que diferenciaban a la tafoflora de La Golondrina de aquellas otras floras Pérmicas Argentinas (Sierras Australes, Malvinas) consideradas como “Floras de *Glossopteris*” ‘puras’ (Archangelsky *et al.*, 1996b).

Entre los géneros presentes en la Formación La Golondrina considerados típicamente nórdicos, se destacan los helechos pecopterídeos (*Pecopteris*, *Asterotheca*), *Sphenopteris*, *Chiropteris*, *Eremopteris*, *Annularia*, *Phyllothea* y *Cordaites* (= *Noeggerathiopsis*). A través de estudios actualizados llevados a cabo en subsecuentes revisiones, varios elementos que originalmente habían sido descritos bajo géneros nórdicos, fueron posteriormente ubicados bajo una identidad propia de flora Gondwánica (Srivastava y Agnihotri, 2010b). Ese fue el caso para helechos como *Neomariopteris* (*Sphenopteris*) *polymorpha* Maithy (1974a, 1977), *Damudopteris* sp. [género propuesto para aquellos ejemplares de *Neomariopteris polymorpha* fértiles (Chandra y Rigby, 1983)], y *Dichotomopteris* (*Merianopteris*) sp. Maithy (1974b), entre otros.

Algunas de estas reasignaciones han sido avaladas en el material de La Golondrina. Sin embargo, hay algunos casos donde se ha preferido mantener una nomenclatura abierta a futuro cambio, al no considerarse que la evidencia fósil sea suficiente como para asignar con certeza una especie determinada. Es el ejemplo de *Sphenopteris* sp. II, que desde que fuera descrito por Archangelsky (1959a), hasta la fecha, no se ha podido establecer con certeza a qué especie pertenece, dada la ausencia de material fértil.

En otros casos donde las asignaciones son también debatibles, se ha preferido mantener el nombre de *Cordaites* (= *Noeggerathiopsis*) *hislopi* para aquellos ejemplares de morfología claramente cordaital, pero en los que no se ha podido observar con certeza la presencia de venillas entre las venas paralelas primarias. Dado que esto se puede deber exclusivamente a un tema de preservación, y al no contar con hojas completas ni con cutícula presente, se considera riesgoso determinar su asignación a uno u otro género, aún si varios autores prefieren utilizar *Noeggerathiopsis* para referirse a los ejemplares Gondwánicos (Singh *et al.*, 2007).

La diferencia entre los géneros *Sphenophyllum* y *Trizygia* – éste último propuesto por Royle en 1839, sin especificar la razón para la separación de éstos – ha sido discutida por varios autores. Entre las variadas propuestas para la separación entre uno y otro género, se destacan la presencia de pares de hojas de distinto tamaño en *Trizygia*, no así en *Sphenophyllum* (Arber, 1905); la disposición radial de éstas en *Sphenophyllum*, y de un lado del tallo en *Trizygia* (Feistmantel, 1879; Asama, 1970); y diferencias a nivel cuticular (Maheshwari, 1974). En una breve revisión de la historia de ambos géneros, McLoughlin (1992) sugirió que hasta tanto no se encuentren especímenes en conexión orgánica con su parte fértil, la afinidad natural entre las formas gondwánicas y nórdicas no podrá ser determinada. Asimismo, este autor prefirió utilizar *Trizygia* para las formas gondwánicas, sin mayores precisiones. Posteriores hallazgos de especies de *Sphenophyllum* en Gondwana con un patrón de hojas asimétricas dispuestas radialmente en el tallo (Srivastava y Agnihotri, 2010b), refutarían los caracteres sugeridos para separar a ambos géneros. Es por esta razón, además de la ausencia de cutículas preservadas que puedan ser analizadas, que aquí prefiere mantenerse en uso *Sphenophyllum speciosum* en lugar de *Trizygia speciosa* para describir aquellos ejemplares de sphenophyllales halladas en La Golondrina que presentan 3 pares de hojas de distinto tamaño, y donde se observa que la disposición de éstas es radial y no asimétrica, dada la prioridad que tiene *Sphenophyllum* sobre *Trizygia*.

Por todo lo aquí expuesto se podría plantear la pregunta acerca de si la presencia de géneros y especies nórdicas en floras Gondwánicas hacen necesariamente de éstas “*floras*

de mezcla". Según Archangelsky y Arrondo (1967), las floras de mezcla se podían explicar a través de tres hipótesis: (1) las tafofloras con elementos "nórdicos" serían más antiguas que aquellas consideradas floras "*puras de Glossopteris*", (2) los elementos "nórdicos" se habrían originado independientemente por homoplasia (evolución paralela, en este caso), y (3) los elementos "nórdicos" habrían migrado a zonas marginales de Gondwana con características climáticas similares. De acuerdo a lo planteado, la hipótesis 1 no explicaría la presencia de elementos del norte en la tafoflora de la Formación de La Golondrina, dado que existían varias cuencas más antiguas (del Pérmico Inferior, como la flora de la Formación Bonete, en la Cuenca Sierras Australes) que poseían una flora exclusivamente de *Glossopteris*. Archangelsky y Arrondo (1967) prefirieron explicar la presencia de elementos nórdicos en floras gondwánicas a través de la hipótesis 3 (migración), sugiriendo que si bien paralelismos habrían sucedido en algunos casos, en tanto no hubieran estudios filogenéticos, se considerara esta hipótesis con precaución. Para estos autores, la presencia de helechos (pecopterídeos y sphenopterídeos) era una clara evidencia de la cercanía entre las masas continentales que habrían posibilitado la migración de elementos entre el norte y el sur, explicando estas floras de mezcla.

Una propuesta diferente fue la sugerida por Asama (1967). En ella, propuso que la presencia de formas similares en continentes separados se debía meramente a procesos de homoplasia, más específicamente, a través de la evolución paralela de los elementos, lo que indicaría que éstos no habrían derivado de un ancestro común (por lo que no estaban filogenéticamente relacionados). La similitud entre elementos sería producida a través de un proceso de "retardamiento en el crecimiento", causado por condiciones paleoclimáticas de desmejoramiento a lo largo del Pérmico. Para ello, las pinnas de una planta pasarían por un proceso de fusión, alargamiento, o ambos, evolucionando de una forma tripinnada, a una bipinnada, hasta llegar finalmente a una hoja simple (Asama, 1967: 129). Esto explicaría, por ejemplo, las semejanzas entre hojas de *Glossopteris* (Gondwana) y *Gigantopteris* (Cathaysia), y la presencia de elementos como *Schizoneura* o *Sphenophyllum speciosum* (Asama, 1966) en floras de Gondwana y Cathaysia.

Por último, en el mismo volumen, Meyen (1967) propuso que si bien la presencia de elementos en floras de distintos continentes se podía explicar por homoplasia (*Phyllothea*, *Schizoneura*, entre otros), procesos de intercambio a través de migración de elementos también habrían sido de importancia para explicar estas floras de mezcla.

Si se considera cuáles son aquellos elementos que históricamente han sido designados con nombres típicamente nórdicos, observamos que en todos los casos, están referidos a elementos estériles. Sin embargo, cuando algunos de estos elementos fueron hallados con sus partes fértiles, o bien, re-estudiados encontrándose diferencias significativas entre los nórdicos y gondwánicos, fueron posteriormente reasignados, utilizándose para ellos un nombre distinto de aquellos conocidos para otras floras no-gondwánicas. Tal cual fue sugerido por McLoughlin (1992), hasta tanto no se encuentren las partes fértiles de aquellas partes estériles conocidas, no se puede más que asumir una semejanza superficial de los elementos presentes en La Golondrina (y cualquier otra flora Gondwánica), que bien puede deberse a la evolución paralela de especies distintas en condiciones ambientales semejantes.

En el caso particular de la flora de la Formación La Golondrina, la presencia de elementos tanto “nórdicos” como gondwánicos (los cuales se hallan además en clara predominancia), serían indicio que ésta es una “*flora de mezcla*”. Sin embargo, a medida que se encuentren más ejemplares con sus partes fértiles, mejores descripciones y asignaciones correctas podrán ser llevadas a cabo (por ejemplo, Archangelsky *et al.*, 2004), con lo que se especula que esta flora, como muchas otras, mostrará claras diferencias con las nórdicas, demostrando ser una *flora* típicamente *Gondwánica*.