

UCH-FC
MA6-B
C.331
C.1



**PALEOCLIMA Y DIVERSIDAD EN LA
PALINOFLORA DE LA FORMACIÓN
LIGORIO MÁRQUEZ**

Tesis

Entregada A La
Universidad De Chile
En Cumplimiento Parcial De Los Requisitos
Para Optar Al Grado De

Magíster en Ciencias Biológicas

Facultad de Ciencias

Por

Francy Milena Carvajal Landinez

Diciembre, 2013

Director de Tesis Dr: Luis Felipe Hinojosa Opazo

FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE CHILE
INFORME DE APROBACIÓN
TESIS DE MAGISTER

Se informa a la Escuela de Postgrado de la Facultad de ciencias que la Tesis de Magister presentada por el candidato.

FRANCY MILENA CARVAJAL LANDINEZ

Ha sido aprobada por la comisión de Evaluación de la tesis como requisito para optar al grado de Magíster en Ciencias Biológicas, en el examen de Defensa Privada de Tesis rendido el día 28 de Noviembre de 2013

Director de Tesis:

Dr. Luis Felipe Hinojosa

Comisión de Evaluación de la Tesis

Dr. Patricio Moreno

Dr. Rodrigo Villa





A la memoria de mi padre

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

RESEÑA BIOGRÁFICA



Nací en el Departamento de Santander, ubicado en la Cordillera Oriental de los Andes Colombianos y desde que era una niña he estado fascinada con la vegetación que se encuentra en esta región. Así inició mi interés y amor por la biología, ecología, geología y más adelante por la paleontología. Obtuve el grado de Biólogo de la Universidad Industrial de Santander (Colombia), mi tesis de grado estuvo enfocada en la población de *Quercus humboldtii* en el Parque Nacional Natural Yariguíes. El último año de mi carrera conocí el mundo de los macro y microfósiles, descubrí que podía ver un bosque entero y contar su historia a partir de una muestra de sedimento, a partir de ese momento, comenzó mi camino como micropaleontóloga. Inicé trabajando como Curadora de la Colección de Referencia de Polen y Esporas del Neotrópico, en el Instituto Colombiano del Petróleo, allí aprendí y gané experiencia práctica en morfología y taxonomía polínica. Luego, con la intención de conocer el mundo de la investigación, obtuve un Intership en Smithsonian Tropical Research Institute, allí me involucré en el uso de la palinología como proxy en la reconstrucción de la vegetación durante el Mioceno en Panamá. Allí entendí que necesitaba aprender a responder preguntas relacionadas con la reconstrucción paleoclimática y paleoecológica, es por esto que decidí iniciar el Programa de Postgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad de Chile, bajo la tutoría del Profesor Luis Felipe Hinojosa. Este trabajo es el resultado de ésta etapa de aprendizaje y esfuerzo continuo.

AGRADECIMIENTOS

A la vida por permitirme conocer y aprender del mundo que me rodea.

Al Doctor Luis Felipe Hinojosa por su apoyo, orientación, aporte continuo al desarrollo de este trabajo y por todas sus críticas constructivas.

A la Doctora Mirta Elena Quattrocchio, por su invaluable ayuda en la identificación polínica, por sus consejos y disposición a compartir su conocimiento y experiencia.

Al Doctor Carlos Jaramillo por todo su apoyo para iniciar mis estudios de Magíster y por sus aportes en la parte polínica, fueron de gran ayuda para este trabajo.

Al Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) por la beca otorgada para realizar mis estudios y al Proyecto Fondecyt 1120215 por la financiación para realizar este trabajo.

A los integrantes del Laboratorio de Paleoecología de la Universidad de Chile por su valiosa ayuda en terreno: Mauricio, Francisca, Juan Pablo y Felipe. A Francisca por su ayuda en la elaboración de los perfiles bioclimáticos.

Al Geólogo Vladimir Zapata por su inmensa ayuda en la redacción y edición del escrito, pero mucho más por su compañía y cariño constante en la distancia.

A mis amigos Angelo Plata y Millerlandy Romero, por sus aportes a la estructura del escrito, por las largas conversaciones que algunas veces terminaron en discusiones sobre la vida y la academia. Pero sobre todo, por ayudarme a ver oportunidades en donde hay obstáculos.

A mi madre y hermanas, por estar siempre presentes sin importar la distancia.

MIL GRACIAS...

ÍNDICE DE MATERIAS



	Pág.
ÍNDICE DE MATERIAS	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	III
ÍNDICE DE TABLAS	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VIII
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Hipótesis de trabajo.....	14
CAPÍTULO 2. MARCO GEOLÓGICO.....	17
2.1 Paleoambiente	18
2.2 Contactos y Edad	19
CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 Trabajo de campo.....	21
3.2 Trabajo de Laboratorio.....	24
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	36
4.1 Palinología Formación Ligorio Márquez.....	36
4.2 Redepósito en La Formación Ligorio Márquez (RW).....	48
4.3 Análisis de Diversidad	50
4.4 Estimación Paleoclimática	52
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....	71
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES	84
BIBLIOGRAFÍA	87

ANEXOS	99
ANEXO 1.....	100
LÁMINA 1	101
LÁMINA 2	103
LÁMINA 3	105
LÁMINA 4	107
LÁMINA 5	109
LÁMINA 6	111
ANEXO 2.....	113
ANEXO 3.....	117
ANEXO 4.....	127
ANEXO 5.....	131
ANEXO 6.....	138
ANEXO 7.....	145



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. (Zachos y col. 2001). Expone por medio de curvas la variación que el clima ha experimentado en una evolución significativa y compleja durante los últimos 65 (Ma).....	1
Figura 2. Faunas de mamíferos terrestres durante el Paleógeno en Suramérica (Woodburne y col. 2013).	4
Figura 3. Mapa de Patagonia, indicando las Cuencas Sedimentarias y localidades descritas en el texto.	7
Figura 4. Mapa de localización de la Formación Ligorio Márquez.....	13
Figura 5. Correlación litoestratigráfica de las secciones descritas de la Formación Ligorio Márquez (Yabe y col. 2006).....	18
Figura 6. Posición estratigráfica y edad de la Formación Ligorio Márquez, según diferentes autores (Tabla Cronoestratigráfica 2013).....	20
Figura 7. Área de estudio, punto donde se realizó el levantamiento estratigráfico y muestreo, (coordenadas geográficas 46° 45'S – 71° 50'W). Tomado y editado de Google Earth.....	22
Figura 8. Sección Estratigráfica Ligorio Márquez, localización muestras para palinología y detalles fotográficos de la secuencia.	23
Figura 9. Diagrama de flujo de preparación de muestras para análisis polínico.....	25
Figura 10. Diagrama de “Pariente Vivo más Cercano”. La franja naranja indica la zona coexistencia de los taxa A y B.	34
Figura 11. Porcentaje de Ocurrencia de la palinoflora de la Formación Ligorio Márquez (Total de individuos= 2814).....	36
Figura 12. Distribución y ocurrencia de Esporas, Gimnospermas, Angiospermas, Fungi y Algas a lo largo de la sucesión estratigráfica de la Formación Ligorio Márquez.....	40

Figura 13. Gráfica de Detrended Correspondence Analysis (DCA) y Mapa de localización de las Paleofloras en Patagonia.....	46
Figura 14. Diagrama de Análisis de Conglomerados (U1356).....	47
Figura 15. Curva de Riqueza de especies para las placas con > de 100 individuos en la Formación Ligorio Márquez. (1) 0.3 – 1.6 m (2) 2- 6.2 m (3) 5.5 – 10.....	51
Figura 16. Mapa con la probabilidad de ocurrencia para la familia Arecaceae.....	57
Figura 17. Zona de Coexistencia para las variables climáticas BIO1.....	58
Figura 18. Zona de Coexistencia para las variables climáticas BIO10.....	59
Figura 19. Zona de Coexistencia para las variables climáticas BIO11.....	60
Figura 20. Zona de Coexistencia para las variables climáticas BIO12.....	61
Figura 21. Zona de Coexistencia para las variables climáticas BIO16.....	62
Figura 22. Zona de Coexistencia para las variables climáticas BIO17.....	62
Figura 23. Zona de Coexistencia Palinozona I – Temperatura Media Anual.....	65
Figura 24. Zona de Coexistencia Palinozona I – Precipitación Media Anual.....	65
Figura 25. Zona de Coexistencia Palinozona II – Temperatura Media Anual.....	66
Figura 26. Zona de Coexistencia Palinozona II –Precipitación Media Anual.....	67
Figura 27. Zona de Coexistencia Palinozona III – Temperatura Media Anual.....	68
Figura 28. Zona de Coexistencia Palinozona III – Temperatura Media Anual.....	68
Figura 29. Zona de Coexistencia Palinozona III – Temperatura Media Anual.....	69
Figura 30. Zona de Coexistencia Painozona III – Temperatura Media Anual.....	69



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Relación de muestras examinadas: No. Muestra, posición en la sección Ligorio Márquez y código (numeradas de tope a base)	24
Tabla 2. Carta de Rangos Estratigráficos de 34 esporomorfos encontrados en el registro Palinológico de la Fm Ligorio Márquez.	44
Tabla 3A y B. Lista taxonómica de familias, géneros y especies identificadas, presentada por	54
Tabla 4. Intervalos de Coexistencia flora Ligorio Márquez	63

RESUMEN

En este trabajo se presenta el primer estudio palinológico y paleoclimático detallado de la Formación Ligorio Márquez (46° 45' S; 71° 50' W). Ligorio Márquez corresponde a una sucesión de areniscas y limolitas de origen continental, relacionado a ambientes fluviales, ricas en cuarzo, en capas gruesas a muy gruesas con intercalaciones de capas delgadas de carbón y materia orgánica que alcanza un espesor de hasta 55 m y registran los primeros depósitos del Paleoceno Superior/ Eoceno Inferior, identificados para la Cordillera Patagónica Central de Chile.

En esta tesis se abordó la pregunta ¿Cuál fue la respuesta de la vegetación de latitudes medias de Suramérica a los cambios climáticos durante el intervalo Paleoceno Superior – Eoceno Medio? Específicamente ¿Cómo varió la composición y diversidad de palinomorfos de la Formación Ligorio Márquez, durante éste intervalo?

Dos hipótesis fueron propuestas. En la primera de ellas se postulaba que si la Formación Ligorio Márquez se encuentra en la fase de calentamiento hacia el Óptimo climático del Eoceno Temprano, entonces deberían existir diferencias a nivel de composición y diversidad de palinomorfos, mostrando transición de una Paleoflora Gondwánica Tropical a una Gondwánica Subtropical y un aumento en la diversidad de palinomorfos. En la segunda hipótesis se postula que: Si la Formación Ligorio Márquez se encuentra después del Óptimo climático del Eoceno Temprano y variando hacia condiciones más frías del Eoceno medio, entonces deberían existir diferencias a nivel de composición y diversidad de palinomorfos, mostrando transición de una Paleoflora Gondwánica Tropical ó Gondwánica Subtropical a Mixta y una disminución en la diversidad de palinomorfos.

La asociación palinológica encontrada está formada por elementos de origen continental (polen y esporas), reconociéndose 88 morfoespecies, de los cuales 41 corresponden a polen de Angiospermas, 30 a esporas y 11 a polen de Gimnospermas. Los análisis de rarefacción muestran una disminución significativa de la diversidad de palinomorfos a lo largo de la columna muestreada y los análisis de correspondencia sin tendencias ubican a la palinoflora de Ligorio Márquez en una transición entre una Palinoflora Subtropical Godwánica a una Mixta. Estos resultados se refuerzan con las estimaciones paleoclimáticas, las cuales evidencian que la flora recuperada en los sedimentos de Ligorio Marquez varió entre temperaturas medias anuales de entre 17,3° y 21 °C para comienzos del registro, a valores estimados entre 12,4° y 17,3 °C en la media anual, bajo condiciones de altos montos de precipitación. Estos resultados permitieron rechazar la primera hipótesis propuesta y apoyar la segunda. Si bien estos resultados permiten acotar el tiempo de depositación de Ligorio Márquez al Eoceno inferior, el conjunto de antecedentes expuestos sugieren que la palinoflora de la Formación no sería más antigua que 52 Ma (tiempo del Óptimo climático del Eoceno Temprano) y no más joven que 47,6 Ma del techo de la Formación, probablemente más cercana a esta última fecha, es decir fines del Eoceno inferior.

Las condiciones ambientales estimadas concuerdan con estudios paleobotánicos previos que señalaban condiciones de temperaturas subtropicales con altos montos de precipitaciones no análogas con la actualidad, lo que está en línea con la evolución de las paleofloras con características de mezcla para el sur de Sudamérica.

Finalmente, se destaca en éste trabajo la combinación novedosa de la aproximación de Análisis de Coexistencia y Análisis de Nicho Ecológico como una herramienta útil para la estimación de paleoclimas pre-Cuaternarios utilizando palinofloras.

ABSTRACT

We report the first detailed palynological and paleoclimatic study of the Ligorio Márquez Formation (46° 45' S; 71° 50' W). Ligorio Márquez corresponds to a sequence of sandstones and siltstones of continental origin related to fluvial environments rich in quartz with layers of coal and organic matter that reaches a thickness of up to 55 m and recorded the first Paleocene deposits Upper / Lower Eocene, identified for Patagonian Cordillera Central de Chile.

The main question addressed was, What was the response of midlatitude vegetation in South America to climate change during the Paleocene - Middle Eocene interval? specifically How did change the composition and diversity palynomorphs of Ligorio Márquez Formation during this interval?

Two hypotheses were proposed. In the first one it was postulated that if the Ligorio Márquez Formation is in the heating phase to the Early Eocene Climate Optimum, then there should be differences at the level of composition and diversity of palynomorphs, showing a transition from a Gondwanic to Subtropical Gondwanic Paleoflora and an increase in the diversity of palynomorphs. The second hypothesis postulates that if Ligorio Márquez Formation is after the Early Eocene Climate Optimum and changing toward colder conditions in the Middle Eocene, then there should be differences at the level of composition and diversity of palynomorphs, showing transition from Subtropical Gondwanic Paleoflora to Mixed and a decrease in the diversity of palynomorphs.

The palynological assemblage is formed by elements of continental origin (pollen and spores) recognizing 88 morphospecies of which 41 correspond to Angiosperm pollen, 30 to Gimnosperm pollen and 11 to spores. The rarefaction analysis showed a significant decrease in the diversity of palynomorphs along the column sampled and detrended

correspondence analysis to locate Ligorio Márquez in a transition from a Subtropical Gondwanic to Mixed palynoflora. These results are consistent with paleoclimatic estimates which show that the flora recovered in sediments from Ligorio Márquez ranged between annual average temperatures of 17.3 ° and 21 ° C for early registration, toward estimated values between 12.4 ° and 17.3 ° C in the annual mean, under conditions of high amounts of precipitation. These results reject the first hypothesis and support the second. While these results allow to constrain the time of deposition to the Lower Eocene Ligorio Márquez, the set of evidence presented suggests that the Formation palynoflora not be older than 52 Ma (time of the Early Eocene Climate Optimum) and no younger than 47.6 Ma ceiling Formation, probably closer to the last date, means at the end of lower Eocene.

The estimated environmental conditions are consistent with previous paleobotanical studies reporting subtropical temperatures with high precipitation, on amounts not like to today, which is in line with the evolution of paleofloras with mixed characteristics to southern South America.

Finally, this work highlights the novel combination of Coexistence Approach and Analysis and Analysis of Ecological Niche as a useful tool for estimating pre-Quaternary

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La Era Cenozoica (últimos 65 Ma (Ma = Millones de años)) ha sido caracterizada climáticamente por tendencias graduales de calentamiento y enfriamiento controladas por procesos geológicos y orbitales (Zachos y col. 2001; Figura 1).

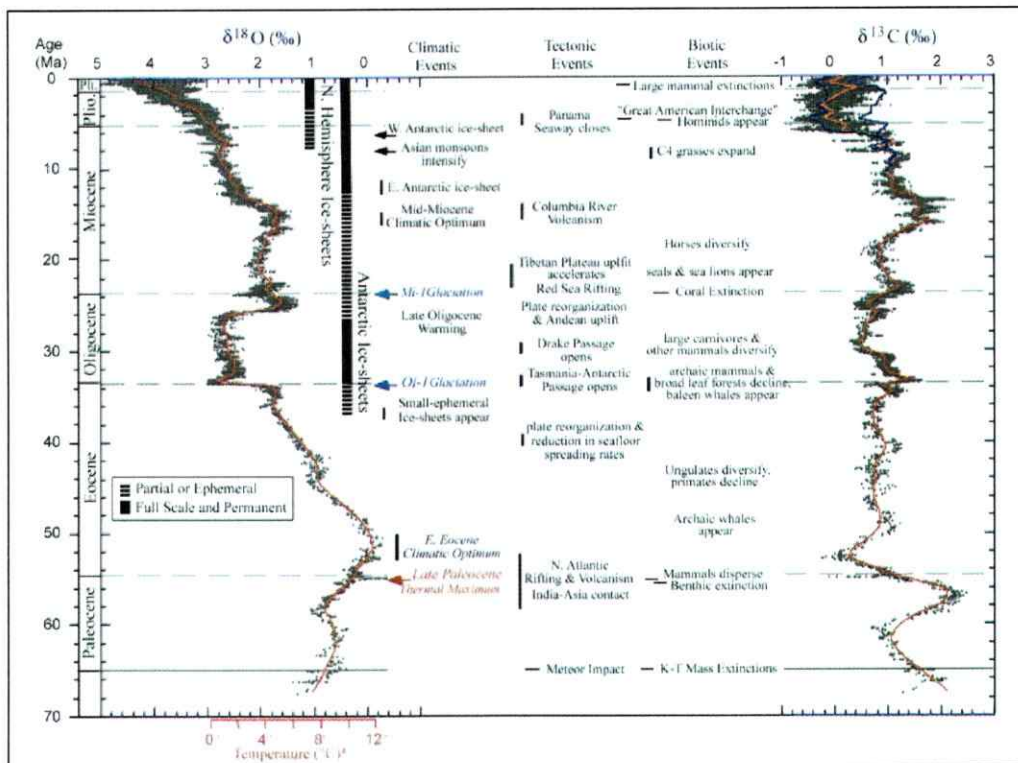


Figura 1. (Zachos *et al.*, 2001). Expone por medio de curvas la variación que el clima ha experimentado en una evolución significativa y compleja durante los últimos 65 (Ma)

Desde mediados del Paleoceno (59 Ma) a principios del Eoceno (52 Ma.) se produjo una disminución en el $\delta^{18}\text{O}$ en sedimentos marinos, conjuntamente con un marcado descenso del $\delta^{13}\text{C}$ en sedimentos continentales, lo que es interpretado como un aumento de las temperaturas a nivel global. Esta tendencia al calentamiento fue marcada por dos picos de hasta 12° C en la temperatura global denominados óptimos climáticos: el primero en el Paleoceno-Eoceno (55 Ma) y el segundo en el Eoceno temprano (50 a 52 Ma) (Zachos y col. 2001; Zachos y col. 2003). Asociado con estos eventos climáticos, el registro fósil de zonas tropicales en el Norte de Suramérica muestra que la respuesta del bosque al calentamiento fue un aumento en la diversidad de plantas y tasas de originación, mostrando grandes diferencias en diversidad y composición entre la flora del Paleoceno Superior y Eoceno Inferior (e.g. Rull, 1999; Jaramillo y col. 2006), siendo la del Eoceno Inferior la más diversa, comparable en este aspecto con el actual bosque lluvioso tropical (Jaramillo y col. 2010).

En el sur de Suramérica, registros paleobotánicos también muestran altos niveles de diversidad durante el Eoceno (33,9 - 56 Ma) en las floras fósiles de Laguna del Hunco y Río Pichileufú en el norte de la región Patagónica de Argentina (41 - 42° S, 70° W; Wilf y col. 2003; Wilf y col. 2005). La flora de Laguna del Hunco originalmente descrita por Berry (1925), se encuentra en sedimentos de tufolitas, lutitas tobáceas y areniscas, relacionadas con la actividad del cinturón volcánico Pilcaniyeu. Estos depósitos son ricos en restos fósiles de plantas, peces, insectos y ranas. Datos radio isotópicos y análisis de polaridad magnética indican que la mayoría de muestras son coetáneas con el

Óptimo Climático del Eoceno temprano (Datación $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$: 51,91 +/- 0,22 Ma ; Wilf y col. 2005). De acuerdo a Wilf y col. (2005), la diversidad de plantas es 186 morfoespecies, incluyendo 152 morfotipos de hojas, de ellas 132 corresponden a hojas de dicotiledóneas, las especies más abundantes corresponden a las familias Cannabaceae (*Celtis ameghenoi*); Myrtaceae (*Myrcia chubutensis*); Dilleniaceae (*Tetracera patagonica*); Fabaceae (*Cassia argentinensis*), Myricaceae (*Myrica mira*); Rubiaceae (*Coprosma incerta*) y Rhamnaceae (*Rhamnidium* sp.). Las familias Lauraceae y Malvaceae también son representadas en la flora fósil (Wilf y col. 2005). Las 20 morfoespecies restantes se asocian a las familias: Araucariaceae (*Araucaria pichileufensis*); Ginkgoaceae (*Ginkgo patagonica*); Podocarpaceae; Zamiaceae (*Zamia tertiaria*); cf. Arecaceae y hojas de helechos sin identificar (Wilf y col. 2005).

La flora fósil de Río Pichileufú comparte algunos taxa con Laguna del Hunco pero, y de acuerdo a dataciones con $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, es 4,5 Ma más joven con una edad de 47,46 +/- 0,05 Ma (Wilf y col. 2005). De acuerdo a Berry (1938) comprende más de 130 especies, las familias con mayor número de especies corresponden a: Sapindaceae (con 13 morfoespecies), Lauraceae (con 10 morfoespecies), Myrtaceae y Rubiaceae (cada una con 8 morfoespecies), Anacardiaceae (con 6 morfoespecies), Sterculiaceae y Flacourtiaceae (con 5 morfoespecies cada una), Caesalpinaceae, Meliaceae, Celastraceae y Apocinaceae (con 4 morfoespecies), Proteaceae, Malphigiaceae, Sapotaceae y Bignoniaceae (con 3 especies).

Las faunas de mamíferos también mostraron cambios durante el Óptimo Climático del Eoceno Temprano: éstas inician en Suramérica con el biocrón Itaboriaense (53 Ma), en donde el número de géneros de mamíferos aumenta fuertemente desde niveles previos al inicio del Óptimo Climático. El incremento de la diversidad es mostrada por un alto porcentaje de primeras apariciones (FADs: First appearance datum), versus últimas apariciones (LADs: Last appearance datum) más que cualquier otra edad de mamíferos terrestres en Suramérica para ese momento (Woodburne y col. 2013; Figura 2).

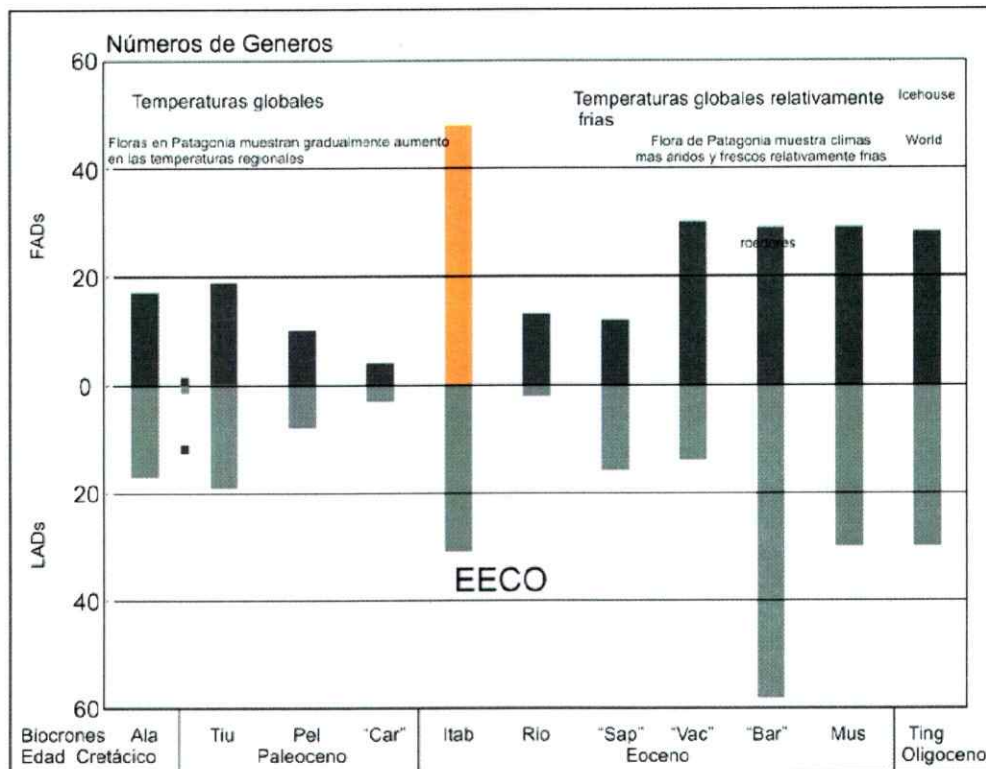


Figura 2. Faunas de mamíferos terrestres durante el Paleógeno en Suramérica. (EECO: Óptimo Climático del Eoceno Temprano; Woodburne y col. 2013).

En el Cono sur de Suramérica los estudios paleobotánicos se han concentrado preferentemente en la región situada al sur de los 37° S y en yacimientos de edades

paleógenas (Hinojosa & Villagrán, 1997). Las contribuciones más importantes al conocimiento de la historia de los bosques del Sur de Suramérica incluyen: Menéndez (1971), Volkheimer (1971), Romero (1978, 1986), Axelrod y col. (1991), Hinojosa (2005), Hinojosa & Villagrán (1997, 2005), Prámparo y col. (2007), Villagrán & Hinojosa (1997), Palazzesi y col. (2003), Barreda y col. (2007), Iglesias y col. (2011) y Quattrochio y col. (2013).

Paleobiogeográficamente el Paleógeno del Cono Sur ha sido descrito por la sucesión de al menos 3 paleofloras: una Paleoflora Gondwánica habría ocupado el área durante el Paleoceno, caracterizada por la dominancia de elementos fitogeográficos Australasiáticos, Neotropicales, Pantropicales, distribuidos actualmente en regiones cálidas del mundo. El elemento austral-antártico estaba ausente. Climáticamente esta paleoflora se habría desarrollado bajo condiciones climáticas tropicales-subtropicales, cálidas y muy húmedas (Hinojosa y col. 2005). Desde comienzo del Eoceno hasta el Eoceno Medio (56–38 Ma) dominaba una Paleoflora Gondwánica Subtropical, actualmente con distribución Neotropical y Pantropical con una menor proporción del elemento Australasiano y una representación muy baja del elemento Austral-Antártico. Esta Paleoflora se habría desarrollado bajo condiciones climáticas no análogas en la actualidad, menos cálidas que la Paleoflora anterior, con un régimen de lluvias biestacional, con aportes de humedad proveniente tanto de vientos del este como del oeste (Hinojosa y col. 2005).

Desde finales del Eoceno hasta comienzos del Mioceno se conformaría una Paleoflora Mixta. El rasgo más relevante de la composición fitogeográfica de ella reside en el aumento sustancial del elemento de distribución actual Austral Antártica, aunque persisten proporciones equivalentes de los elementos cálidos Neotropical y Pantropical, y algo menores del elemento Amplio. Su composición lleva a reconocer a esta flora como verdaderamente “Mixta” (sensu Romero, 1978), es decir caracterizada por una mezcla equiparada de elementos florales de distinta procedencia. La Paleoflora Mixta se habría desarrollado bajo condiciones climáticas más frías y menos húmedas que las imperantes anteriormente, una consecuencia del enfriamiento global del clima provocado por la glaciación Antártica (Hinojosa y col. 2005).

Registro Palinológico

La sucesión paleoflorística descrita en los párrafos precedentes ha sido replicada desde el punto de vista palinológico por Quattrocchio y colaboradores (2013), en 37 localidades que van desde los 38° a los 54° S y desde el Paleoceno hasta el Mioceno.

Durante el Paleoceno (56-66 Ma), el norte de Patagonia (Formaciones Salamanca y Cerro Bororó; Figura 3), está caracterizada por vegetación compuesta por Araucariaceae Cunoniaceae, Podocarpaceae y Proteaceae que representan linajes del sur de Gondwana.

También se encuentra la presencia de Olacaceae *Anacolosa* (*Anacolosidites* sp.),

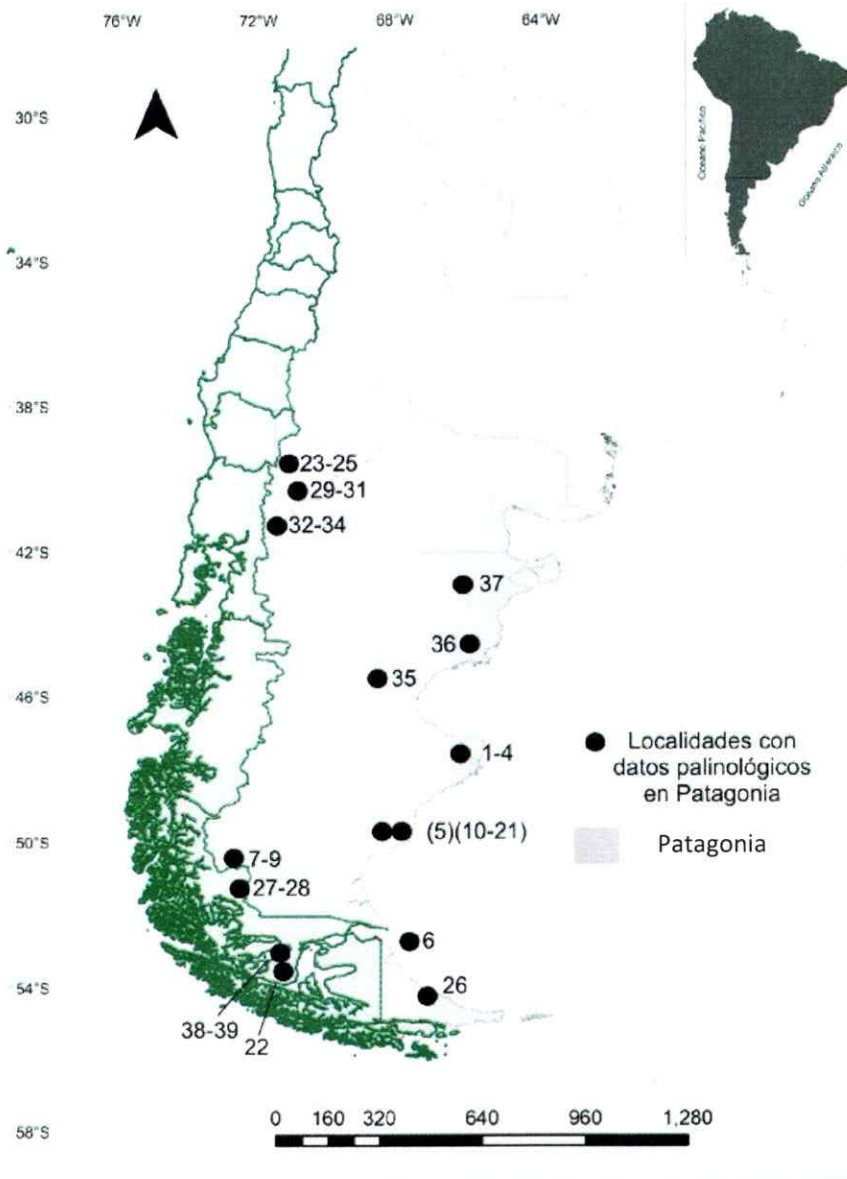


Figura 3. Mapa de Patagonia, indicando las Cuencas Sedimentarias y localidades descritas en el texto.

1-4. Chenque (Palinozonas: A (4), B (3), C (2), D (1)); **5.** Monte León; **6.** Aries x-1 ; **7-9.** Río Leona (7. Superior; 8. Media; 9. Inferior) ; **10-21.** San Julián; **22.** Loreto; **23-25.** El Foyel Group (23. Río

El Foyel; 24. Salto del Macho; 25. Troncoso); **26.** Sloggett; **27,28.** Río Turbio (27. Superior; 28. Inferior); **29-34.** Huitrera (29-31. Confluencia; 32-34. Pampa Jones); **35.** Salamanca; **36, 37.** Cerro Bororó (36. Golfo San Jorge; 37. Las Plumas); **38,39.** Punta Prat (38. Chorrillo Chico; 39. Agua Fresca).

También se ha reportado la presencia de Olacaceae *Anacolosida* (*Anacolosidites* sp.), Arecaceae *Nypa* (*Spinizonocolpites* sp.), Ulmaceae (*Ulmoideipites* sp.), Pandanaceae *Pandanus* (*Pandaniidites* sp.) y Symplocaceae *Symplocos* (*Senipites* sp.). *Classopollis* (Cheirolepidiaceae) está también presente (>50%) en niveles del Paleoceno en Patagonia (Quattrocchio y col. 2013). En la Formación Cerro Bororó, en la Localidad Las Plumas, una comunidad de Arecaceae estuvo presente, incluyendo *Monogemmites gemmatus* (Couper) Krutzsch emend. La familia Ericaceae (*Ericipites scabratus* Harris y *Ericipites microtectatum* Archangelsky y *Zamaloa*) integró la comunidad subtropical húmeda a semiárida de tierras bajas, principalmente compuesta por Proteaceae (Volkheimer y col. 2007).

Una asociación típica en este periodo de tiempo está compuesta por *Rousea patagonica* Archangelsky, *Syndemicolpites petriellai* Archangelsky, *Rhoipites baculatus* Archangelsky, *R. minusculus* Archangelsky, *Restioniidites pascualii* Archangelsky, *Polyporina romeroi* Archangelsky y *Ulmoideipites patagonicus* Archangelsky (= *Verrustephanoporites simplex* Leidelmeyer), entre otros (Quattrocchio y col. 2013).

La sección paleógena de Punta Prat, en el sur de la cuenca de Magallanes/Austral, incluye las Formaciones Chorrillo Chico y Agua Fresca (Paleoceno – Eoceno Medio; Figura 3). Ambas unidades contienen una asociación palinológica integrada por palinomorfos marinos y continentales que sugieren un ambiente de depositación marino con aporte de terrígenos (Carrillo y col., 2013). En esta sección se encuentra *Nothofagidites kaitangataensis* (Romero, 1973), forma exclusivamente fósil no ubicable

dentro de los tres grupos reconocidos en el polen actual, es agrupada como *Nothofagidites* 'ancestral' (Dettmann y col. 1990). En América del Sur, este grupo está registrado del Maastrichtiano al Eoceno Medio, entre Punta Arenas (28 km al este de Punta Prat) y Tierra del Fuego (Romero y Zamaloa, 1997), presente también en Nueva Zelanda y Australia (Dettmann y col. 1990).

La estimación paleoclimática en Palacio de Los Loros (Iglesias y col. 2007) de edad Paleoceno (61,7+/- 0,2 Ma) sugiere una Temperatura Media Anual de 12,3° - 13° C; 1,5° - 2,5° C más cálido que el presente, y una precipitación media anual de al menos 1150 mm indicando una pérdida de sombra de lluvia Andina para éste tiempo (Iglesias y col. 2007).

El Eoceno Temprano (47,8-56 Ma ; Formación Huitrera; Figura 3), está representado por taxa Gondwánicos como *Proteacidites symphyonemoides* (Proteaceae), junto con taxa tropicales-subtropicales como *Periporopollenites demarcates* (?Trimenaceae). Otros taxa importantes están representados por *Rhoipites sphaerica*; *Plicatopollis wodehousi* (Juglandaceae); taxa megatermales como palmas (ej. *Longapertites patagonicus*) y *Triatriopollenites bertelsii* (Myricaceae; Quattrocchio y col. 2013).

Melendi y col. (2003) encontró microfloras sin *Nothofagidites* en el Eoceno Temprano de la Formación Huitrera (Localidad Pampa de Jones), mientras el área de Confluencia (¿Eoceno Medio a Tardío?) está dominada por *Nothofagidites* (tipo "brassii" y "fusca")

resaltando la rápida transición de una Paleoflora Gondwánica Subtropical a una Paleoflora Mixta.

Las floras fósiles en Patagonia (Laguna del Hunco y Río Pichileufú) durante el Eoceno Temprano (47,8 - 56 Ma) indican temperaturas anuales bastante superiores a 14 °C (17°- 20 °C; Hinojosa, 2005) y alrededor de 14 – 18° C (Hinojosa y col. 2011; Wilf y col. 2005). Las precipitaciones anuales durante el periodo Eoceno Inferior a Medio muestran en general altos valores de precipitaciones de 1529 – 2029 mm a 573 mm (Hinojosa, 2005). Esta evidencia muestra que a lo largo del Óptimo Climático del Eoceno el clima en Patagonia fue húmedo y subtropical, es sugerido que los vientos húmedos del este (Monzón del Atlántico) se extendieron hacia el sur hasta dominar Patagonia Continental (Hinojosa, 2005; Compagnucci, 2011).

El intervalo Eoceno Medio – Oligoceno Temprano (28,1–47,8 Ma), está caracterizado por el establecimiento de bosque de *Nothofagus*. Hay un reemplazo progresivo de comunidades megatermales a meso y microtermales (Barreda & Palazzesi, 2007). La Formación Río turbio (Eoceno Medio; Figura 3) al oeste de Patagonia, se caracteriza por la abundancia de esporas y polen de Gimnospermas, y de las familias Nothofagaceae, Myrtaceae y Proteaceae (Archangelsky, 1972; Romero, 1977; Romero & Zamaló, 1985). Morfoespecies características incluyen *Penninsullapollis gillii* (Cookson) Dettmann & Jarzen, Proteaceae y *Striatricolporites gamerroi* Archangelsky. Rosaceae (Quattrocchio y col. 2013). La palinoflora de la Formación Río Turbio exhibe una

notoria diferencia marcada por la abundancia de *Nothofagidites* (Nothofagaceae) pero con la presencia de taxa tropical a subtropical como *Ilexpollenites clifdenenseis* (*Ilex*, Aquifoliaceae) (Quattrocchio y col. 2013).

El conjunto palinológico recuperado de la Formación San Julián (? Eoceno Tardío – Oligoceno; Figura 3), en la Provincia de Santa Cruz, está compuesto por elementos que reflejan un bosque dominado por Nothofagaceae, Myrtaceae, Podocarpaceae y Palmae, desarrollado bajo un clima temperado a cálido y húmedo. El conjunto también incluye *Proteacidites subscabratus* Couper, Proteaceae (Oligoceno Medio a Tardío), *Graminidites* sp. (Poaceae), *Chenopodipollis* sp. (Chenopodiaceae) y *Baumannipollis variaperturatus* Barreda (Malvaceae). Ésta palinoflora refleja también la Paleoflora Mixta (Quattrocchio y col. 2013).

La Formación Sloggett (Figura 3), en Isla Grande de Tierra del Fuego (Olivero y col. 1998), probablemente de edad Eoceno tardío, ha sido excluida de la distribución sugerida como Paleoflora Mixta, debido a la presencia de polen de las familias Podocarpaceae y Proteaceae, helechos, esporas de hongo y algas de agua dulce, de condiciones templadas a frías y húmedas (Quattrocchio y col. 2013).

La Formación Río Foyel (Eoceno Tardío? – Oligoceno; Figura 3) ubicada en el noroeste de Patagonia, refleja un bosque dominado por Nothofagaceae, Myrtaceae, Podocarpaceae y Palmae, desarrollado bajo un clima templado a cálido y húmedo

(Quattrocchio y col. 2012).

Los antecedentes expuestos reflejan la relación entre los cambios climáticos y florísticos (palinológicos y megaflores) del Cenozoico en el cono sur de Sudamérica. Sin embargo, los modelos expuestos no dan cuenta del efecto de estos cambios climáticos en términos de diversidad y abundancia en las floras analizadas, siendo especialmente relevante el período Eoceno cuando se produce la transición climática hacia el óptimo del Eoceno temprano y desde este óptimo a las condiciones más frías del Paleógeno. Con el fin de llenar este vacío, en esta tesis se realizó un estudio palinológico en la Formación Ligorio Márquez (46° 45' S; 71° 50' W), Paleógeno de Chile, y cuya edad propuesta correspondería al lapso Paleoceno superior a Eoceno superior (Suarez y col. 2000; Yabé y col. 2006). De acuerdo a esto, el lapso temporal en que se depositó el registro fósil podría estar en cualquier parte del evento de cambio climático teniendo en cuenta la curva de $\delta^{18}O$ (Zachos y col. 2001). Es decir, hacia el Óptimo Climático del Eoceno Temprano o bien después del Óptimo Climático del Eoceno Temprano (Figura 1).

Los sedimentos de la Formación Ligorio Márquez (46° 45'S, 71° 50'W; Figura 4), ofrecen una oportunidad única para reconstruir una comunidad biótica de latitudes medias en Patagonia.

El conocimiento de las variaciones que puede presentar la vegetación en respuesta a un

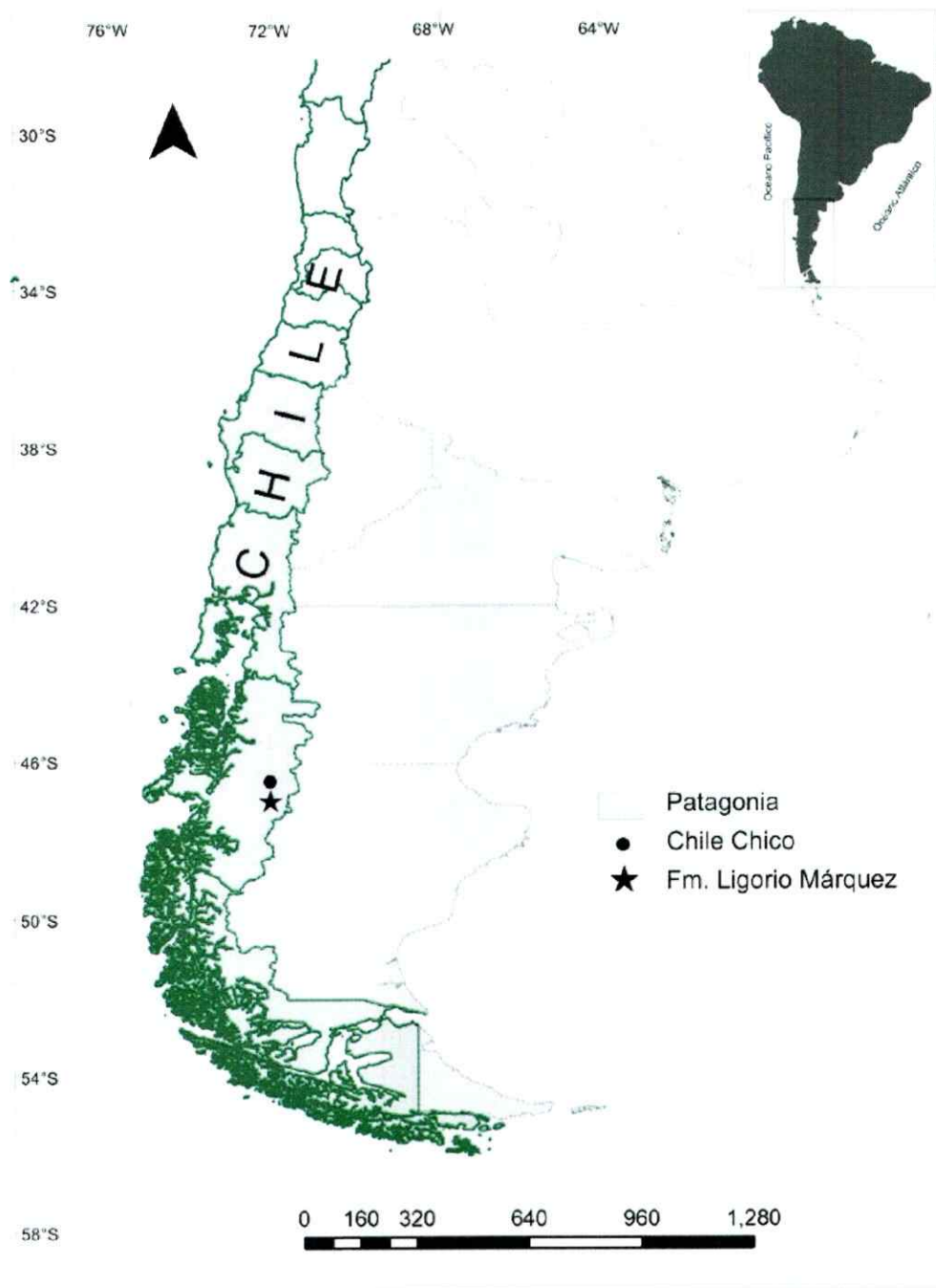


Figura 4. Mapa de localización de la Formación Ligorio Márquez

cambio de temperatura, constituye una base para la predicción de cambios en la biota bajo el presente escenario de calentamiento global (Contreras y col. 2007).

Este trabajo constituye un aporte al conocimiento de la bioestratigrafía, paleovegetación y paleoclima de los depósitos sedimentarios terciarios de la Formación Ligorio Márquez, utilizando la palinología como herramienta de estudio.

En este trabajo se buscará resolver la siguiente pregunta:

¿Cuál fue la respuesta de la vegetación de latitudes medias de Suramérica a los cambios climáticos durante el intervalo Paleoceno Superior – Eoceno Medio? Específicamente ¿Cómo varió la composición y diversidad de palinomorfos de la Formación Ligorio Márquez, durante este intervalo?

1.1 Hipótesis de trabajo

- Si la Formación Ligorio Márquez se encuentra en la fase de calentamiento hacia el Óptimo climático del Eoceno Temprano (Zachos y col. 2001) entonces deberían existir diferencias a nivel de composición y diversidad de palinomorfos, mostrando transición de una Paleoflora Gondwánica a una Gondwánica Subtropical (sensu Quattrocchio y col. 2013) y un aumento en la diversidad de palinomorfos.

- Si la Formación Ligorio Márquez se encuentra después del Óptimo climático del Eoceno Temprano (Zachos y col. 2001) y variando hacia condiciones más frías del Eoceno Medio, entonces deberían existir diferencias a nivel de composición y diversidad de palinomorfos, mostrando transición de una Paleoflora Gondwánica Subtropical a Mixta (sensu Quattrocchio y col. 2013) y una disminución en la diversidad de palinomorfos.

1.2 Objetivos

Objetivo General

Determinar la composición y diversidad polínica de la Formación Ligorio Márquez, contextualizar los resultados dentro de la sucesión temporal de paleofloras propuestas para Suramérica y a la luz de los cambios climáticos del Paleógeno.

Objetivos específicos

- a. Reconocer e identificar cada uno de los palinomorfos de acuerdo a Jansonius & Hills (1974).
- b. Determinar la diversidad de palinomorfos, como número de morfoespecies.
- c. Evaluar el rango estratigráfico al que pertenecen los morfotipos identificados.
- d. Discriminar la presencia de material retrabajado y evaluar su posible

rango estratigráfico.

- e. Asignar afinidades polínicas (a nivel de género y familia, cuando sea posible).
- f. Evaluar el grado de similitud y estimar la edad de la asociación microflorística obtenida, a partir de la comparación con palinofloras del Daniano – Mioceno de Patagonia y Eoceno de Antártica.
- g. Estimar el paleoclima de Ligorio Márquez a partir de Análisis de Modelamiento de Nicho de los parientes actuales y Análisis de Coexistencia de los taxa identificados en la microflora.

CAPÍTULO 2. MARCO GEOLÓGICO

La Formación Ligorio Márquez toma su nombre a partir de la mina de carbón ubicada en la Cordillera Patagónica central de Chile ($46^{\circ} 45' S$; $71^{\circ} 50' W$). La categoría de Formación fue definida por Suárez y col. (2000), en reemplazo de la unidad “Estratos de Ligorio Márquez”, propuesta de manera preliminar por éste mismo autor (Suárez y de la Cruz, 1996).

Ligorio Márquez se describe como una sucesión de arenitas y limolitas de origen continental, relacionado a ambientes fluviales, ricas en cuarzo, en capas gruesas a muy gruesas con intercalaciones de capas delgadas de carbón y materia orgánica que alcanza un espesor de hasta 55 m y registran los primeros depósitos del Paleoceno Superior/Eoceno Inferior, identificados para la Cordillera Patagónica Central de Chile (Suárez y col. 2000; Yabe y col. 2006).

En términos generales, la Formación Ligorio Márquez comprende tres unidades sedimentarias: **Unidad inferior** consiste de limolitas gris oscuro, intercaladas con arena de grano fino a gruesa, ocasionalmente con gránulos. **Unidad media** consistente principalmente de arenas de guijarro intercalados con limolitas finas, que contienen restos de plantas bien preservadas. Los niveles arenosos poseen estratificación cruzada planar. **Unidad superior** está compuesta de limolitas carbonosas y unas pocas capas delgadas de carbón, sugiriendo un ambiente de pantano. Restos de raíces (risolitos)

indican paleosuelos y son comunes en las limolitas de las unidades media y superior, sugiriendo un ambiente de sedimentación subaéreo (Yabe y col. 2006; Figura 5).

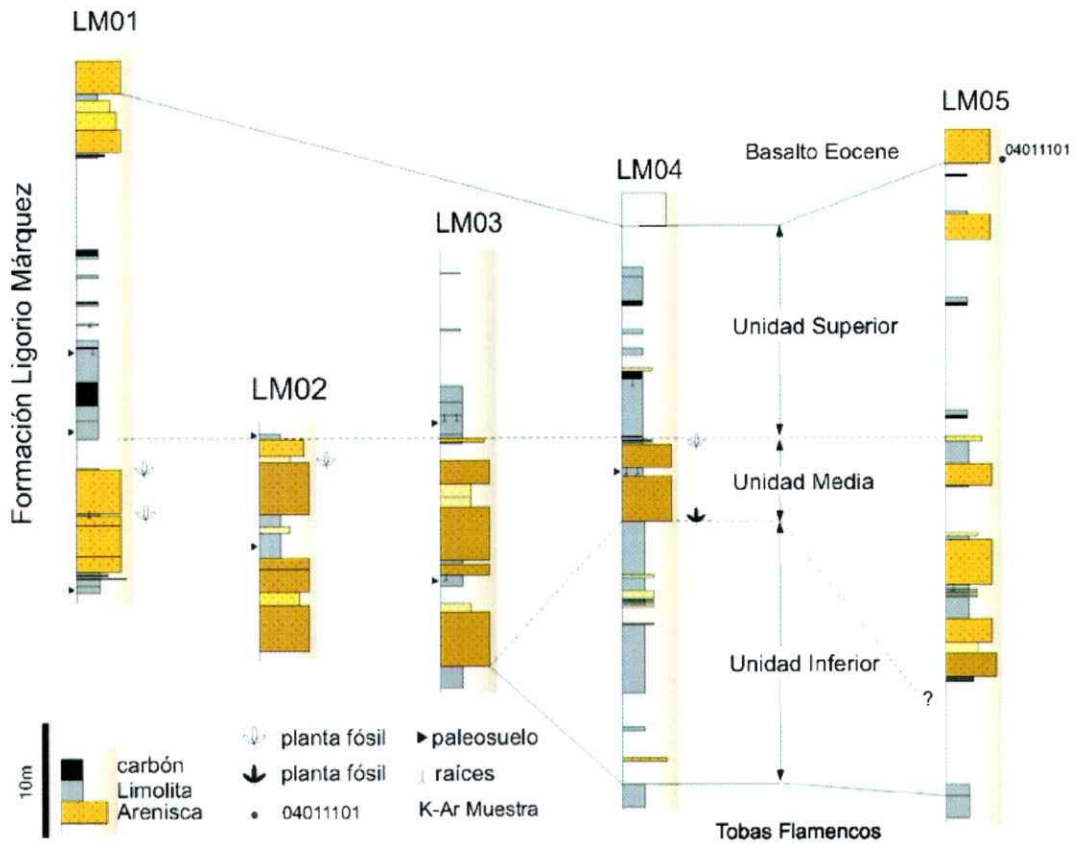


Figura 5. Correlación litoestratigráfica de las secciones descritas de la Formación Ligorio Márquez (Yabe y col. 2006)

2.1 Paleoambiente

La abundancia de raíces fósiles principalmente en las areniscas junto con las líneas de carbón sugieren el predominio de un ambiente de depositación continental, probablemente una llanura de inundación adyacente a canales fluviales representados por unidades horizontales compuestas por capas inclinadas de areniscas.

Suárez *et al.*, (2000) analizó las medidas de estas capas inclinadas y determinó que la dirección de paleocorrientes es Sur - Oeste a Nor - Este, de Oeste a Este, de Nor - Oeste a Sur -- Este y ocasionalmente desde Norte a Sur. Este mismo autor indica que la tendencia general es desde el Oeste con variabilidad, probablemente reflejando la sinuosidad del sistema fluvial.

2.2 Contactos y Edad

La Formación Ligorio Márquez suprayace en discordancia angular y erosiva a las capas sedimentarias de la Formación Colorado (Cretácico Inferior, depositada en un mar somero) y a las denominadas “Tobas Flamencos” (pertenecientes al Grupo Divisadero) cuya edad se estima entre 125-128 Ma (Suárez & de la Cruz, 1997: K-Ar). Infrayace en suave discordancia erosiva basaltos del Eoceno, datados en 47,6 +/- 0,78 Ma , mediante K - Ar (Yabe *et. al.*, 2006; Figura 5).

Respecto a la posición estratigráfica y edad de la Formación Ligorio Márquez, existen diferentes opiniones y correlaciones (Figura 6). Niemeyer (1975) la comparó con la Formación marina Guadual de edad Oligoceno – Mioceno, pero Charrier y col. (1979) la incluyó en su “Unidad Inferior marina sedimentaria” del Cretácico Superior a Paleoceno. Sin embargo, Uemura (en Nishida, 1988) sugieren un posible origen terrestre para la Formación expuesta “Mina Ligorio Márquez” y mencionó su edad como Paleoceno – Eoceno basado en megafósiles. Su opinión fue soportada por Suárez y col. (2000) quién concluyó que la edad es Paleoceno Superior – Eoceno Inferior basado

sobre nuevas colectas de plantas megafósiles así como dataciones K – Ar (41,6 +/- 1,4 Ma) para el flujo de basalto superpuesto.

Autor		Niemeyer (1975)	Charrier y col. (1979)	Uemura (1988)	Suárez y col. (2000)	Troncoso y col. (2002)	Yabe y col. (2006)
Tiempo Geológico			Dataciones K - Ar	Macroflora	Macroflora Dataciones K-Ar	Macroflora Polen	Dataciones K - Ar
NEÓGENO	Plioceno 5,3 Ma	|					
	Mioceno						
PALEÓGENO	23,03 Ma	|					
	Oligoceno 33,9 Ma						
	38 Ma			|			
	Eoceno 47,6 Ma				|		|
	47,6 Ma						
CRETÁCICO	Paleoceno 56 Ma		|				|
	59,2 Ma						|
	Paleoceno 61,6 Ma						|
	66 Ma						|
Superior	100,5 Ma		|				
	Inferior						

Figura 6. Posición estratigráfica y edad de la Formación Ligorio Márquez, según diferentes autores (Tabla Cronoestratigráfica 2013)

Por último, Troncoso y col. (2002) deduce a partir de flora fósil que la edad más probable de la formación Ligorio Márquez es Paleoceno Superior y Yabe y col. (2006) establece a partir de dataciones K-Ar (47.6 +/- 0.78 Ma), que la formación puede ser asignada a la parte temprana del Eoceno Medio ó anterior a esto.

CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de esta investigación se realizó en cuatro grandes etapas que fueron: compilación bibliográfica, trabajo de campo, trabajo de laboratorio y finalmente la interpretación de datos que permitió realizar este documento. A continuación se describen estas fases.

3.1 Trabajo de campo

Muestreo de la Formación Ligorio Márquez

Basados en las fotografías aéreas número 10454, 10455, 11502, 11503 y a la referencia bibliográfica Yabe *et. al.* (2006), se determinó como área de estudio el cuadrante 11502. En esta área se realizó una búsqueda de una sección estratigráfica con buen grado de exposición y conservación con el objeto de realizar un levantamiento estratigráfico y un muestreo representativo de la unidad.

Una vez conocida el área de estudio se determinó el punto óptimo para el levantamiento estratigráfico, ubicado en las coordenadas ($46^{\circ} 45'S - 71^{\circ} 50'W$; Figura 7), el cual se realizó mediante el uso de bastón de Jacob's, brújula, libreta, cinta métrica, martillo geológico y lupa de 10X. Se muestrearon los niveles lodosos y limosos con el objeto de obtener muestras palinológicas. Los puntos fueron registrados mediante GPS (con una precisión de +/- 5 m en sistema de UTM, coordenadas geográficas en Hh.mm.ss.). En el

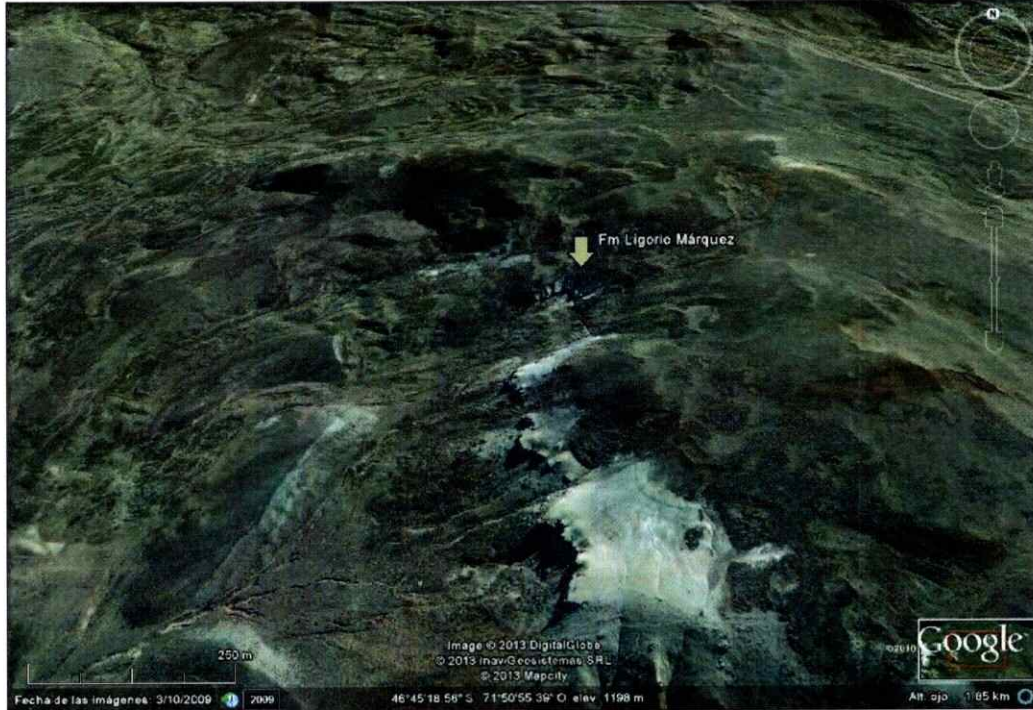


Figura 7. Área de estudio, punto donde se realizó el levantamiento estratigráfico y muestreo, (coordenadas geográficas 46° 45' S – 71° 50' W). Tomado y editado de Google Earth

muestreo, el criterio empleado fue de alrededor de 200 gramos de sedimento. Se muestrearon un total de 35 horizontes en 50 metros de sección (Figura 8).

Específicamente, de base a tope se tomaron 23 muestras relacionadas a los depósitos de llanura de inundación y areniscas (ubicadas en los primeros 20 metros de la sección), ocho (8) muestras de las líneas de carbón y las limolitas (ubicadas entre los 20 y 40 metros) y las cuatro (4) restantes de las areniscas de la parte superior de la sección (entre los 40 y 50 metros).

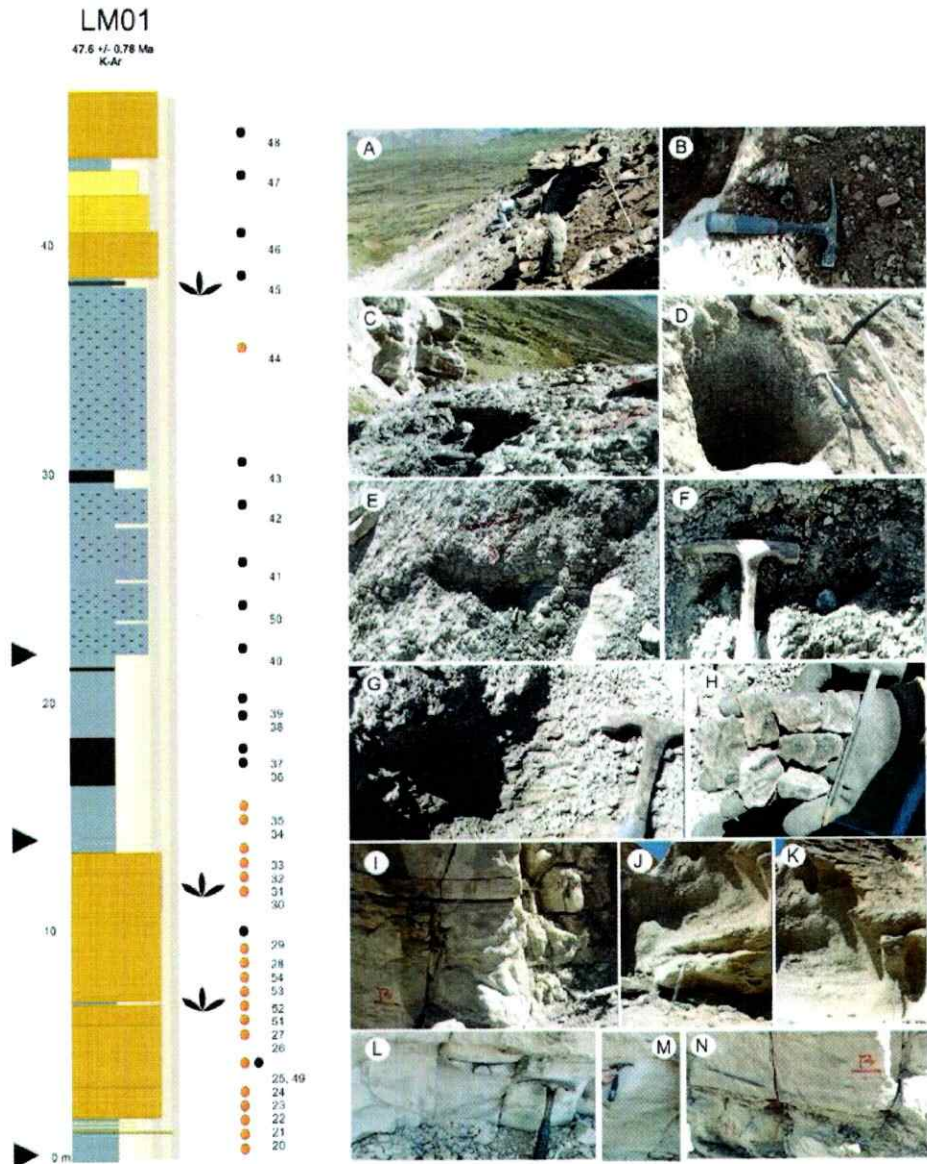


Figura 8. Sección Estratigráfica Ligorio Márquez, localización muestras para palinología y detalles fotográficos de la secuencia.

El distanciamiento entre muestras fue irregular, dependiendo de la litología y de los tramos cubiertos. El material colectado fue embolsado, relacionado en la columna estratigráfica y convenientemente rotulado para su posterior análisis en el laboratorio.

3.2 Trabajo de Laboratorio

3.2.1 Procesamiento de Muestras Palinológicas

A continuación se relaciona las muestras estudiadas con su posición en la columna estratigráfica y su respectivo código de identificación (Tabla 1)

No. Muestra	Posición en la Columna (m)	Código	No. Muestra	Posición en la Columna (m)	Código
0	46.5	Basalto	18	12	LMF032
1	43	LMF048	19	11	LMF031
2	41	LMF047	20	10	LMF030
3	40	LMF046	21	8.6	LMF029
4	38	LMF045	22	7.5	LMF028
5	35	LMF044	23	6.2	LMF054
6	30	LMF043	24	5.5	LMF053
7	28	LMF042	25	4.8	LMF052
8	26	LMF041	26	4.1	LMF051
9	24	LMF040	27	3.4	LMF027
10	22	LMF050	28	2.7	LMF026
11	20	LMF039	29	2	LMF025
12	19	LMF038	30	2.1	LMF049
13	18	LMF037	31	1.6	LMF024
14	17	LMF036	32	1.3	LMF023
15	16	LMF035	33	1	LMF022
16	14	LMF034	34	0.7	LMF021
17	13	LMF033	35	0.3	LMF020

Tabla 1. Relación de muestras examinadas: No. Muestra, posición en la sección Ligorio Márquez y código (numeradas de tope a base)

Las muestras fueron preparadas por Paleoflora Ltda siguiendo el Método de Traverse (1988) con algunas modificaciones que se indican a continuación (Figura 9).

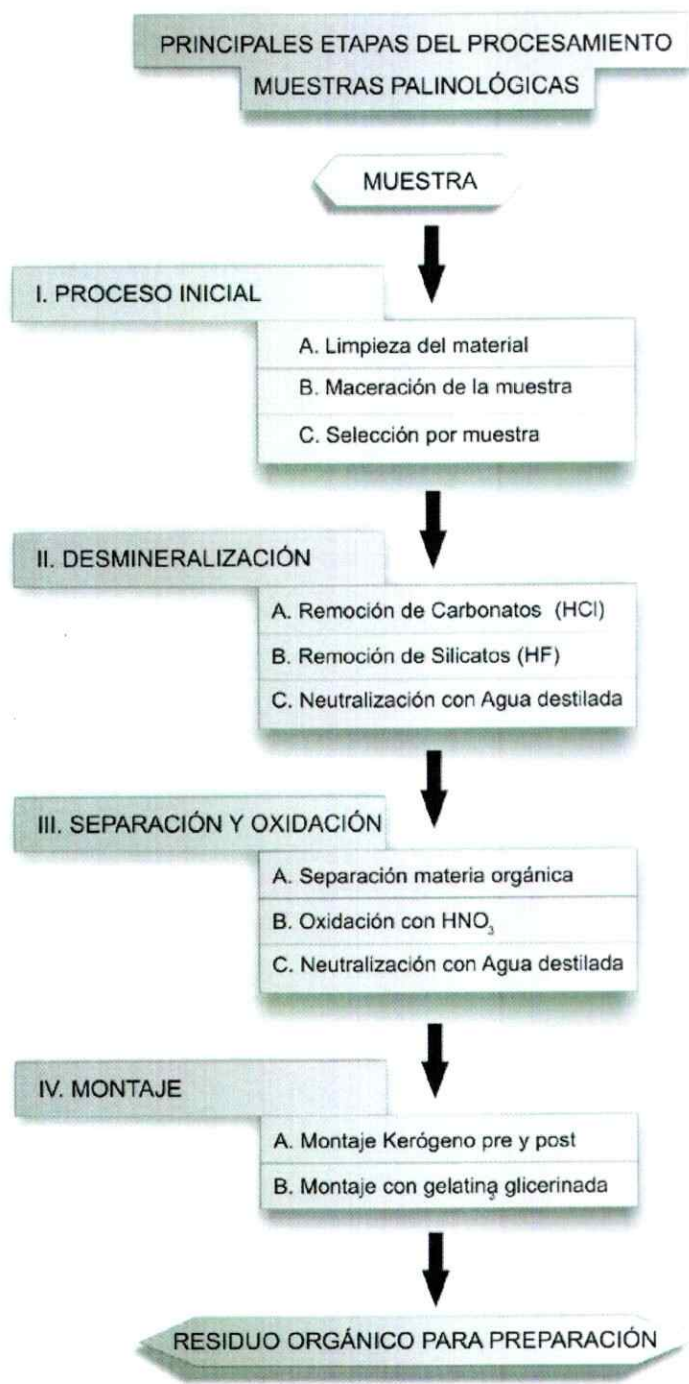


Figura 9. Diagrama de flujo de preparación de muestras para análisis polínico

I. PROCESO INICIAL

Limpieza y disgregación de la muestra con martillo y separación de 10 gr de sedimento.

II. DESMINERALIZACIÓN

1. Eliminación de carbonatos con Ácido Clorhídrico (HCl) concentrado por un periodo mínimo de tres horas. Centrifugar por 5 minutos a aproximadamente 2500 rpm, desechar el ácido y llenar nuevamente el volumen con agua destilada, repetir la operación 3 veces.

2. Disolución de silicatos con HF por cerca de 18 horas, con agitación durante las primeras 2 horas.

3. Neutralización con agua destilada en la centrífuga por 5 minutos a aproximadamente 2500 rpm.

III. SEPARACIÓN

1. Los palinomorfos se concentraron utilizando un filtrado del residuo orgánico con mallas de 10 μm .

IV. OXIDACIÓN

Oxidación con HNO₃ por cerca de 5 minutos con baño de maría, cuando la muestra era oscura, y sin baño cuando la muestra era clara.

V. MONTAJE

1. Montaje de kerógeno pre y post - oxidación. Cada placa se montó con dos laminillas, en donde de izquierda a derecha, la primera contiene el material sin oxidar y la segunda incluye el material ya oxidado, que concentra la mayor cantidad de palinomorfos.

2. Montaje con gelatina glicerizada

- Colocar a baño María un tubo de ensayo que contenga gelatina- glicerizada y una varilla de vidrio.

- Cuando la gelatina glicerizada esté líquida dejar caer una gota, con la varilla de vidrio, sobre un portaobjeto perfectamente limpio.

- Ubicar el material sobre la gota ayudándose con una pinza de puntas finas ó aguja histológica.

- Deslizar suavemente un cubreobjetos, limpio y seco. Dejar secar.

- Quitar el excedente de gelatina- glicerizada solidificada que haya quedado en los bordes del cubreobjetos, raspando con una hoja de afeitar.

- Limpiar con tela de algodón humedecida en agua.

Finalmente, se lograron preparar 35 láminas (y sus correspondientes testigos), que se almacenaron y están disponibles para consulta en el Laboratorio de Paleoecología de la

Universidad de Chile.

3.2.2 Análisis Palinológico

El material se revisó en un microscopio de luz transmitida (Carl Zeiss, Axioscop) utilizando un objetivo de 20x y la descripción de los morfotipos se realizó con el objetivo de 100x. Cada una de las 35 láminas se miró a totalidad, haciendo un conteo de 300 ejemplares (cuando fue posible). Si la lámina excedía este número, se continuó en busca de palinomorfos nuevos.

Cada palinomorfo encontrado se identificó a nivel de género siguiendo a Jansonius & Hills (1976; 1985; 1987; 1990). Las identificaciones a nivel de morfoespecie se hicieron sobre la base de los trabajos de: Archangelsky (1972, 1973), Archangelsky & Zamaloea (1986), Balme (1957), Boltenhagen (1967), Cookson (1947), Cookson & Pike (1953), Couper (1953, 1960), Dettman (1963), González Guzmán (1967), Harris (1965), Hoeken-Klinkenberg (1966), Jain & Millepied (1973), Jaramillo & Dilcher (2001), Kremp (1949), Krutzsch (1959), McIntyre (1965, 1968), Menéndez & Caccavari (1975), Mildenhall & Pocknall (1989), Stover & Partridge (1973), Pocock (1970), Pocock and Jansonius (1961), Pocknall & Mildenhall (1984), Potonie (1956), Reiser & Williams (1969), Romero (1973), Ross (1949), Sole de Porta (1971), Van der Hammen & Garcia (1966) y Wilson & Webster (1946).

Cuando fue posible se determinó la afinidad natural de cada una de las morfoespecies, esto se hizo principalmente a partir de la información publicada en los trabajos anteriormente nombrados, teniendo en cuenta las bases de datos de Polen y Esporas fósiles de Nueva Zelanda, Flora Tropical Actual de Bush & Weng (2007) y con la ayuda de la Dra. Mirta Helena Quattrocchio, especialista en polen de Suramérica.

Los diagramas polínicos se realizaron con el programa Tilia 1.7.16, a partir de la estimación de las frecuencias relativas (%) de palinomorfos (calculadas sobre el total de palinomorfos encontrados en cada placa).

La lista taxonómica de las morfoespecies encontradas se dividió en: Esporas (Bryophytas y Tracheophyta), Polen de Gimnospermas, Polen de Angiospermas, Algas y Hongos, Polen y Esporas indeterminadas. Al final del Capítulo 4, se proporciona la sistemática de las morfoespecies identificadas.

3.2.3 Edad de la Formación Ligorio Márquez

Carta de Rangos Estratigráficos

A partir del conjunto de esporomorfos encontrados en los sedimentos de la Formación Ligorio Márquez, se buscó el rango estratigráfico de cada uno de los morfotipos identificados a nivel de morfoespecie, a través del trabajo de Ruiz & Quattrocchio (1999) y de la Base de Datos Palinológica PALYNODATA (2006).

En esta carta de rangos se tuvo en cuenta los registros encontrados en Suramérica (Argentina y Chile), Australia, Antártica y Nueva Zelanda. En los casos en donde existían varios registros, se tomó el rango que uniera la primera y última aparición.

Comparación con otras Asociaciones Florísticas durante el Cenozoico en Patagonia

La asociación microflorística recuperada de la Formación Ligorio Márquez se comparó con otras localidades a lo largo del Cenozoico, desde el Daniano (66 Ma) hasta el Mioceno Medio (11,62 Ma), ubicadas en Patagonia, (de 38°S a 54°S), con el fin de evaluar su grado de similitud y estimar su edad.

Las asociaciones palinológicas consideradas en este análisis, junto con la Formación Ligorio Márquez, son las siguientes (Ver Figura 3 y Anexo 3):

1-4. Chenque (Palinozonas: A (4), B (3), C (2), D (1)); 5. Monte León; 6. Aries x-1 ; 7-9. Río Leona (7. Superior; 8. Media; 9. Inferior); 10-21. San Julián; 22. Loreto; 23-25. El Foyel Group (23. Río El Foyel; 24. Salto del Macho; 25. Troncoso); 26. Sloggett; 27,28. Río Turbio (27. Superior; 28. Inferior); 29-34. Huitrera (29-31. Confluencia; 32-34. Pampa Jones); 35. Salamanca; 36, 37. Cerro Bororó (36. Golfo San Jorge; 37. Las Plumas); 38,39. Punta Prat (38. Chorrillo Chico; 39. Agua Fresca).

Se incluyeron un total de 250 palinomorfos y se realizó un DCA (Detrended Correspondence Analysis, en el Programa Canoco 4,5) para relacionar las

presencias/ausencias de los palinomorfos de las diferentes localidades a lo largo de todo el Cenozoico con la palinoflora encontrada en la Formación Ligorio Márquez (se descartaron las presencias únicas en todas las localidades).

También se realizó con los datos de abundancia de la Formación Ligorio Márquez, Punta Prat (Formaciones Cerro Chico y Agua Fresca) y Antártica (U1356) un Análisis de Conglomerados, en el Programa *Palaeontological Statistics* (PAST) de Hammer y col. (2012) y como medida de distancia se usó el Índice de disimilaridad de Bray Curtis.

3.2.4 Redepósito en la Formación Ligorio Márquez

Consideraciones Generales

Determinar la presencia de palinomorfos retrabajados en asociaciones palinológicas de cualquier edad constituye siempre un desafío, que se ve particularmente agravado cuando la diferencia temporal entre los conjuntos autóctono y retrabajado es corta (Martínez, 2007).

Debido a la preservación, discriminar entre ambos conjuntos de palinomorfos se torna complejo, así como el proceso de clasificar taxonómicamente los esporomorfos de una asociación (di Pasquo & Azcuy, 1997). De allí que con frecuencia se ignore la presencia de las formas recicladas, a pesar de que la erosión y la redepositación de partículas inorgánicas y orgánicas en sedimentos más jóvenes es un hecho muy común

(Richardson & Rasul, 1978).

El reconocimiento a nivel específico de palinomorfos retrabajados presentes en una asociación palinológica es de suma utilidad para evitar una interpretación errónea de la edad de los estratos portadores, así como también resulta importante establecer el área probable área de aporte de los conjuntos de palinomorfos retrabajados (Bless y Streel, 1976). En este trabajo se analizó el material retrabajado con estos fines.

Criterios para el reconocimiento de palinomorfos retrabajados (Martínez, 2007)

1. Diferencias en el tipo de preservación (fragmentación y corrosión.) de los palinomorfos retrabajados con respecto a los considerados autóctonos.
2. El diferente grado de madurez térmica de la materia orgánica (o color; Stanley, 1966; Senftle & Landis, 1991)
3. La edad ó rango bioestratigráfico más consensuado de las especies reconocidas luego de la asignación sistemática a nivel específico.
4. Abundancia relativa del material redepositado
5. Afinidad paleoecológica contrastante entre los palinomorfos identificados como autóctonos y redepositados. Esta información permite identificar mejor el paleoambiente de depositación del primer conjunto (e.g. marino vs. dulceacuícola).

3.2.5 Análisis de Diversidad

El cambio en riqueza de especies a lo largo de la columna estratigráfica de la Formación Ligorio Márquez se analizó utilizando el método de Rarefacción (esfuerzo de muestreo/riqueza de especies calculada), que estima el número medio de especies a través de sub-muestras repetidas al azar a partir de la muestra original más grande.

En el análisis sólo se incluyeron las muestras con más de 100 individuos (12 placas) y se usó el Programa [Analytic Rarefaction 1.3](#).

3.2.6 Estimación Paleoambiental y Paleoclimática

Afinidades botánicas

Todas las afinidades citadas se encontraron en la literatura publicada. Para llegar a establecer la familia, género o especie, solo se tuvieron en cuenta los morfotipos identificados formalmente a nivel de morfoespecie.

Análisis bioclimático

En éste apartado se sigue los parámetros de temperatura planteados por Wolfe (1979, 1985): Megatermal (Superior a 24°C), Mesotermal (13 – 24°C) y Microtermal (Inferior a 13°C).

Descripción Método de Coexistencia

Se realizó la aproximación cuantitativa para reconstruir el paleoclima, basada en una

modificación del Método de Coexistencia que sigue la filosofía del “**Pariente vivo más cercano**” con el supuesto de que las condiciones climáticas de un taxón fósil en el Terciario tiene requerimientos climáticos similares a su pariente vivo más cercano. Así, es posible estimar el paleoclima bajo el cual el taxón fósil o asociación vivió en el pasado (Mosbrugger & Utescher, 1997).

Una premisa fundamental de esta aproximación es que las familias utilizadas en el análisis no han variado de manera significativa sus rangos de tolerancia fisiológica y modos reproductivos a lo largo del Terciario.

El primer paso para construir el Análisis Bioclimático es identificar “los parientes vivos más cercanos” en el conjunto polínico. Aunque fue posible obtener algunas afinidades a nivel de género y especie, el análisis en éste trabajo se hizo a nivel de familia, con el fin de tener uniformidad en los datos utilizados.

Si suponemos una flora fósil con dos taxa: A, B, conocemos sus parientes vivos más cercanos: A”, B” y asumimos que conocemos sus condiciones climáticas (Temperatura Medial Anual): A" (entre 4-12°C) y B" (entre 8-16°C; Figura 10). Entonces existe un intervalo entre 8°C y 12°C en el cual A” y B” pueden (o podrían) coexistir (Mosbrugger & Utescher, 1997). De acuerdo con el Método de Coexistencia este intervalo es tomado como el mejor estimado de la Temperatura Media Anual bajo el cual los taxa fósiles A y B alguna vez vivieron (Mosbrugger & Utescher, 1997).

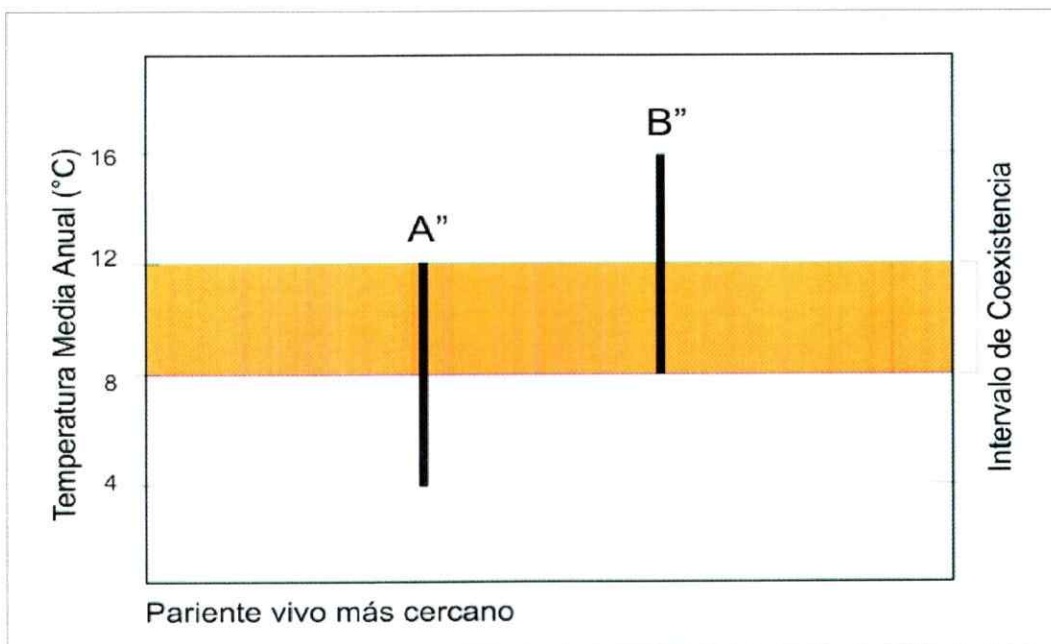


Figura 10. Diagrama de "Pariente Vivo más Cercano". La franja naranja indica la zona coexistencia de los taxa A y B.

- **Perfiles bioclimáticos (Modificación del Método de Coexistencia)**

El segundo paso consistió en construir perfiles climáticos a partir de un análisis de Nicho Ecológico (ANE). Este análisis permite obtener la probabilidad de ocurrencia de un taxa de acuerdo a un set de variables ambientales, también llamado Predicción de Ocupación del Nicho ó PNO (Predicted Niche Occupance), siguiendo la aproximación de Evans y col. (2009).

Para obtener los PNO, se tomaron datos de distribución geográfica actual de las familias recuperadas en el registro fósil desde la Base de Datos GBIF ([The Global Biodiversity Information Facility](https://www.gbif.org/)).

También se seleccionaron y descargaron datos de información climática mundial desde el Wordclim ([Global climate Data](#)), con una resolución de 2,5 arc minutes para las siguientes variables bioclimáticas: BIO1 (Temperatura Media Anual), BIO10 (Temperatura Media del Cuarto más cálido), BIO11 (Temperatura Media del Cuarto más frío), BIO12 (Precipitación Anual), BIO16 (Precipitación del Cuarto más húmedo) y BIO17 (Precipitación del Cuarto más seco). A partir de ésta información y utilizando el Programa Maxent, se estimó una probabilidad de distribución destino, para cada una de las familias, basada en el Principio de Máxima Entropía (Entropía Máxima es igual al evento más probable; Chase & Leibold, 2003).

Finalmente, se generaron las probabilidades de ocurrencia para cada familia y variable bioclimática en todo el hemisferio. Con esta información y utilizando el Programa R Project, se extrajeron los valores de Predicción de Ocupación del Nicho (PNO) para cada una de las familias seleccionadas.

- **Intervalo de Coexistencia**

El tercer paso consiste en encontrar el intervalo de coexistencia compartido por todas las familias del conjunto microflorístico. A partir de los valores PNO obtenidos para cada familia, se generaron tres datos importantes: 1. La media ponderada para cada una de las familias 2. El valor del percentil P20 (como límite inferior) y 3. El valor del percentil P80 (como límite superior) para todos los parientes vivos más cercanos representados en el ensamble. El intervalo de coexistencia es calculado separadamente para cada parámetro climático estudiado.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1 Palinología Formación Ligorio Márquez

De los 35 niveles muestreados, 20 resultaron palinológicamente fértiles (3 de los cuales mostraron bajo número de palinomorfos < 50).

La palinoflora de la Formación Ligorio Márquez está formada principalmente por dos grupos de palinomorfos: autóctonos y retrabajados. El grupo autóctono está representado por Esporas (21%), Polen de Gimnospermas (55%), Polen de Angiospermas (11%), Algas y Fungi (1%), Polen y Esporas Indeterminados (5%). El grupo de esporomorfos retrabajado corresponde a un 7% del total de individuos (N=2814) y está formado principalmente por dinoflagelados y polen de Gimnospermas (Figura 11).

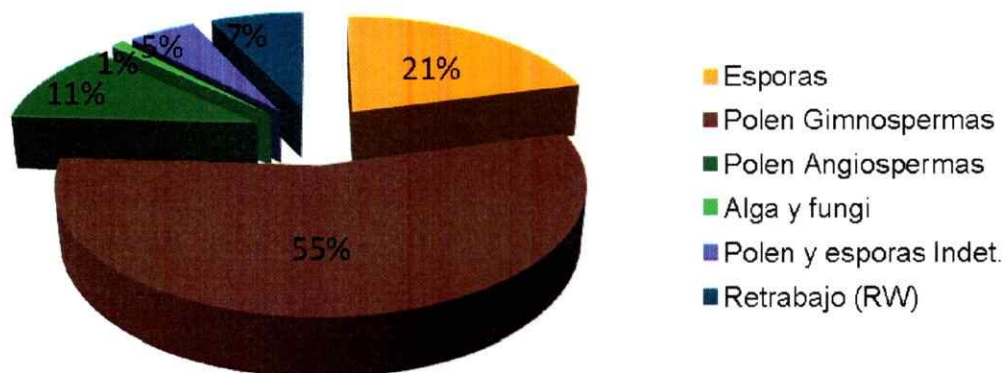


Figura 11. Porcentaje de Ocurrencia de la palinoflora de la Formación Ligorio Márquez (Total de individuos= 2814)

4.1.1 Lista de morfoespecies identificadas en el Análisis Palinológico (Grupo Autóctono)

Ver Anexo 1, Láminas 1 – 5.

• **ESPORAS**

Baculatisporites comaumensis (Cookson 1953) Potonie 1956
Baculatisporites turbioensis Archangelsky 1972
Baculatisporites sp.
Biretisporites sp. II Archangelsky 1972
Biretisporites cf. *crassilabratus* Archangelsky 1972
Biretisporites crassilabratus Archangelsky 1972
Biretisporites sp.
Cingutriteles australis (Cookson) Archangelsky 1972
Concavisporites sp.
Corrugatisporites cf. *argentinus* Archangelsky 1972
Cyatheacidites cf. *annulatus* Cookson 1947
Deltoidospora minor (Couper) Pocock 1970
Deltoidospora sp.
Dictyophyllidites pectinataeformis (Bolkhovitina) Dettman 1963
Dictyophyllidites cf. *crenatus* Dettman 1963
Dictyophyllidites sp.
Echinatisporis sp.
Ischyosporites cf. *crateris* Balme 1957
Ischyosporites sp.
Kluklisporites sp.
Laevigatosporites ovatus Wilson & Webster 1946
Leiotriteles regularis (Pflug) Krutzsch 1959
Leptolepidites cf. *verrucatus* Couper 1953
Peromonolites sp.
Peromonolites vellosus Partridge en Stover & Partridge 1973
Polypodiisporites sp.
Pseudoschizaea circula (Wolff) Christopher, 1976
Retitriteles sp.
Trilites cf. *parvallatus* Krutzsch 1959
Verrucatriletes sp.

• **GIMNOSPERMAS**

Araucariacites australis Cookson, 1947
Dacrycarpites australiensis Cookson & Pike 1953
Dilwynites granulatus Harris 1965
Dilwynites tuberculatus Harris 1965

Inaperturopollenites spp.
Microcachrydites antarcticus Cookson 1947 ex Couper 1953
Phyllocladidites mawsonii (Cookson 1947) ex Couper 1953
Podocarpidites marwickii Couper 1953
Podocarpidites otagoensis Couper 1953
Podocarpidites sp.
Taxodiaceapollenites hiatus (Potonie 1931) Kremp 1949
Trisaccites sp.

• **ANGIOSPERMAS**

Arecipites minutiscabratus McIntyre 1968
Arecipites sp. A Mildenhall & Pocknall 1989
Arecipites spp.
Bombacacidites sp.
cf. *Bacumorphomonocolpites* sp. Sole de Porta 1971
cf. *Horniella* sp. 2 Jaramillo & Dilcher 2001
Corsinipollenites sp.
Diporites aspis Pocknall & Mildenhall 1984
Ericipites sp.
Ericipites sp. 1
Favtricolporites cf. *australis* Archangelsky 1973
Gothanipollis perplexus Pocknall & Mildenhall 1984
Liliacidites sp.
Liliacidites sp. 2 Archangelsky 1973
Liliacidites variegatus Couper 1953
Malvacipollis diversus Harris 1965
Margocolporites sp.
Mauritiidites franciscoi var. *minutus* Van der Hammen & Garcia 1966
Nothofagidites fusca group
Nothofagidites acromegacanthus Menéndez y Caccavari 1975
Nothofagidites dorotensis Romero 1973
Nothofagidites kaitangataensis (Te punga) Romero 1973
Nothofagidites cf. *kaitangataensis*
Polyporina cf. *romeroi* Archangelsky 1973
Proteacidites cf. *retiformis* Couper 1960
Proteacidites cf. *subscabratus* Couper 1960
Proteacidites subscabratus Couper 1960
Psilamonocolpites sp.
Psilatricolporites sp.
Psilatricolpites inargutus (McIntyre 1968) Archangelsky 1973
Retistephanocolpites regularis Hoeken-Klinkenberg 1966
Retistephanocolpites sp.
Retitricolporites medius González Guzmán 1967

Retitricolporites sp.
Rhoipites cf. *baculatus* Archangelsky 1973
Rhoipites sp.
Rousea cf. *microreticulata* Archangelsky & Zamalao 1986
Striatricolporites *gamerroi* Archangelsky 1973
Tricolpites cf. *reticulata* Cookson 1947
Tricolpites *trioblatus* Mildenhall & Pocknall 1989
Triorites *minusculus* McIntyre 1965

- **ALGAE**

Alga tipo 1
Alga tipo 2
Otras algas

- **FUNGI**

Tetraploa sp.

4.1.2 Zonas Palinológicas

Se encontraron 4 palinozonas, las cuales pueden observarse en la Tabla de Distribución Resumen (Figura 12) y en el Anexo 2 se encuentran las Tablas de Distribución completas con cada uno de los morfotipos encontrados.

A continuación se describen cada una de las palinozonas encontradas en el material que se identificó como autóctono para la Formación Ligorio Márquez:

Palinozona I (Muestras LMF020 – LMF0 25, LMF049; 0,3 – 2,1 m)

El ensamble está dominado por polen de gimnospermas con frecuencias que oscilan entre 45 - 47% de *Dilwynites granulatus*, 40% *Podocarpidites* sp, en menor proporción 10% *Podocarpidites marwickii* y 5% *Araucariacites australis*.

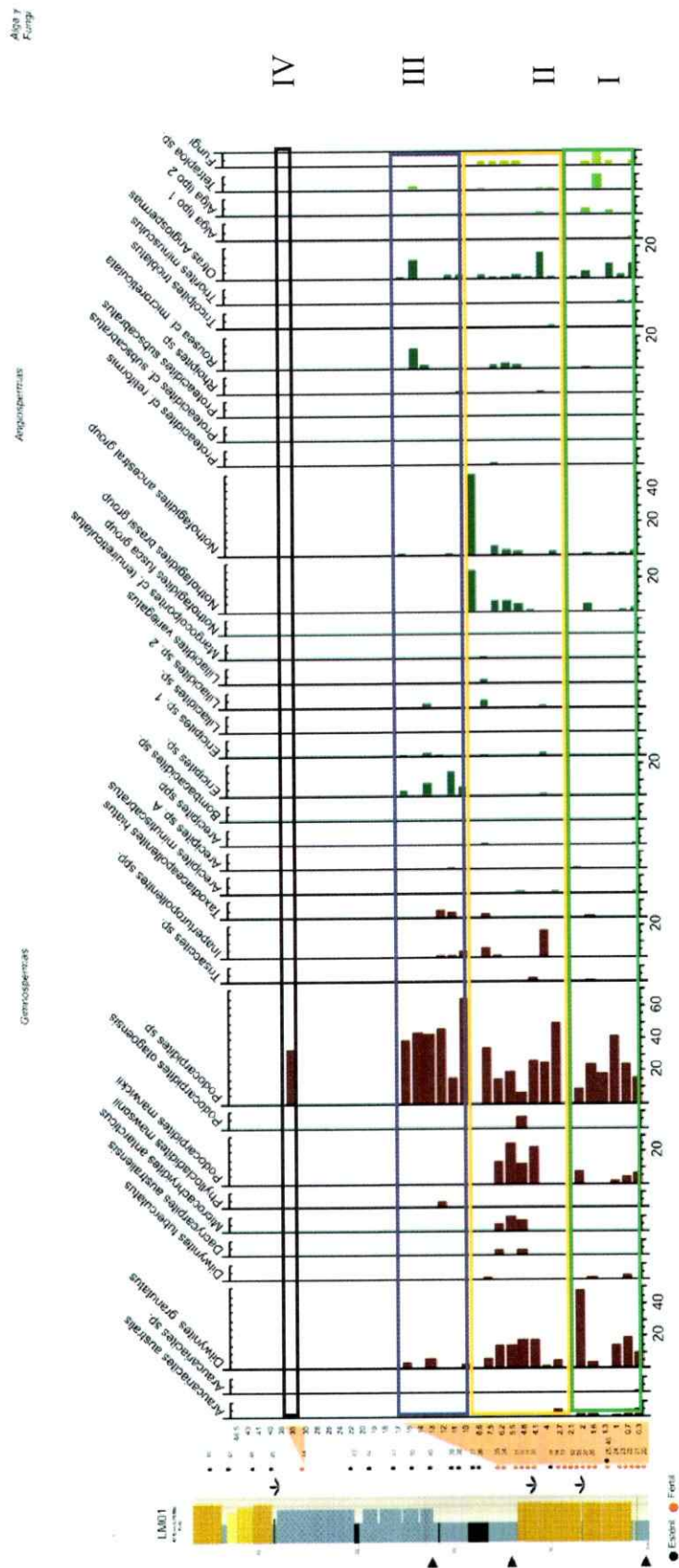


Figura 12. Distribución y ocurrencia de Gimnospermas, Angiospermas, Fungi y Algas a lo largo de la sucesión estratigráfica de la Formación Ligorio Márquez.

Dentro de las esporas se distingue un 15% de *Deltoidospora minor*, 3-5% *Biretisporites crassilabratus* y 3% de *Baculatisporites comaumensis*. Dentro de las Angiospermas se destaca la presencia en esta zona de *Mauritidiidites franciscoi* var. *minutus* con 5%, *Nothofagidites* grupo ancestral y *Nothofagidites* grupo *brassii* con 5-7%, *Arecipites minutiscabratus* y *Arecipites* sp. con 2-3%.

En esta zona se destaca las únicas presencias de *Nothofagidites* grupo *fusca*, *Triorites minusculus* y *Retistephanocolpites regularis*. El grupo Fungi está presente con 10% de su abundancia relativa.

Palinozona II (Muestras LMF026 – LMF029, LMF051 - LMF054; 2,7 – 6,2 m)

El ensamble polínico sigue dominado por polen de gimnospermas, con 50% de *Podocarpidites* sp. y 25% de *Podocarpidites marwickii*. Las frecuencias de *Dilwynites granulatus* disminuyen a un 15%, *Dacrycarpites australiensis*, *Microcachrydites antarcticus* y *Podocarpidites otagoensis*, se presentan con frecuencias entre 3 - 10%, *Araucariacites australis* se mantiene en 5%.

En las esporas, se mantiene con un máximo de 3 - 5% *Biretisporites crassilabratus*. 3% *Baculatisporites comaumensis*, y 7 - 10% *Deltoidospora minor*. En las Angiospermas, se presentan los picos más altos de *Nothofagidites* grupo ancestral, *Nothofagidites* grupo *brassii* y *Corsinipollenites* sp, con valores de 45%, 25% y 25% respectivamente.

Arecipites minutiscabratus se mantiene con 2 - 3% y aparece *Ericipites* sp., *Retitricolporites medius* y *Psilatricolpites inargutus*.

En esta palinozona se destaca la aparición de *Dacrycarpites australiensis*, *Microcachrydites antarcticus* y *Podocarpidites otagoensis*, *Ericipites* sp., *Retitricolporites medius* y *Psilatricolpites inargutus*. También hay un grupo de morfotipos que se presentan por última vez en esta zona: *Podocarpidites marwickii*, *Araucariacites australis*, *Baculatisporites comaumensis* y *Arecipites minutiscabratus*.

Palinozona III (Muestras LMF030 – LMF035; 10 – 16 m)

En esta palinozona las Gimnospermas presentan la mayor frecuencia de todo el ensamble con 60% *Podocarpidites* sp., sin embargo *Dilwynites granulatus* disminuye a 5%.

En las esporas, sigue presente *Deltoidospora minor* con 12 - 15%, *Biretisporites crassilabratus*, con 3%, se presentan picos de 30% para *Polypodiisporites* spp. y 15% para *Pseudoschizaea circula*. En las Angiospermas se destaca *Ericipites* sp. con un valor máximo de 25%, *Nothofagidites* grupo ancestral presentan unas pocas apariciones con frecuencias muy bajas (1,2%) , mientras que *Psilamonocolpites* sp. presenta valores máximos de 25%. Fungi presenta valores bajos de 1-3%.

En esta zona se presentan las últimas apariciones de la mayoría de las morfoespecies.

Zona Estéril (LMF036 – LMF043, LMF050; 17 – 34 m)

Palinozona IV (Muestras LMF044 – LMF045; 35 – 38 m)

En esta palinozona, la única muestra fértil es LMF044, en ella se encuentran 33%

Podocarpidites sp., 33% *Pseudoschizaea circula* y 33% *Malvacipollis diversus*.

Adicionalmente Otras Angiospermas, que corresponden a granos de polen que no pudieron ser identificados, estuvieron presentes en las Palinozonas I-III, con un pico máximo de 15% en la Palinozona II.

Finalmente, la familia Nothofagaceae constituye el 32% de las Angiospermas dentro de la palinoflora encontrada en la Formación Ligorio Márquez. Del conteo total de *Nothofagidites* (100 granos), el 18% (57 granos) corresponde al grupo *N. ancestral*, el 13% (40 granos) se concentra en el grupo *N. brassii* y el 1% (3 granos) corresponde al grupo *N. fusca*.

Zona Estéril (LMF 046 - LMF049; 40 – 46,5 m)

4.1.3 Edad de la Formación Ligorio Márquez

A continuación se presenta la distribución estratigráfica de 34 esporomorfos encontrados en el Análisis Palinológico de la Formación Ligorio Márquez (Tabla 2).

El 85% de los palinomorfos presentan amplios rangos de distribución, como *Baculatisporites comaumensis*, *Baculatisporites turbioensis*, *Liliacidites variegatus*, *Nothofagidites dorotensis* y *Proteacidites variegatus*.

TAXA	Cretácico Superior		Paleoceno		Eoceno			Oligaceno		
	Campaniano	Maastrichtiano	Inferior	Superior	Inferior	Medio	Superior	Inferior	Medio	Superior
<i>Biretisporites crassibratus</i>										
<i>Notofagidites kaitangataensis</i>										
<i>Palaetrilepites marginatus</i>										
<i>Retricolporites medius</i>										
<i>Tricolpites troblatus</i>										
<i>Triletes minusculus</i>										
<i>Cingulites australis</i>										
<i>Deltoidospora minor</i>										
<i>Laevigatosporites ovatus</i>										
<i>Microacanthoidites antarcticus</i>										
<i>Liliacites vanegatus</i>										
<i>Proteacidites subscabratus</i>				**					**	**
<i>Baculatisporites comeunensis</i>										
<i>Baculatisporites turbidensis</i>										
<i>Peromonolites velosus</i>										
<i>Phyllocladites mawsonii</i>										
<i>Podocarpidites marwickii</i>										
<i>Podocarpidites oligoensis</i>										
<i>Notofagidites acromegacanthus</i>										
<i>Notofagidites darwensis</i>										
<i>Leontidites regularis</i>										
<i>Pseudoschizaea circula</i>										
<i>Dactyloarpietes australiensis</i>										
<i>Dikwynia granulatus</i>										
<i>Dikwynia tuberculatus</i>										
<i>Arecipites minutisabratius</i>					**	**	**	**	**	**
<i>Malvacipollis diversus</i>					**	**	**	**	**	**
<i>Relistephanocepites regularis</i>										
<i>Striatricolporites gameroi</i>										
<i>Araucariacites australis</i>										
<i>Meurididites franciscoi</i> var. <i>minutus</i>										
<i>Gothanipollis perplexus</i>										
<i>Diporites aspis</i>										
<i>Taxodiaceapollenites hiatus</i>										

Los morfotipos en color naranja corresponden a los taxa cuyas primeras ó últimas apariciones permitieron encontrar el Rango Estratigráfico de la Formación Ligorio Márquez. La línea punteada corresponde a 47.6 ± 0.78 K. Ar (Yabé et al., 2006).

Rangos Estratigráficos tomados del trabajo Ruiz & Quattrocchio (1999) y de la Base de Datos Palinológica PALYNODATA (2006). Se tuvieron en cuenta los registros encontrados en Sudamérica (Argentina y Chile), Antártica, Australia y Nueva Zelanda. Fueron utilizados solamente los morfotipos identificados a nivel de morfoespecie. En los casos en donde existían varios registros, se tomó la primer y última ocurrencia, que agrupa todas las apariciones. Con el símbolo * se indica la ausencia del morfotipo entre registros estratigráficos conocidos.

Tabla 2. Carta de Rangos Estratigráficos de 34 esporomorfos encontrados en el registro Palinológico de la Fm Ligorio Márquez.

Sin embargo, 5 de ellos tienen importancia bioestratigráfica: *Biretisporites crassilabratus*, *Psilatricolporites inargutus*, *Retitricolporites medius*, *Tricolpites trioblatus* y *Nothofagidites kaitangataensis* (Tabla 2).

Comparación con otras Asociaciones Florísticas durante el Cenozoico en Patagonia

Al comparar la asociación palinológica de la Formación Ligorio Márquez con 39 localidades y/o Formaciones del Daniano-Mioceno desde los 38°S hasta los 54°S, a fin de evaluar su grado de similitud florística y estimar su edad, se encontró:

- DCA (Detrended Correspondence Analysis)

El total de inercia (suma de todos los eigenvalues) para el DCA fue de 7,4 y los dos primeros ejes explican el 59 y 44% de la varianza total (Figura 13).

El DCA muestra claramente la separación de la palinoflora de la Formación Ligorio Márquez de las 39 asociaciones utilizadas en el análisis. Sin embargo, sugiere semejanza en composición a nivel de esporomorfos a las localidades de Punta Prat (38. Chorrillo Chico y 39. Agua Fresca), únicas Formaciones con quienes comparte la presencia de *Nothofagidites kaitangataensis*.

De acuerdo a su ubicación dentro de las diferentes paleofloras presentes en Patagonia, la Figura 13 muestra que la Formación de estudio se encuentra en transición entre la Paleoflora Gondwánica Subtropical y la Paleoflora Mixta, entre las Formaciones

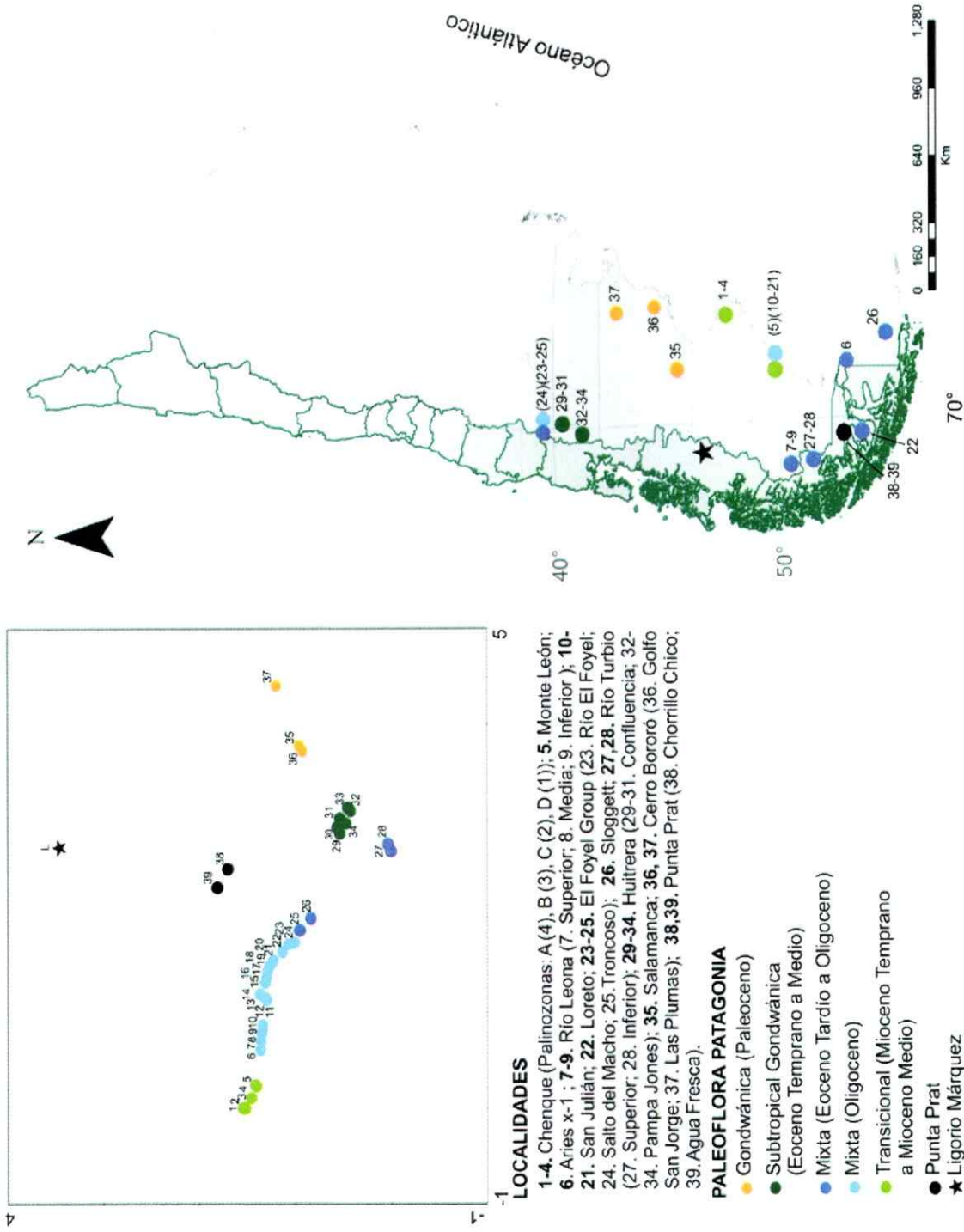


Figura 13. Gráfica de Detrended Correspondence Analysis (DCA) y Mapa de localización de las Paleofloras en Patagonia

Huitrera (29-34) y Rio Turbio (27-28).

- *Análisis de Conglomerados*

De acuerdo a los resultados obtenidos en el DCA, Ligorio Márquez está cercano a las palinofloras de Punta Prat (53° S); con el fin de comparar su composición con los puntos más australes, en éste análisis sólo se incluye las palinofloras de Ligorio Márquez, Punta Prat (ubicada a los 53°10'S-71°20'W) y una localidad adicional ubicada al este de Antártica (U1356; Pross *et. al.*, 2012) depositada durante el Eoceno Inferior y que comparte con el sitio de estudio morfotipos importantes que pertenecen a las familias Arecaceae y Bombacaceae.

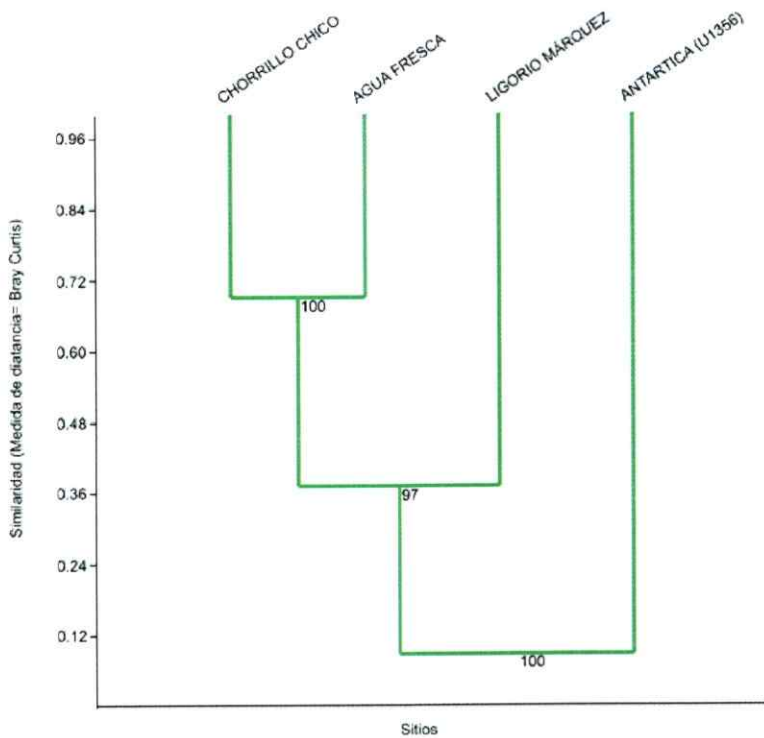


Figura 14. Diagrama de Análisis de Conglomerados basado en abundancia de esporomofos

El resultado del análisis (Figura 14) muestra 3 conglomerados: el primero asocia a las Formaciones Chorrillo Chico y Agua Fresca, el segundo incluye a la palinoflora de la Formación Ligorio Márquez y un tercero a la localidad Antártica (U1356).

4.2 Redepósito en la Formación Ligorio Márquez (RW)

La interpretación de la presencia de un conjunto de especies retrabajadas, se basó en la identificación de los esporomorfos, su rango bioestratigráfico, su afinidad paleoambiental y sus diferencias en el tipo de preservación con el material autóctono.

A partir de la asociación polínica formada por los palinomorfos retrabajados y sus rangos bioestratigráficos, se propone una posible edad.

Se reconocieron 16 morfoespecies retrabajadas, de las cuales 4 corresponden a Quistes de Dinoflagelados (paleoambiente de depositación marina) y las 12 restantes a polen de Gimnospermas, esporas, microforaminífero y acritarcos.

4.2.1 Lista de especies identificadas en el Retrabajo (RW)

Ver Anexo 1, Lámina 6.

ESPORAS

Calamospora sp.
Cicatricosisporites spp.
Concavisporites jurienensis Balme 1957
Gabonisoris vigouroxii Boltenhagen 1967
Gleicheniidites senonicus Ross 1949

GIMNOSPERMAS

Araucariacites fissus Reiser & Williams 1969
Callialasporites dampieri (Balme 1957) Dev 1961
Callialasporites sp.
Classopollis classoides (Pflug 1953) Pocock & Jansonius 1961
Classopollis sp.

DINOFLAGELADOS

Dichadogonyaulax sp./*Ctenidodinium* sp.

Geiselodinium sp.

Subtilisphaera scabrata Jain & Millepied 1973

Subtilisphaera sp.

Dinoflagelados indeterminados

MICROFORAMINÍFERO

Foram lining

ACRITARCO

Leiosphaeridia spp.

4.2.2 Asociación encontrada en el Material Retrabajado

El estudio sistemático permitió definir al menos una asociación, formada por:

Classopollis classoides, *Araucariacites fissus*, *Callialasporites dampieri*,
Concavisporites jurienensis, *Gabonisorites vigouroxii* y *Gleicheniidites senonicus*.
Acompañan a ésta asociación polínica quistes de dinoflagelados como *Subtilisphaera*
scabrata, *Subtilisphaera* sp., *Geiselodinium* sp. y *Dichadogonyaulax* sp./*Ctenidodinium*
sp.

4.3 Análisis de Diversidad

El Análisis de Rarefacción se realizó sobre 12 placas palinológicas que contienen un máximo de 300 y un mínimo de 117 individuos y se compararon los niveles de riqueza a lo largo de la columna estratigráfica (Figura 15).

Se encontró que las curvas de diversidad forman 3 grupos, que tienen una posición clara en la columna estratigráfica: (1) 0.3 – 1,6 m (2) 2- 6,2 m (3) 5,5 – 10 m.

En el grupo (1) la riqueza es de 37 a 39 morfoespecies, en el grupo (2) la riqueza es de 31 a 40 morfoespecies, en el grupo (3) la riqueza es de 20 a 22 morfoespecies. La diferencia en la riqueza de especies es significativa entre las curvas (1) y (3) pues los intervalos de confianza (del 95%) no se sobrelapan. De acuerdo a lo anterior existe una

diferencia significativa en la riqueza de morfoespecies en la parte basal de la columna (1) 0,3 – 1,6 m, con respecto a la parte superior (3) 5,5 – 10 m, en donde se evidencia una disminución de la riqueza a medida que se asciende en la columna estratigráfica.

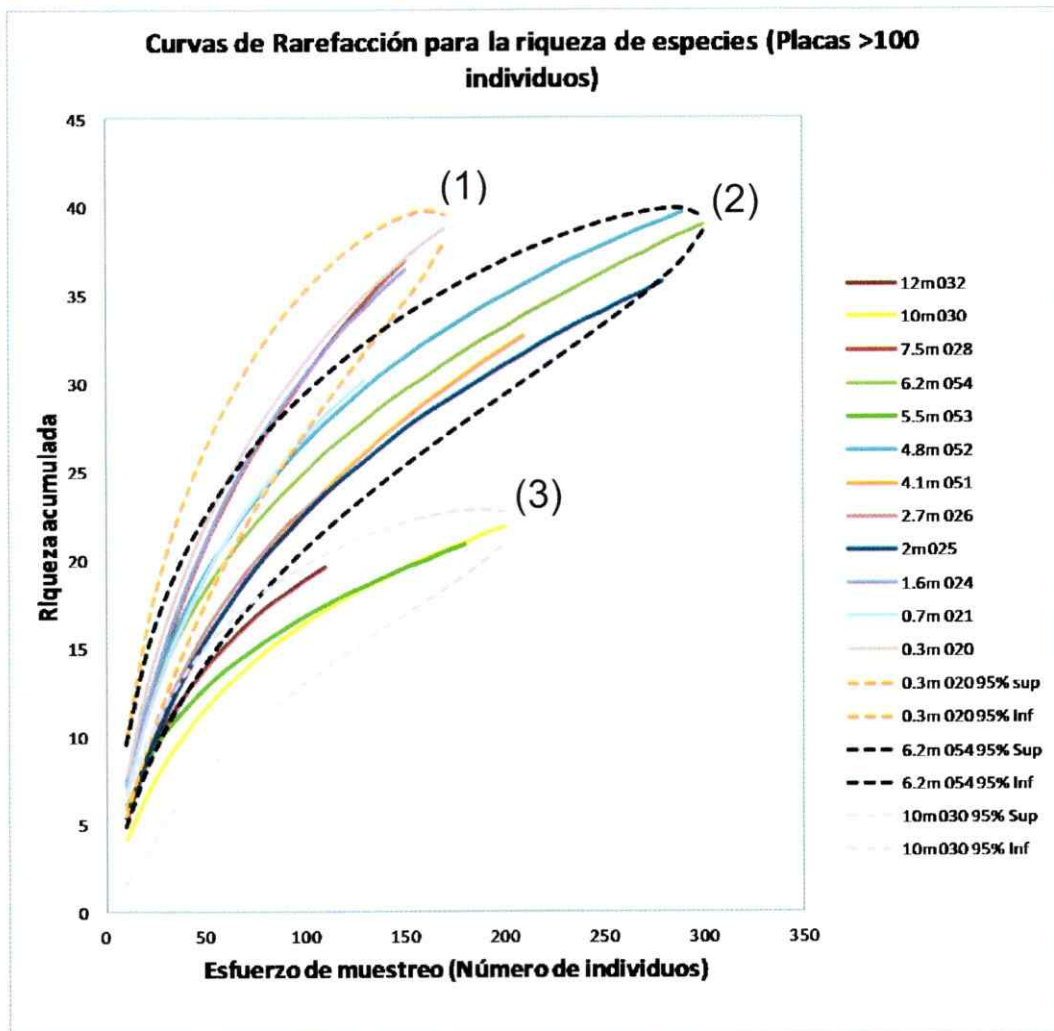


Figura 15. Curva de Riqueza de especies para las placas con > de 100 granos en la Formación Ligorio Márquez. (1) 0.3 – 1.6 m (2) 2- 6.2 m (3) 5.5 – 10

4.4 Estimación Paleoclimática

4.4.1 Afinidades botánicas

El paleoambiente y paleoclima de un área pueden ser reconstruidos por comparación de los taxa fósiles hallados con los taxa modernos relacionados (Quattrocchio & Ruiz, 1999).

No siempre se pudo determinar los equivalentes actuales de las especies fósiles y muchas veces sólo pudo hacerse tentativamente (en este caso se encontrará la afinidad interrogada). La lista taxonómica de familias, géneros y especies identificadas se presenta por grupos supragenéricos en las Tablas 3A y 3B.

Dentro de las esporas, se encontraron las siguientes familias, generos y especies: Blechnaceae, Dicksoniaceae (*Dicksonia* sp.), ?Filicopsida, Hymenophyllaceae (*Hymenophyllum* sp.), Lophosoriaceae (*Lophosoria* sp.), Lycopodiaceae, Lycopsidea (*Leptolepia* sp.), Matoniaceae (*Matonia pectinata*), Osmundaceae, Polypodiaceae (*Acrostichum* sp.), Schizaceaceae, Selaginellaceae (*Selaginella* sp.), Sphagnales (*Sphagnum* sp.), Zygnemataceae.

En Gimnospermas: Araucariaceae (*Araucaria* sp.), Podocarpaceae (*Microcachrys* sp. y *Dacrydium franklinii*), Taxodiaceae.

En Angiospermas: Arecaceae, Bombacaceae (*Catostemma* sp.), Ericaceae/Empetraceae,

Gunneraceae (*Gunnera* sp.), Leguminosae, Liliaceae, Loranthaceae (*Elytranthe blume*), Malvaceae, Mimosaceae, Nothofagaceae, Onagraceae (*Fuchsia* sp.), Proteaceae, Rutaceae/Araliaceae?, Scrophulariaceae/Convolvulaceae, Solanaceae/Rosaceae (*Frafaria* sp.), Violaceae?,

4.4.2 Análisis Bioclimático

Paleotemperatura y Paleoprecipitación

En este análisis se seleccionaron las familias con un rango acotado de distribución, se eliminaron aquellas con distribución cosmopolita y se eligieron aquellas con distribución tropical, subtropical,, que corresponden a: Arecaceae, Araucariaceae, Bombacaceae, Gunneraceae, Liliaceae, Loranthaceae, Malvaceae, Nothofagaceae, Podocarpaceae, Proteaceae y Zygnemataceae.

Dentro de la familia Nothofagaceae se tuvieron en cuenta especies del género *Nothofagus* que pertenecen tanto al Grupo Fusca, como al Grupo Brassii. Dentro del Grupo Fusca se incluyeron: *N. antarctica*, *N. betuloides*, *N. dombeyi*, *N. fusca*, *N. gunnii*, *N. nitida*, *N. pumilio*, *N. solandri* y *N. truncata*. Dentro del Grupo Brassii se incluyeron *N. balansae*, *N.brassii*, *N. codonandra*, *N. grandis*, *N. perryi* y *N. resinosa*.

LISTADO DE MORFOESPECIES		AFINIDAD BOTÁNICA		
No.	ESPORAS	Familia	Género	Especie
1	<i>Baculatisporites comaumensis</i>	Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum</i>	.....
2	<i>Baculatisporites turbioensis</i>	Osmundaceae	.....	.....
3	<i>Baculatisporites</i> sp.	.....	.....	.....
4	<i>Biretisporites</i> sp. II	.....	.....	.....
5	<i>Biretisporites</i> cf. <i>crassilabratus</i>	Osmundaceae	.....	.....
6	<i>Biretisporites crassilabratus</i>	?Hymenophylleaceae	.....	.....
7	<i>Biretisporites</i> sp.	.....	.....	.....
8	<i>Cingulitrites australis</i>	Sphagnales	<i>Sphagnum</i>	.....
9	<i>Concavisporites</i> sp.	?Filicopsida	.....	.....
10	<i>Corrugatisporites</i> cf. <i>argentinus</i>	Schizaeaceae	.....	.....
11	<i>Cyatheacidites</i> cf. <i>annulatus</i>	Lophosoriaceae	<i>Lophosoria</i>	.....
12	<i>Deltoidospora minor</i>	Polypodiaceae	<i>Acrostichum</i>	.....
13	<i>Deltoidospora</i> sp.	Polypodiaceae	.....	.....
14	<i>Dictyophyllidites pectinataeformis</i>	Matoniaceae	<i>Matonia</i>	<i>pectinata</i>
15	<i>Dictyophyllidites</i> cf. <i>crenatus</i>	Matoniaceae	.....	.....
16	<i>Dictyophyllidites</i> sp.	.....	.....	.....
17	<i>Echinatisporis</i> sp.	Selaginellaceae	<i>Selaginella</i>	.....
18	<i>Ischyosporites</i> cf. <i>crateris</i>	Dicksoniaceae	<i>Dicksonia</i>	.....
19	<i>Ischyosporites</i> sp.	Dicksoniaceae	.....	.....
20	<i>Kluklisporites</i> sp.	Schizaeaceae	.....	.....
21	<i>Laevigatosporites ovatus</i>	Blechnaceae	.....	.....
22	<i>Leiotritetes regularis</i>	Schizaeaceae/Matoniaceae?	.....	.....
23	<i>Leptolepidites</i> cf. <i>verrucatus</i>	Lycopsida	<i>Leptolepia</i>	.....
24	<i>Peromonolites</i> sp.	Blechnaceae/Dryopteridaceae	.....	.....
25	<i>Peromonolites vellosus</i>	Blechnaceae	.....	.....
26	<i>Polypodiisporites</i> sp.	Polypodiaceae	.....	.....
27	<i>Pseudoschizaea circula</i>	Zygnemataceae	.....	.....
28	<i>Retitritetes</i> sp.	Lycopodiaceae	.....	.....
29	<i>Trilitis</i> cf. <i>parvallatus</i>	Dicksoniaceae	<i>Dicksonia</i>	.....
30	<i>Verrucatisporites</i> sp.	.....	.....	.....
No.	GIMNOSPERMAS	Familia	Género	Especie
31	<i>Araucariacites australis</i>	Araucariaceae (Araucaria)	<i>Araucaria</i>	.....
32	<i>Araucariacites</i> sp.	Araucariaceae	.....	.....
33	<i>Dacrycarpites australiensis</i>	Podocarpaceae	.....	.....
34	<i>Dilwynites granulatus</i>	Araucariaceae	.....	.....
35	<i>Dilwynites tuberculatus</i>	Araucariaceae	.....	.....
36	<i>Inaperturopollenites</i> spp.	.....	.....	.....
37	<i>Microcachrydites antarcticus</i>	Podocarpaceae	<i>Microcachrys</i>	.....
38	<i>Phyllocladidites mawsonii</i>	Podocarpaceae	<i>Dacrydium</i>	<i>franklinii</i>
39	<i>Podocarpidites marwickii</i>	Podocarpaceae	.....	.....
40	<i>Podocarpidites otagoensis</i>	Podocarpaceae	.....	.....
41	<i>Podocarpidites</i> sp.	Podocarpaceae	.....	.....
42	<i>Taxodiaceapollenites hiatus</i>	Taxodiaceae	.....	.....
43	<i>Trisaccites</i> sp.	Podocarpaceae	.....	.....

Tabla 3A. Lista taxonómica de familias, géneros y especies identificadas, presentada por grupos supragenéricos (continúa siguiente página)

LISTADO DE MORFOESPECIES		AFINIDAD BOTÁNICA		
No.	ANGIOSPERMAS	Familia	Género	Especie
44	<i>Arecipites minutiscabratus</i>	Arecaceae	.....	.....
45	<i>Arecipites</i> sp. A	Arecaceae	.....	.....
46	<i>Arecipites</i> spp.	Arecaceae	.....	.....
47	<i>Bombacacidites</i> sp.	Bombacaceae	.....	.....
48	cf. <i>Bacumorphomonocolpites</i> sp.	.....	.....	.....
49	cf. <i>Homiella</i> sp. 2	.....	.....	.....
50	<i>Corsinipollenites</i> sp.	Onagraceae	.....	.....
51	<i>Diporites aspis</i>	Onagraceae	<i>Fuchsia</i>	.....
52	<i>Ericipites</i> sp.	Ericaceae/Empetraceae	.....	.....
53	<i>Ericipites</i> sp. 1	Ericaceae/Empetraceae	.....	.....
54	<i>Favitricolporites</i> cf. <i>australis</i>	.....	.....	.....
55	<i>Gothanipollis perplexus</i>	Loranthaceae	<i>Elytranthe</i>	<i>blume</i>
56	<i>Liliacidites</i> sp.	Liliaceae	.....	.....
57	<i>Liliacidites</i> sp. 2	Liliaceae	.....	.....
58	<i>Liliacidites variegatus</i>	Liliaceae	.....	.....
59	<i>Malvacipollis diversus</i>	Malvaceae	.....	.....
60	<i>Margocolporites</i> sp.	Leguminosae	.....	.....
61	<i>Mauritiidites franciscoi</i> var. <i>minutus</i>	Arecaceae	.....	.....
62	<i>Nothofagidites fusca</i> group	Nothofagaceae	.....	.....
	<i>Nothofagidites brassii</i> group	Nothofagaceae	.....	.....
63	<i>Nothofagidites acromegacanthus</i>	Nothofagaceae	.....	.....
64	<i>Nothofagidites dorotensis</i>	Nothofagaceae	.....	.....
	<i>Nothofagidites</i> ancestral group	.....	.....	.....
65	<i>Nothofagidites kaitangataensis</i>	Nothofagaceae	.....	.....
66	<i>Nothofagidites</i> cf. <i>kaitangataensis</i>	Nothofagaceae	.....	.....
67	<i>Polyporina</i> cf. <i>romeroi</i>	.....	.....	.....
68	<i>Proteacidites</i> cf. <i>retiformis</i>	Proteaceae	.....	.....
69	<i>Proteacidites</i> cf. <i>subscabratus</i>	Proteaceae	.....	.....
70	<i>Proteacidites subscabratus</i>	Proteaceae	.....	.....
71	<i>Psilamonocolpites</i> sp.	.....	.....	.....
72	<i>Psilatricolporites</i> sp.	.....	.....	.....
73	<i>Psilatricolpites inargutus</i>	Violaceae?	.....	.....
74	<i>Retistephanocolpites regularis</i>	Bombacaceae	<i>Catostemma</i>	.....
75	<i>Retistephanocolpites</i> sp.	.....	.....	.....
76	<i>Retitricolporites medius</i>	.....	.....	.....
77	<i>Retitricolporites</i> sp.	.....	.....	.....
78	<i>Rhoipites</i> cf. <i>baculatus</i>	Rutaceae/?Araliaceae/ Mimosaceae	.....	.....
79	<i>Rhoipites</i> sp.	.....	.....	.....
80	<i>Rousea</i> cf. <i>microreticulata</i>	.....	.....	.....
81	<i>Striatricolporites gamerroi</i>	Solanaceae/Rosaceae	<i>Fragaria</i>	.....
82	<i>Tricolpites</i> cf. <i>reticulata</i>	Gunneraceae	<i>Gunnera</i>	.....
83	<i>Tricolpites trioblatus</i>	Scrophulariaceae/Convolvulaceae	.....	.....
84	<i>Triorites minusculus</i>	.....	.....	.....

Tabla 3B. Afinidades botánicas encontradas en la Formación Ligorio Márquez. Lista taxonómica de familias, géneros y especies identificadas.

Perfiles bioclimáticos

Identificados “los parientes vivos más cercanos”, se construyeron los perfiles climáticos a partir de la Predicción de Ocupación del Nicho ó PNO (Predicted Niche Occupance) y se estimó una probabilidad de distribución destino para las familias seleccionadas. Esta probabilidad de distribución destino puede observarse gráficamente en los mapas con las predicciones de rango geográfico potencial para cada una de las 11 familias estudiadas, en donde valores de mayor a menor probabilidad se indican con colores que van desde el rojo hasta el azul (Anexo 4).

Los valores para cada una de las variables bioclimáticas se observan en los histogramas para cada una de las familias (en donde el eje X corresponde al valor de cada variable y el eje Y a los valores de Probabilidad de Ocupación del Nicho; Anexo 5). A partir de estas curvas es posible estimar el promedio ponderado del valor de la variable ambiental en función de su probabilidad de ocurrencia. La Figura 16 muestra la predicción potencial de la familia Arecaceae, el modelo predice que ésta familia ocurre principalmente en la zona tropical, con una temperatura media anual de 23,6°C y una precipitación media anual de 2873,3 mm.

✓ Intervalos de Coexistencia

A partir de los valores promedio para cada variable bioclimática, junto con los valores del percentil 20 y 80, fue posible construir el espacio climático más probable ocupado

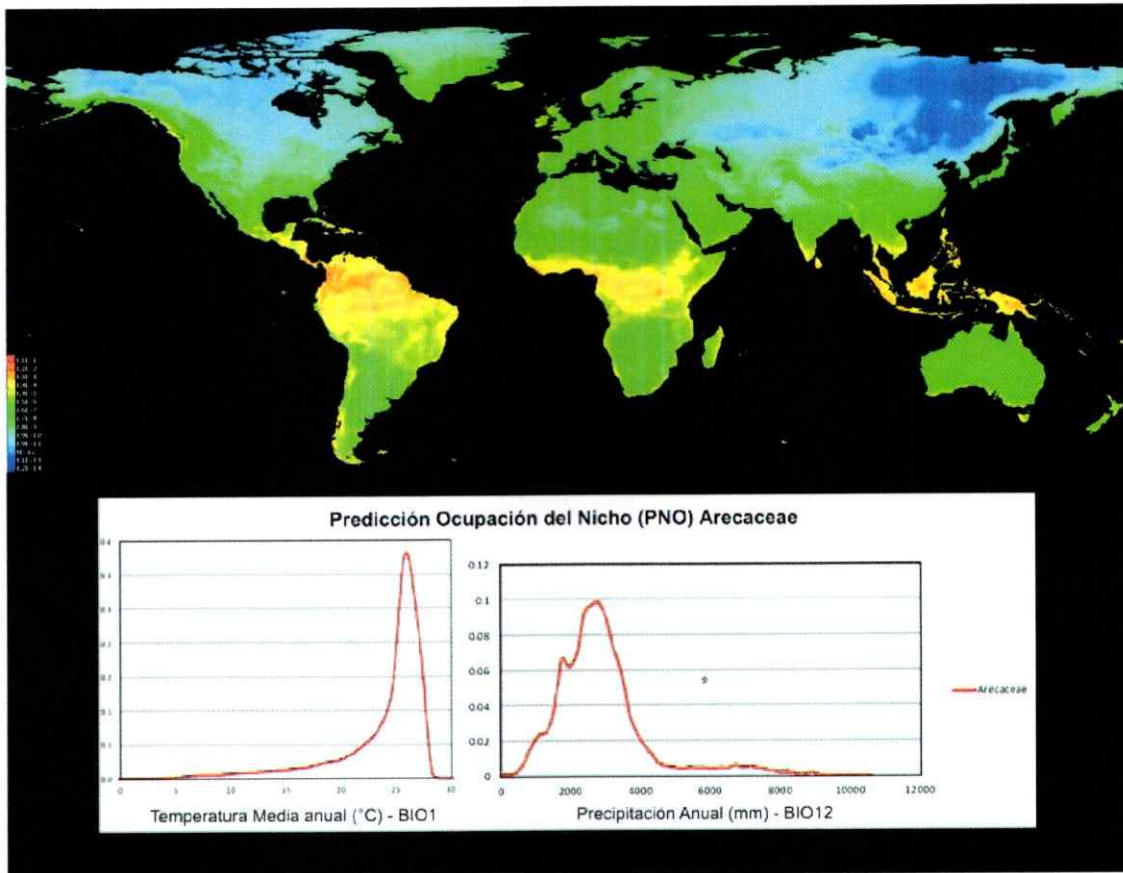


Figura 16. Mapa con la probabilidad de ocurrencia para la familia Arecaceae

por la flora fósil y se calculó la zona de coexistencia que acomoda la mayoría de familias en la Formación Ligorio Márquez.

A continuación se describen los intervalos de coexistencia encontrados para las variables bioclimáticas BIO1, BIO10, BIO11, BIO12, BIO16 Y BIO17, que muestran la mejor estimación de Temperatura y Precipitación, bajo el cual se habría desarrollado la microflora de la Formación Ligorio Márquez:

La Figura 17 muestra el intervalo de coexistencia para la Temperatura media anual (BIO1) está entre 17,3 °C y 21 °C, en donde el límite inferior está dado por los valores máximos de las familias Nothofagaceae y Gunneraceae, mientras que el límite superior está dado por los valores mínimos de las familias Arecaceae y Bombacaceae. Las familias Proteaceae, Podocarpaceae y Zygnetataceae presentaron valores atípicos dentro del ensamble y no se encuentran dentro de la zona de coexistencia

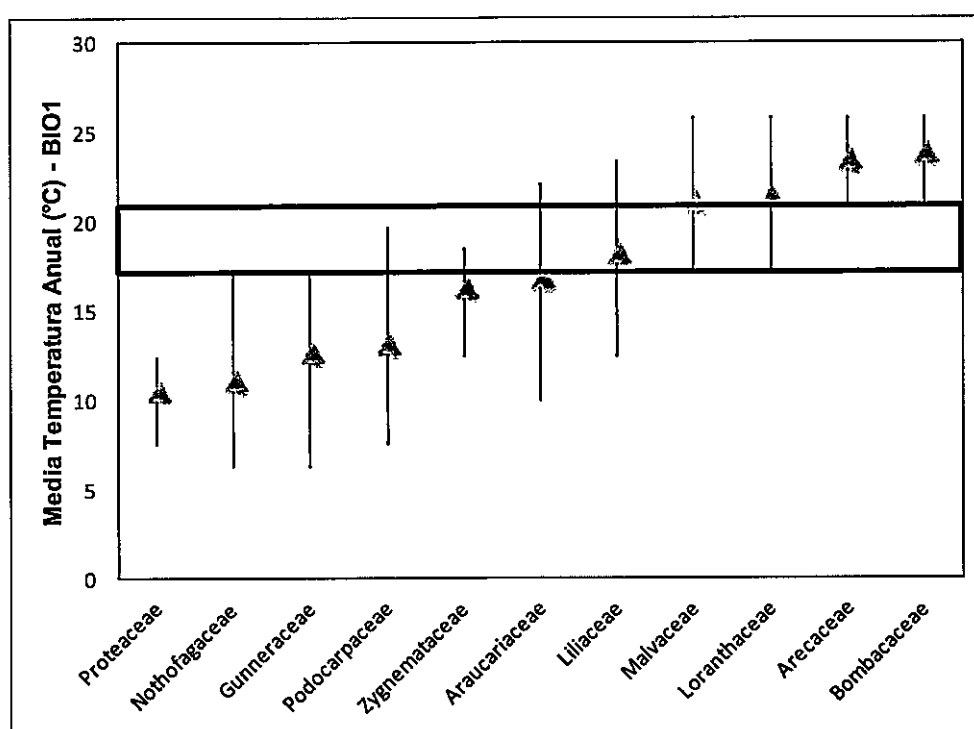


Figura 17. Zona de Coexistencia para las variables climáticas BIO1

El intervalo de coexistencia para la Media de Temperatura del cuarto más cálido (BIO10) va desde 19,5 °C hasta 22 °C, en donde el límite inferior está dado por los valores máximos de las familias Nothofagaceae y Gunneraceae, mientras que el límite

superior está dado por los valores mínimos de las familias *Arecaceae*, *Bombacaceae* y *Malvaceae*. Las familias *Proteaceae* y *Bombacaceae*, presentaron valores atípicos dentro del ensamble y no se encuentran dentro de la zona de coexistencia (Figura 18).

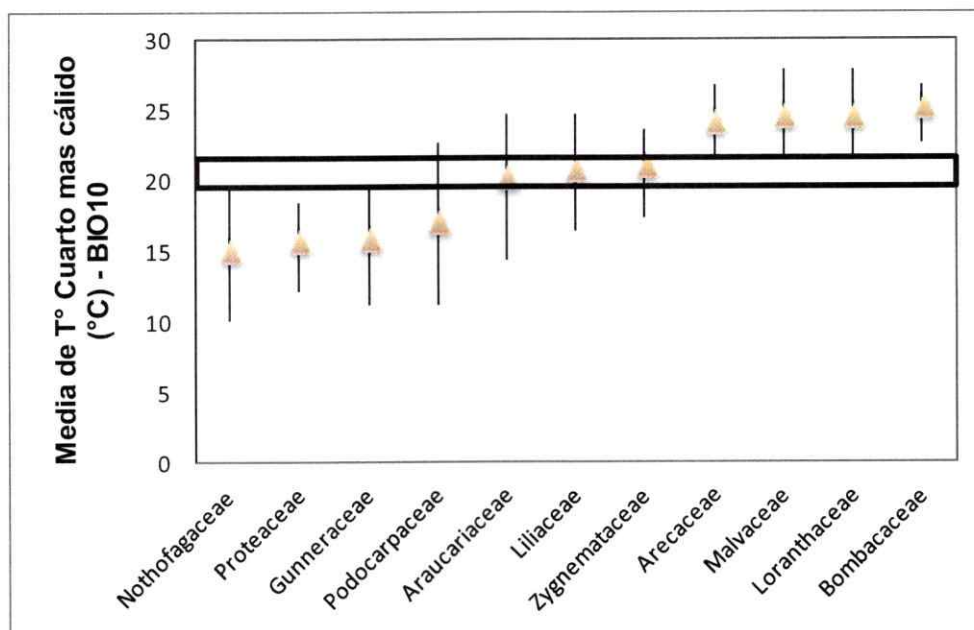


Figura 18. Zona de Coexistencia para las variables climáticas BIO10

El intervalo de coexistencia para la Media de Temperatura del cuarto más frío (BIO11) va desde 1,31 °C hasta 3 °C, en donde el límite inferior está dado por los valores mínimos de las familias *Malvaceae*, *Proteaceae*, *Nothofagaceae* y *Gunneraceae*, mientras que el límite superior está dado por los valores mínimos de las familias *Podocarpaceae* y *Araucariaceae*. La familia *Zygnemataceae* presentó valores atípicos dentro del ensamble y no se encuentran dentro de la zona de coexistencia (Figura 19).

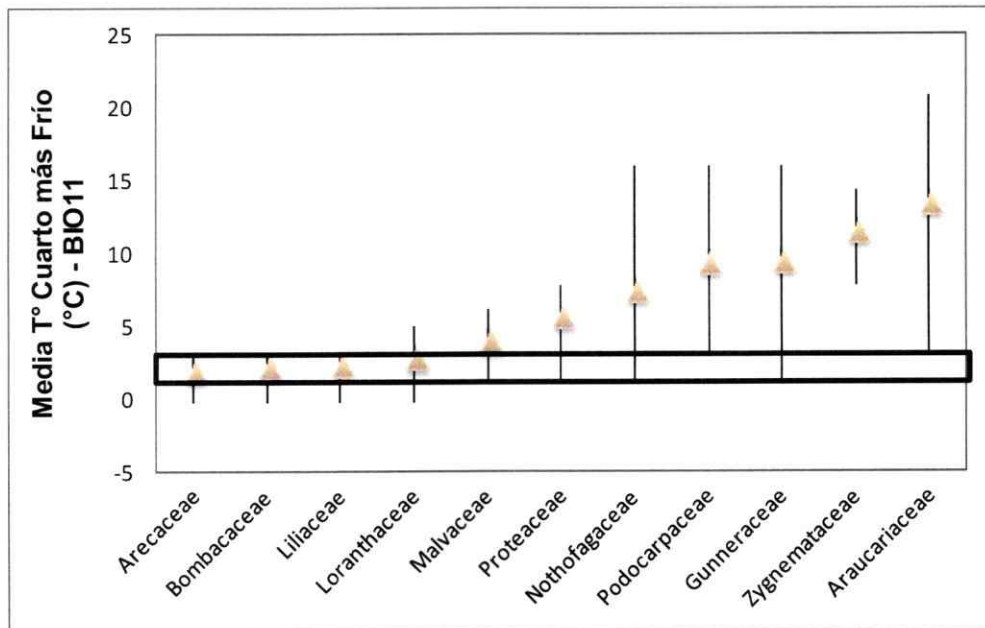


Figura 19. Zona de Coexistencia para las variables climáticas BIO11

La zona de coexistencia para la Media de Precipitación Anual (BIO12) va desde 1511 a 1727 mm de precipitación, el límite inferior está dado por el valor máximo de la familia Proteaceae y el límite superior por el valor mínimo de la familia Arecaceae. La familia Zygnemataceae presentó valores atípicos y no se encuentra dentro del espacio climático común a toda la microflora (Figura 20).

El intervalo de coexistencia para la Media de Precipitación del cuarto más húmedo (BIO16) va desde 538 mm – 672 mm, en donde el límite inferior está dado por el valor máximo de la familia Proteaceae, mientras que el límite superior está dado por el valor

mínimo de la familia Arecaceae. La familia Zygnemataceae, presentó valores atípicos dentro del ensamble y no se encuentra dentro de la zona de coexistencia (Figura 21).

El intervalo de coexistencia para la Media de Precipitación del cuarto más seco (BIO17) va desde 142 mm – 189,3 mm, en donde el límite inferior está dado por el valor mínimo de la familia Arecaceae, mientras que el límite superior está dado por el valor máximo de la familia Malvaceae y el valor mínimo de la familia Podocarpaceae. No se presentaron valores atípicos dentro del ensamble y todas las familias se encuentran dentro de la zona de coexistencia (Figura 22).

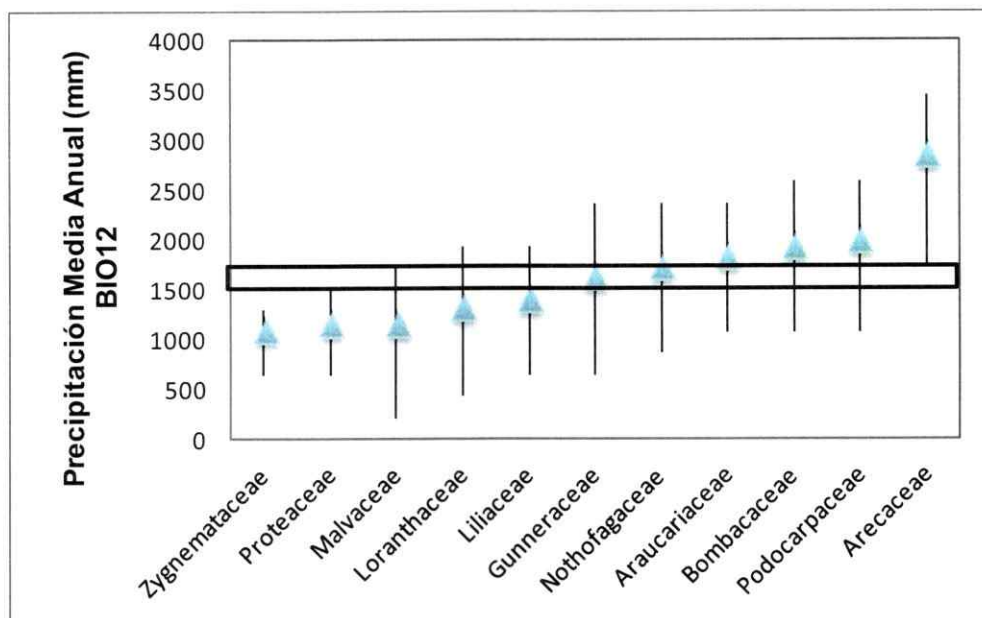


Figura 20. Zona de Coexistencia para las variables climáticas BIO12

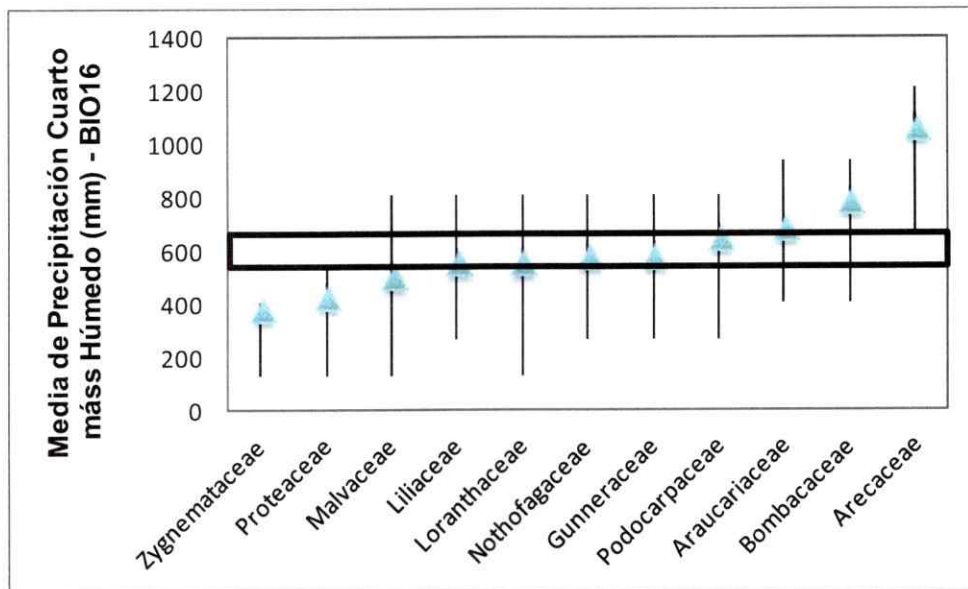


Figura 21. Zona de Coexistencia para las variables climáticas BIO16

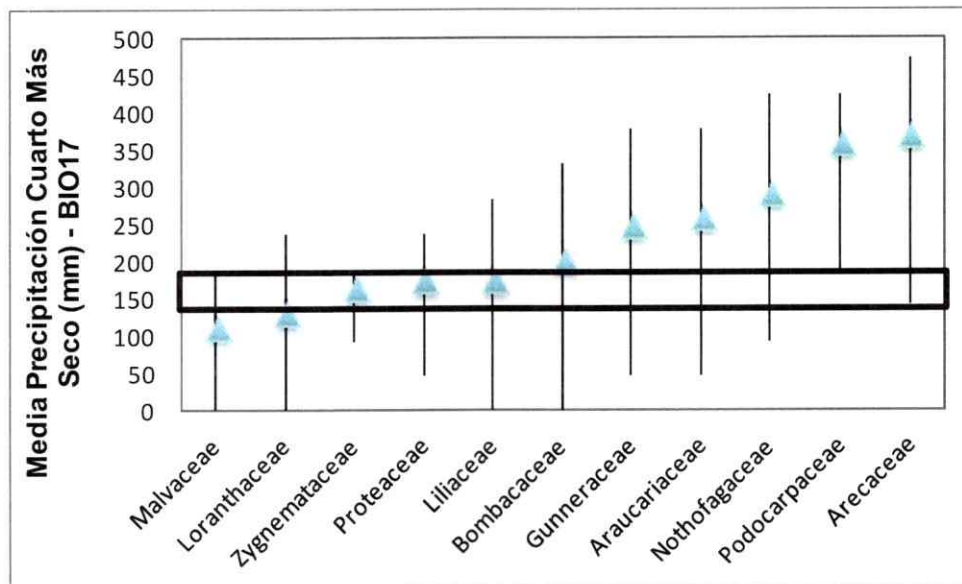


Figura 22. Zona de Coexistencia para las variables climáticas BIO17

La Tabla 4 muestra los valores de los intervalos de Coexistencia para todas las variables bioclimáticas:

INTERVALOS DE COEXISTENCIA			
TEMPERATURA (°C)	BIO1	Temperatura Media Anual	17,3 - 21
	BIO10	Temperatura Media Cuarto más Cálido	19,50 - 22
	BIO11	Temperatura Media Cuarto más Frío	1,31 - 3
PRECIPITACIÓN (mm)	BIO12	Precipitación Media Anual	1511 - 1727
	BIO16	Precipitación Media Cuarto más Húmedo	538 - 672
	BIO17	Precipitación Media Cuarto más Seco	142 - 189,30

Tabla 4. Intervalos de Coexistencia flora Ligorio Márquez

4.4.3 Paleovegetación

El estudio de la paleovegetación encontrada en la Formación Ligorio Márquez permitió realizar inferencias paleoambientales y paleoclimáticas para el intervalo estratigráfico en estudio:

Esporas

Este grupo de palinomorfos representa el 21% de toda la asociación y está formado por esporas de Bryophyta y Tracheophyta. Dentro de este grupo tienen una alta participación la familia Polypodiaceae y Zygnemataceae, le siguen las familias Hymenophyllaceae y Osmundaceae.

Gimnospermas

El grupo de palinomorfos continentales de la Formación Ligorio Márquez más abundante es el de Gimnospermas, con un 55% en toda la paleocomunidad, está representado por granos de polen bi y trisacados e inaperturados, correspondiente a las familias Podocarpaceae y Araucariaceae.

Angiospermas

Este grupo constituye el 11% de todo el conjunto microflorístico, las familias más importantes son Arecaceae, Bombacaceae, Ericaceae, Gunneraceae, Liliaceae, Loranthaceae, Malvaceae, Nothofagaceae, Onagraceae y Proteaceae.

4.4.4 Paleoclima

Palinozona I (0.3 – 2,1 m)

La parte inferior de la columna representa un bosque regional dominado por polen de las familias Podocarpaceae, Araucariaceae, esporas de Bryophyta y Tracheophyta, cuyos requerimientos ecológicos están relacionados con condiciones templadas y húmedas. Además, se encuentran las familias Arecaceae, Bombacaceae, Gunneraceae y Nothofagaceae (*Nothofagidites* grupo brassii).

De acuerdo con la estimación paleoclimática, el mejor estimado de la Temperatura media anual (BIO1) y de Precipitación media Anual (BIO12) bajo el cual la flora de esta zona podría coexistir es de 17,3 - 21 °C y 1079 - 1727 mm, indicando que la flora

experimentó un clima Mesotermal, con altas precipitaciones para ese momento del tiempo (Figura 23 y 24).

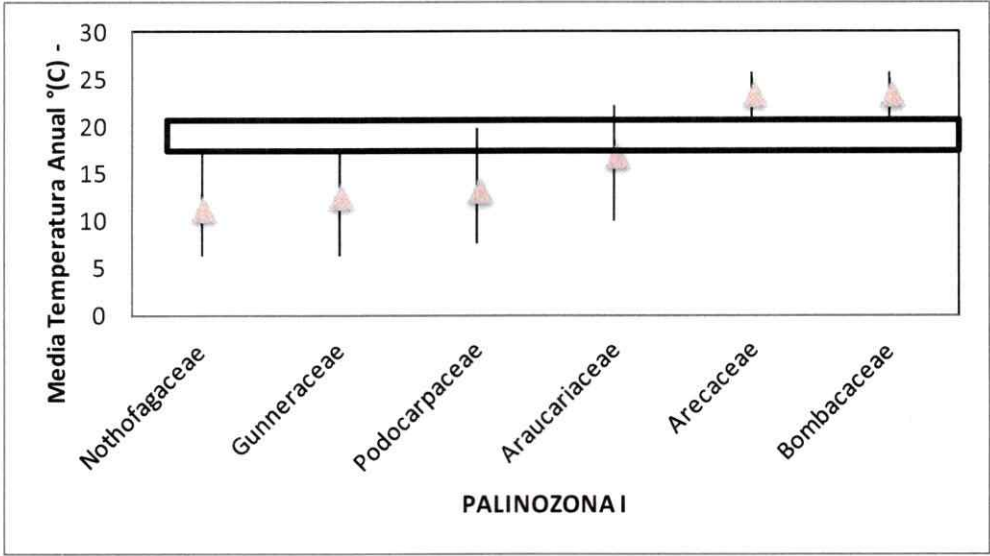


Figura 23. Zona de Coexistencia Palinozona I – Temperatura Media Anual

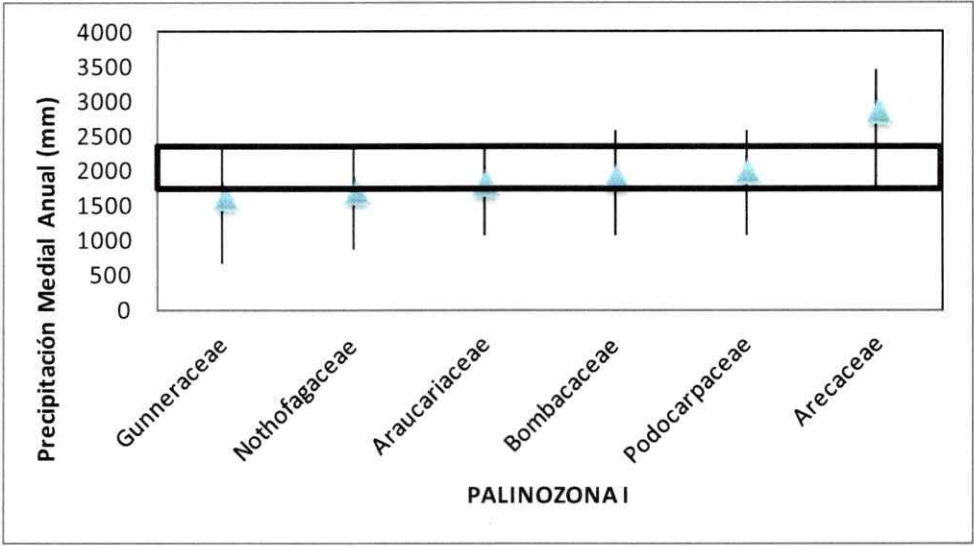


Figura 24. Zona de Coexistencia Palinozona I – Precipitación Media Anual

Palinozona II (2,7 – 8,6 m)

En esta palinozona se mantiene el dominio de las familias Podocarpaceae, Araucariaceae, y de las esporas de Bryophyta y Tracheophyta, se presentan las familias Arecaceae, Gunneraceae, Liliaceae, Proteaceae, Zygnemataceae y los picos más altos de las familias Nothofagaceae (*N. grupo brassii*, *N. grupo ancestral*) y Loranthaceae.

El intervalo de Temperatura media anual (BIO1) y de Precipitación media Anual (BIO12) en el que ésta flora podría coexistir es de 17,3 - 21 °C y 1511 – 1727 mm, mostrando una continuidad en el clima Mesotermal y altas precipitaciones (Figura 25 y 26).

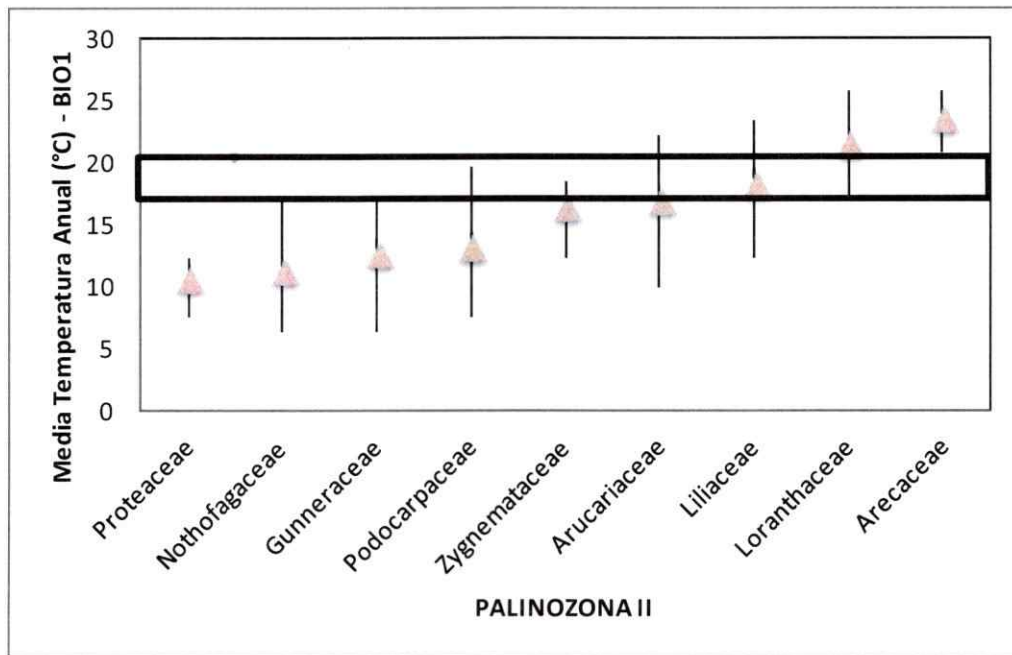


Figura 25. Zona de Coexistencia Palinozona II – Temperatura Media Anual

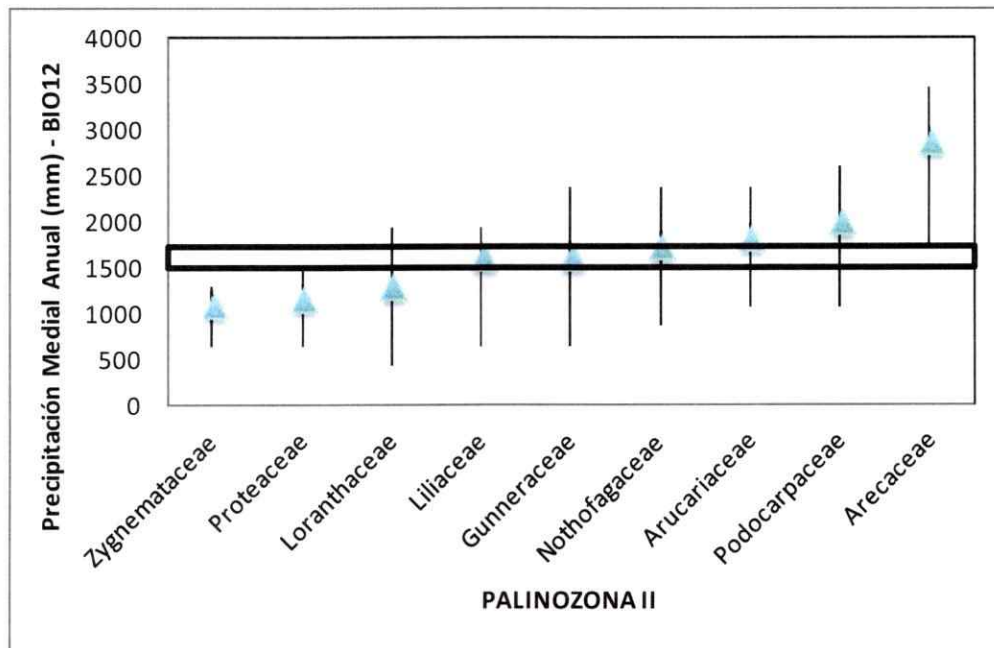


Figura 26. Zona de Coexistencia Palinozona II –Precipitación Media Anual

Palinozona III (10 – 16 m)

La familia Podocarpaceae presenta su mayor frecuencia en esta zona, mientras que las esporas de Bryophyta y Tracheophyta están presentes en bajas frecuencias, también se encuentran las familias Araucariaceae, Arecaceae, Gunneraceae, Liliaceae, Loranthaceae, Nothofagaceae y Zygnemataceae.

El mejor estimado de la Temperatura media anual (BIO1) y de Precipitación media Anual (BIO12) bajo el cual la flora de ésta zona podría coexistir es de 17,3 – 18,5 °C y 1295,1 – 1727 mm, en donde se mantiene el clima Mesotermal con altas precipitaciones (Figura 27 y 28).

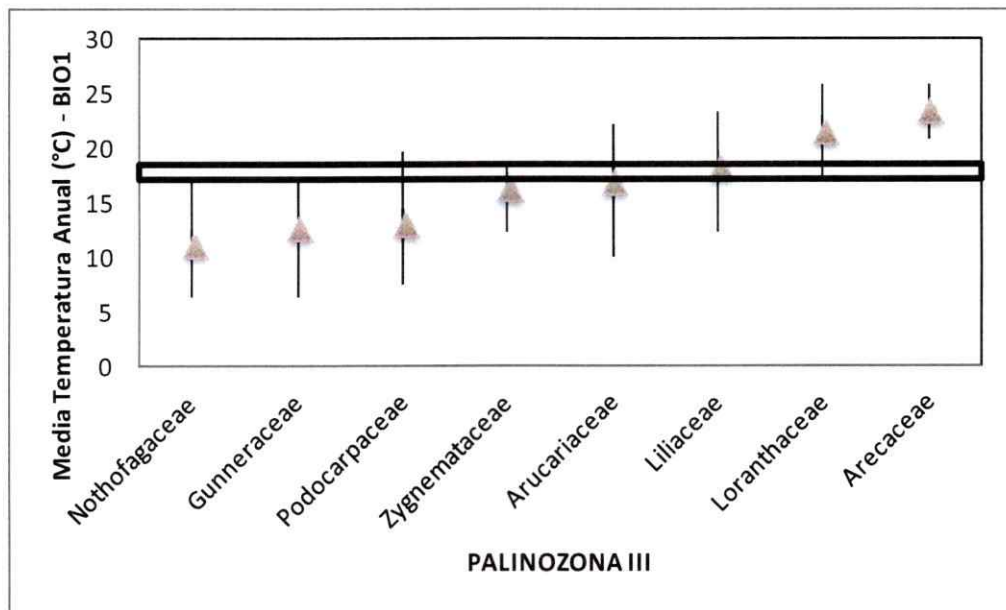


Figura 27. Zona de Coexistencia Palinozona III – Temperatura Media Anual

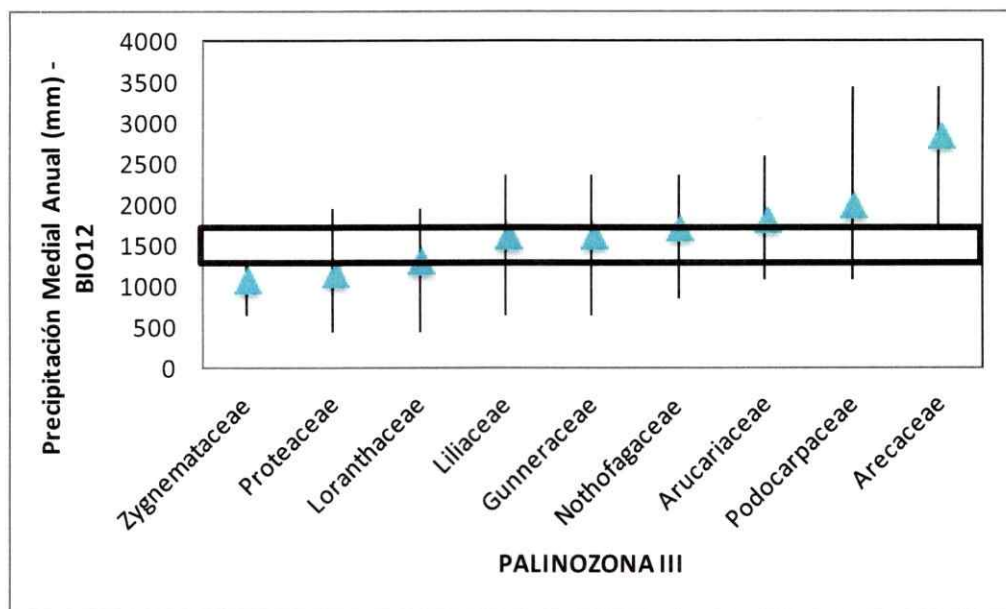


Figura 28. Zona de Coexistencia Palinozona III – Temperatura Media Anual

Zona Estéril (17 – 34 m)

Palinozona IV (35 – 38 m)

En la parte superior de la columna, el aporte está dado por tres familias Podocarpaceae, Zygnemataceae y Malvaceae. El intervalo de Temperatura media anual (BIO1) y de Precipitación media Anual (BIO12) en el que ésta flora podría coexistir es de 12,4 – 17,3 °C y 1079,3 – 1727 mm, experimentando un clima Microtermal a Mesotermal, con valores altos de precipitación (Figura 29 y 30).

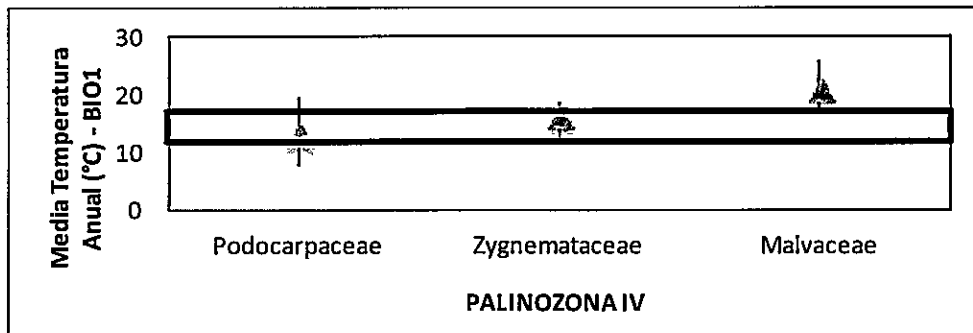


Figura 29. Zona de Coexistencia Palinozona III – Temperatura Media Anual

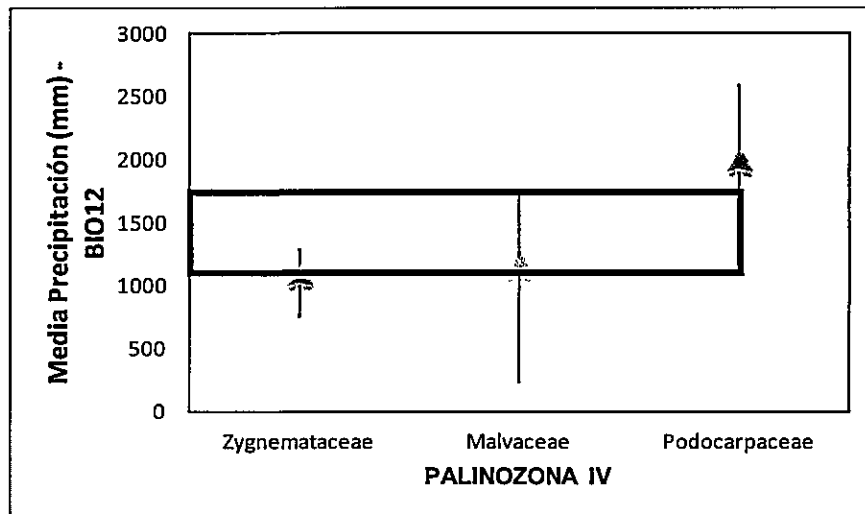


Figura 30. Zona de Coexistencia Palinozona III – Temperatura Media Anual

Zona Estéril (40 – 46,5 m)

El análisis paleoclimático realizado en éste trabajo, basado en la construcción de perfiles climáticos y en el Método de Coexistencia a partir de un Análisis de Nicho Ecológico (ANE), registra en los 16 primeros metros valores de Temperatura Media Anual de 17,3 – 21 °C y Precipitación Media Anual 1079 – 1727 mm.

La Temperatura y Precipitación Media Anual varían un poco en la parte final del ensamble (a los 35 m), en donde se registran valores de 12,4 – 17,3 °C y 1079,3 – 1727 mm.

4.5 Sistemática

En el Anexo 7 se describe cada morfoespecie, con su especie Tipo, Material estudiado, dimensiones en el ejemplar encontrado, distribución y afinidad botánica, cuando fue posible encontrarla.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

Edad de la Formación Ligorio Márquez

Carta de Rangos Bioestratigráficos

Aunque la mayoría de los palinomorfos tienen un amplio rango de distribución temporal, el registro de los siguientes biomarcadores en la microflora, permiten acotar la edad de la Formación de estudio:

Los registros de *Biretisporites crassilabratus* inician durante el Eoceno Temprano, ha sido encontrado en la Sección Superior de la Formación Río Turbio en Argentina (Archangelsky 1972) y es consecuente con las apariciones reportadas para Chile, que indican la misma edad (Troncoso & Barrera, 1979).

Tricolpites trioblatus registra su primera ocurrencia en el Cenozoico durante el Eoceno Temprano en Australia (Macphail, 1999) y Antártica (MacPhail, 2004).

Psilatricolpites inargutus se registra para todo el Paleoceno de acuerdo con Archangelsky (1973). Sin embargo, Quattrocchio & del Papa (2000) registran su presencia hasta el Eoceno Temprano? en la Formación Maíz Gordo (Grupo Salta).

Retitricolporites medius presenta registro finalizando el Eoceno Temprano en la Formación Maíz Gordo (Cuenca de Salta) (Volkheimer & Quattrocchio, 1984). También existe un registro anterior en Colombia, que indica una edad Eoceno Inferior – Eoceno Medio (González, 1967).

Finalmente *Nothofagidites kaitangataensis* (*Nothofagidites* grupo ancestral) aparece por primera vez en Suramérica en el Maastrichtiano, en una pequeña área de Punta Arenas y el norte de Tierra del Fuego y parece perdurar hasta el Eoceno Medio en la misma región (Romero & Zamaloa, 1997).

Comparación con otras Asociaciones Florísticas durante el Cenozoico en Patagonia

De acuerdo a su ubicación dentro de las diferentes paleofloras presentes en Patagonia, en el análisis de DCA (Figura 13) la Formación Ligorio Márquez se encuentra en transición entre la Paleoflora Gondwánica Subtropical y la Paleoflora Mixta, entre las Formaciones Huitrera (29-34) y Río Turbio (27-28), con mayor afinidad con la Paleoflora Gondwánica Subtropical (Hinojosa 2005; Hinojosa y col. 2006; Quattrocchio y col. 2013). Esta idea está soportada por la presencia en la palinoflora de taxa Gondwánicos como *Proteacidites subscabratus* (Proteaceae), junto con taxa tropicales - subtropicales como *Arecipites minutiscabratus* (Arecaceae) y *Retistephanocolpites regularis* (Bombacaceae), así como por los bajos porcentajes de *Nothofagidites* encontrados a lo largo de la columna que no dominan el ensamble microflorístico.

El resultado del DCA también mostró la cercanía en composición de la Formación de estudio a las palinofloras de Punta Prat. Sin embargo, el Análisis de Conglomerados (Figura 14) muestra un bajo porcentaje de similitud entre las palinofloras de Ligorio Márquez, Punta Prat y Antártica (sitio U1356). Aunque las tres localidades comparten algunos elementos importantes, la baja similitud está dada por las diferencias en diversidad y composición entre ellas:

Ligorio Márquez comparte con las formaciones de Punta Prat morfotipos importantes como *Nothofagidites kaitangataensis*, sin embargo, esta sección paleógena contiene una asociación palinológica integrada por palinomorfos marinos y continentales, en donde los taxa continentales reflejan un bosque desarrollado bajo un clima húmedo cálido a templado (Carrillo y col. 2013).

Con respecto al sitio U1356 en Antártica (Eoceno Inferior: 51.9–53.6 Ma; Paleolatitud 70° S), comparte con Ligorio Márquez elementos importantes de las familias Arecaceae y Bombacaceae, sin embargo, presentan diferencias temporales y de ambiente de depositación (Pross *et. al.*, 2012).

Análisis de Diversidad

El Análisis de rarefacción, muestra que la riqueza de morfoespecies cambia a lo largo de la columna, mostrando altos valores en la parte inicial de la columna y bajos valores a medida que se asciende (Figura 15).

Los altos valores de riqueza en la parte inicial de la columna podrían estar dados por un gran aporte de material extralocal debido a su ambiente de depositación (llanura de inundación). Sin embargo, el material transportado fue identificado y corresponde al rededepósito de la sección 4.2, el cual no fue incluido dentro del conteo total con el que se realizó el análisis de rarefacción. La presencia de hojas fósiles en los primeros metros de la columna ratifica la depositación del material in situ y la presencia de familias como *Arecaceae*, *Bombacaceae*, *Ericaceae* y *Fabaceae* polinizada por aves ó insectos, evidencia una depositación restringida a menos de 100 metros (Bush & Rivera, 1998).

La Formación Ligorio Márquez representa una región distinta en composición de morfoespecies polínicas y su riqueza excede a otras asociaciones en Patagonia. La presencia de taxa tropicales y su alta riqueza podría venir de un intercambio con zonas de bajas latitudes, entonces se esperaría una alta similaridad en composición y riqueza con sitios tropicales, como respuesta al aumento de temperatura durante el Eoceno. Sin embargo, Jaramillo & Cárdenas (2013) encontraron que aunque las floras templadas de Sudamérica tienen elementos Neotropicales y algunos taxa tropicales que migraron al sur durante el evento de calentamiento del Eoceno (Hinojosa & Villagrán, 2005; Romero, 1986; Wilf *et al*, 2005), la mayoría de los elementos de estas floras no son similares al bosque tropical (Jaramillo & Cárdenas, 2013).

Lo anterior sostiene que la palinoflora encontrada en la Formación Ligorio Márquez

representa una localidad única en composición y diversidad para Sudamérica y que la disminución de la diversidad estaría gobernada por cambios en el clima, probablemente asociado a temperaturas, tal como ocurre en palinofloras Neotropicales (Jaramillo y col. 2006; Zachos y col. 2001).

Estimación Paleoclimática

Paleovegetación

A continuación se discute la distribución, hábitat actual y estimación paleoclimática para cada una de las familias incluidas en el análisis:

Esporas

La familia Polyodiaceae se caracteriza por tener un crecimiento gregario y una distribución pantropical, principalmente en asociación con los hábitats de manglares (Collinson, 2002).

La familia Zygnemataceae vive en ambientes dulceacuícolas, poco profundos, más ó menos mesotrófico, rico en oxígeno y tranquilo, donde la temperatura puede incrementar rápidamente y ello refleja estrictamente el hábitat local (Van Geel, 1978; Head, 1992). De acuerdo con la estimación paleoclimática esta familia presenta una Temperatura Medial Anual de 16,5°C y Precipitación Media Anual de 1099.2 mm (Ver Anexo 4, 5 y 6).

La Familia Hymenophyllaceae habita zonas muy húmedas de regiones tropicales y templadas (Barthelemy y col. 2008).

La Familia Osmundaceae tiene una distribución cosmopolita y coloniza los más variados ambientes, preferentemente húmedos, pero abunda sobre todo en las regiones templadas, tropicales y subtropicales con ambientes cálidos y húmedos durante toda o la mayor parte del año (Ferrer y col. 1993).

El resto de familias presentes en el conjunto de esporas como Dicksoniaceae, Lophosoriaceae, Selaginellaceae, Schizaeaceae y Sphagnaceae, prefieren ambientes húmedos y márgenes de curso de agua y caracterizan una comunidad ecotonal típica de ambientes cálidos y húmedos (Scafati & Melendi, 2009).

Gimnospermas

Las podocarpáceas en general requieren suelos bien drenados y se desarrollan en bosques montañosos y temperaturas templadas a frías (Mautino & Anzótegui, 2002). El género *Podocarpidites* es el más abundante en la Formación Ligorio Márquez, está asociado al género viviente *Podocarpus*, el cual tiene una amplia distribución latitudinal reconociéndose incluso en zonas montañosas de regiones tropicales (Barreda, 1996). Su polen anemófilo, caracteriza el aporte regional al área de depósito.

La especie bisacada *Phyllocladidites mawsonii*, está asociada con *Dacrydium franklinii*

(Herngreen y col. 1996), que actualmente se desarrolla en zonas lluviosas, como el oeste de Tasmania, no requiere de suelos drenados por lo que su hábitat son las orillas de los ríos y llanos pantanosos, y se desarrollan bajo condiciones de clima templado (Melendi y col. 2003).

De acuerdo con la estimación paleoclimática la familia Podocarpaceae presenta una Temperatura Medial Anual de 13,3 °C y Precipitación Media Anual de 2007.5 mm (Ver Anexo 4, 5 y 6).

Las araucariáceas al igual que las podocarpáceas en general se desarrollan en zonas altas y climas templados-fríos. Sin embargo, son más adaptables y también podrían vincularse a áreas relativamente bajas (Quattrocchio y col. 2007) e incluso se han relacionado con ambientes costeros (Abbink, 1998) y/o comunidades palustres (Whitaker y col. 1992).

La morfología y rasgos estructurales de sus granos de polen sugieren que no serían aptos para la dispersión eólica, ni para ser transportados largas distancias (Caccavari, 2003). La alta proporción de polen de araucariáceas puede ser relacionada a bosques de altitud o bien a áreas relativamente bajas donde el polen fue transportado principalmente por corrientes fluviales (Martínez y col. 1996). La estimación paleoclimática muestra que esta familia presenta una Temperatura Media Anual de 17 °C y Precipitación Media Anual de 1839,6 mm (Ver Anexo 4, 5 y 6).

Angiospermas

La familia Arecaceae es principalmente tropical y ocurre en todos los hábitats desde bosques lluviosos de tierras bajas hasta desiertos y desde manglar hasta matorral de montaña (Heywood, 1978). Son utilizadas como marcadores climáticos por paleontólogos (Greenwood & Wing, 1995), específicamente como marcadores de bosque lluvioso tropical, basados en las restricciones climáticas de la familia hoy día (Couvreur y col. 2011). La estimación paleoclimática muestra que ésta familia presenta una Temperatura Media Anual de 23,6 °C y Precipitación Media Anual de 2873 mm (Ver Anexo 4, 5 y 6).

La mayoría de especies de la familia Bombacaceae se encuentran en Suramérica, sobre todo en Brasil, algunas especies ocurren al Sur de Asia, Africa y Madagascar. Viven principalmente en selva tropical densa, en sabana y en hábitat de maleza (Heywood, 1978). La estimación paleoclimática muestra que esta familia presenta una Temperatura Media Anual de 24 °C y Precipitación Media Anual de 1936,7 mm (Ver Anexo 4, 5 y 6).

Las familias Gunneraceae y Liliaceae, poseen un solo género (*Lilaea* y *Gunnera*), estas dos familias son de hierbas terrestres encontradas en aguas poco profundas permanentes ó temporales. Gunneraceae ocurre en regiones templadas y subtropicales principalmente en el Hemisferio Sur, mientras que Liliaceae se encuentra en el oeste de Norte América y oeste de Suramérica (Heywood, 1978). La estimación paleoclimática de estas dos familias presentan una Temperatura Media Anual de 12,8 y 18,47 °C, la

Precipitación Media Anual es de 1633,1 y 1420,5 mm (Ver Anexo 4, 5 y 6).

Las familias Ericaceae, Loranthaceae, Malvaceae y Onagraceae tienen una amplia distribución en el mundo, desde los trópicos hasta regiones templadas. Sin embargo, las familias Loranthaceae y Malvaceae son principalmente tropicales, extendiéndose dentro de áreas templadas (Heywood, 1978). La estimación paleoclimática para las dos últimas familias muestra que presentan una Temperatura Media Anual de 21,6 y 21,3 °C y Precipitación Media Anual de 1323,6 y 1174,7 mm respectivamente (Ver Anexo 4, 5 y 6).

Proteaceae, es una de las familias más diversas del Hemisferio Sur, está restringido a regiones tropicales y subtropicales, especialmente en áreas con estaciones secas largas (González *et. al.*, 2007). La estimación paleoclimática muestra que ésta familia presenta una Temperatura Media Anual de 10,7 °C y Precipitación Media Anual de 1171,9 mm (Ver Anexo 4, 5 y 6).

Las especies de la familia Nothofagaceae se encuentran principalmente en Australia, Nueva Zelanda, Chile, Argentina, Nueva Guinea y Nueva Caledonia y se asocian a zonas de alta humedad (Herngreen y col. 1996), se han utilizado para indicar condiciones de clima templado (Romero, 1978; Quattrocchio & Volkheimer, 2000). La estimación paleoclimática muestra que ésta familia presenta una Temperatura Media Anual de 11,3 °C y Precipitación Media Anual de 2007,5 mm (Ver Anexo 4, 5 y 6).

La gran abundancia de esporas sumado a la presencia de *Dacrydium franklinii* y de las especies de la familia Nothofagaceae, sostienen la idea de que la palinoflora de la Formación Ligorio Márquez se encontraba en un ambiente de alta humedad y precipitación.

Paleoclima por palinozonas

Los valores de temperatura y precipitación media anual, encontrados a lo largo de la columna concuerdan con los requerimientos ecológicos de los taxa encontrados en cada una de las palinozonas.

La Temperatura y Precipitación Media Anual varían un poco en la parte final del ensamble (a los 35 m), en donde se registran valores de 12,4 – 17,3 °C y 1079,3 – 1727 mm. La temperatura disminuye pasando de un clima Mesotermal a uno Mesotermal – Microtermal (Wolfe, 1979), con altos valores de precipitación. Este resultado está de acuerdo con la transición de una flora Gondwánica Subtropical a una flora Mixta y por lo tanto con el paso hacia condiciones más frías en el Eoceno Medio (Hinojosa 2005; Hinojosa y col. 2006; Quattrochio y col. 2013).

Comparación Paleoclima con otras localidades

Los valores de Temperatura y Precipitación media anual obtenidos en este trabajo con datos palinológicos, concuerdan con las estimaciones obtenidas con análisis fisionómico de hojas en la misma localidad y en las Formaciones Laguna del Hunco y Río Pichileufú

(Hinojosa *et. al*, 2006).

		T° Media Anual (°C)	Pp Media Anual (mm)
Polen	Ligorio Márquez (este trabajo)	17,3 - 21	1511 - 1727
Análisis	Ligorio Márquez	19 (+/- 2,1)	1570 (+1018; - 618)
Fisionómico	Laguna del Hunco	19,3 (+/- 2,2)	1140 (+491; -343)
macroflora	Río Pichileufú	20,6 (+/- 2,1)	1663 (+1080; -655)

Los resultados climáticos (condiciones húmedas y cálidas) estimadas a partir de datos palinológicos en este trabajo, soportan lo postulado por Hinojosa *et. al* (2006), Troncoso y col. (2002) y Uemura (1988). Así mismo, están de acuerdo con la idea de que el clima subtropical se extendió al menos a esta localidad durante el Paleógeno Temprano bajo un gradiente de temperatura ecuador – polo, menor al de la actualidad (Jaramillo & Cárdenas, 2013; Hinojosa y col. 2006; Hinojosa y col. 2005; Hinojosa y Villagrán, 1997; Greenwood & Wing, 1995; Romero, 1978; Troncoso & Romero, 1998).

Con respecto a la herramienta estadística de Análisis de Coexistencia y de Nicho Ecológico utilizada en este trabajo para la estimación de paleoclima, se recomienda refinar la asignación de afinidades polínicas en la mayor cantidad de morfotipos encontrados y aumentar el número de datos de distribución geográfica para cada una de las familias a lo largo del globo.

Asociación y edad propuesta en el Material Retrabajado

El estudio sistemático permitió definir al menos una asociación, formada por:

Classopollis classoides de acuerdo con Archangelsky & Romero (1974) estos granos de polen corresponden a la familia Cheirolepidiaceae, que ha tenido amplio desarrollo durante el Mesozoico de todo el mundo, la extinción del grupo, en el ámbito Patagónico, se produjo durante el Paleoceno Superior.

Araucariacites fissus ha sido reportado para el Jurasico Inferior (Reiser & Williams, 1969) y el registro más reciente en Sudamérica, está para el Cretácico Inferior (Riccardi, 1988).

Callialasporites dampieri es una forma común en el oeste de Australia durante el Mesozoico, en donde es abundante durante el Jurásico Superior y llega a ser raro en el Cretácico Inferior (Balme, 1957).

Concavisporites jurienensis ha sido reportado para el Mesozoico en Australia (Balme, 1957) y también ha sido encontrado en Argentina (Neuquén) para el Jurásico Superior (Sarjeant y col. 1992).

Gabonisorites vigouroxii fue descrito para el Cretácico Superior al oeste de Africa Central (Boltenhagen, 1967), sin embargo ha sido reportado en Argentina (Salta) para el Paleoceno Superior – Eoceno Inferior (Quattrocchio, 1978).

Gleicheniidites senonicus se encuentra ampliamente distribuida en el Cretácico y Paleógeno de Argentina (Archangelsky & Llorens, 2005).

Acompañan a ésta asociación polínica quistes de dinoflagelados como *Subtilisphaera scabrata*, *Subtilisphaera* sp. que aparece en el Cretácico Inferior, alcanza su máximo desarrollo en el Aptiano – Albiano y junto con *Geiselodinium* sp. forman parte de la asociación Cretácica (Barremiano – Maastrichtiano) encontrada en la Cuenca de Senegal (Jain & Millepied, 1971). También se encontraron quistes de *Dichadogonyaulax* sp./*Ctenidodinium* sp., quienes han sido reportados para el Jurásico Medio – Superior en Argentina (Neuquén; Quattrocchio & Sarjeant, 1992).

De acuerdo a los rangos bioestratigráficos mencionados, junto con la asociación de dinoflagelados encontrada en Senegal (Jain & Millepied, 1971), se propone una edad Cretácica para el conjunto microflorístico alóctono.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta el primer estudio palinológico y paleoclimático detallado de la Formación Ligorio Márquez (46° 45' S; 71° 50' W).

En esta tesis se abordó la pregunta ¿Cuál fue la respuesta de la vegetación de latitudes medias de Suramérica a los cambios climáticos durante el intervalo Paleoceno Superior – Eoceno Medio? Específicamente ¿Cómo varió la composición y diversidad de polinomorfos de la Formación Ligorio Márquez, durante este intervalo?.

Proponiéndose dos hipótesis: En la primera de ellas se postulaba que si la Formación Ligorio Márquez se encuentra en la fase de calentamiento hacia el Óptimo climático del Eoceno Temprano (Zachos y col. 2001) entonces deberían existir diferencias a nivel de composición y diversidad de polinomorfos, mostrando transición de una Paleoflora Gondwánica a una Gondwánica Subtropical (sensu Quattrocchio y col. 2013) y un aumento en la diversidad de polinomorfos.

Los análisis de rarefacción muestran una disminución significativa de la diversidad de polinomorfos a lo largo de la columna muestreada (Figura 16) y los análisis de correspondencia sin tendencias ubican a la palinoflora de Ligorio Márquez en una transición entre una Palinoflora Subtropical Gondwánica a una Mixta (Figura 13).

Estos resultados se refuerzan con las estimaciones paleoclimáticas, las cuales evidencian que la flora recuperada en los sedimentos de Ligorio Márquez varió entre temperaturas de 17,3 y 21 °C para comienzos del registro a valores estimados entre 12,4 y 17,3 °C en la media anual, bajo condiciones de altos montos de precipitaciones. Resultados que permiten rechazar la hipótesis propuesta.

Los resultados de ésta tesis apoyarían la segunda hipótesis propuesta, la cual sugiere que si la Formación Ligorio Márquez se encuentra después del Óptimo climático del Eoceno Temprano (Zachos y col. 2001) y variando hacia condiciones más frías del Eoceno Medio, entonces deberían existir diferencias a nivel de composición y diversidad de palinomorfos, mostrando transición de una Paleoflora Gondwánica Subtropical a Mixta (sensu Quattrocchio y col. 2013) y una disminución en la diversidad de palinomorfos.

Si bien estos resultados permiten acotar el tiempo de depositación de Ligorio Márquez al Eoceno inferior, el conjunto de antecedentes expuestos sugieren que la palinoflora de la Formación no sería más antigua que 52 Ma (tiempo del óptimo climático del Eoceno) y no más joven que 47,6 Ma del techo de la Formación (Yabé y col. 2006), probablemente más cercana a esta última fecha, es decir fines del Eoceno inferior.

Las condiciones ambientales estimadas concuerdan con estudios paleobotánicos previos que señalaban condiciones de temperaturas subtropicales con altos montos de precipitaciones no análogas con la actualidad, lo que está en línea con la evolución de

las paleofloras con características de mezcla para el sur de Sudamérica (Hinojosa & Villagrán 2005).

Finalmente, se destaca en éste trabajo la combinación novedosa de la aproximación de Análisis de Coexistencia y Análisis de Nicho Ecológico como una herramienta útil para la estimación de paleoclimas pre-Cuaternarios utilizando palinofloras.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbink, O.A. 1998. Palynological investigations in the Jurassic of the North Sea region. LPP contributions series 8: 192..
- Allen PA, Gillooly JF, Savage VM, Brown JH. 2006. Kinetic effects of temperature on rates of genetic divergence and speciation. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 103:9130–35.
- Archangelsky, S. & Llorens, 2005. Palinología de la Formación Kachaike, Cretácico Inferior de la Cuenca Austral, Provincia de Santa Cruz. II. Esporas. *Ameghiniana* 42: 311-328.
- Archangelsky, S. y Zamalao, M. del C. 1986. Nuevas descripciones palinológicas de las formaciones Salamanca y Bororó, Paleoceno de Chubut (República Argentina). *Ameghiniana* 23: 35-46.
- Archangelsky, S., Romero, E.J. 1974. Polen de gimnospermas (Coníferas) del Cretácico Superior y Paleoceno de Patagonia. *Ameghiniana* 11: 217–248.
- Archangelsky, S. 1973. Palinología del Paleoceno de Chubut. I) Descripciones sistemáticas. *Ameghiniana* 10: 339-399.
- Archangelsky, S. 1972. Esporas de la Formación Río Turbio (Eoceno). *Revista del Museo de La Plata NS* 6: 65–100.
- Axelrod, D., ARROYO, M.T.K & RAYEN, P. 1991. Historical development of temperate vegetation of the Americas. *Revista Chilena de Historia Natural* 64: 413-446.
- Balme, B.E. 1957. Spores and Pollen grains from the Mesozoic of Western Australia. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization.
- Barreda, V., Palazzesi, L., Marensi, S. 2009. Palynological record of the Paleogene Río Leona Formation (southernmost South America): Stratigraphical and paleoenvironmental implications. *Review of Palaeobotany and Palynology* 154, 22-33.
- Barreda, V. & Palazzesi, L. 2007. Patagonian vegetation turnovers during the Paleogene-Early Neogene: Origin of arid-adapted floras. *The Botanical Review* 73: 31-50.
- Barreda, V.D., Palamarczuk, S. 2000. Palinoestratigrafía de depósitos del Oligoceno tardío-Mioceno en el área sur del Golfo San Jorge, provincia de Santa Cruz, Argentina.

Ameghiniana 31, 103-117.

Barreda, V.D. 1996. Bioestratigrafía de pollen y esporas de la Formación Chenque, Oligoceno tardío–Mioceno de las provincias de Chubut y Santa Cruz, Patagonia, Argentina. *Ameghiniana* 33: 35–56.

Barthelemy, D., Brion, C. y Puntieri, J. 2008. Plantas de la Patagonia/plants of Patagonia. Vazquez Mazzini Editores, Buenos Aires.

Berry, 1938. Tertiary flora from the Río Pichileufú , Argentina. *Geological Society of America Special Paper* 12:1–149.

Bless, M.J.M. & Streeel, M. 1976. The occurrence of reworked miospores in a Westphalian C microflora from South Limburg (The Netherlands) and its bearing on palaeogeography. *Mededelingen Rijs Geologishe Dienst, Nieuwe Serie*, 27: 1-39.

Boltenhagen, E. 1967. Pollen et spores du Crétacé Supérieur du Gabon. *Pollen et Spores*, 9: 335-355.

Bush, M.B. & Weng, C. 2007. Introducing a new (freeware) tool for palynology. *Journal of Biogeography* 34: 377-380.

Bush, M. B. & Rivera, R. 1998. Pollen dispersal and representation in a neotropical rainforest. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 7, 379–392.

Cáccavari, M.A. 2003. Dispersión del polen de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze. In: Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, 12, 2003. *Ameghiniana*, 40(4) Suplemento.

Carrillo, R., Quattrocchio, M. y Helenes, J. 2013. Palinomorfos continentales del Paleógeno de las formaciones Chorrillo Chico y Agua Fresca, Punta Prat, Región de Magallanes, Chile. *Andean Geology*, 40 (3): 539–560.

Compagnucci, R. H. 2011. Atmospheric circulation over Patagonia from the Jurassic to present: a review through proxy data and climatic modelling scenarios. *Biological Journal of the Linnean Society* 103: 229–249.

Charrier, R. 1979. El Triásico en Chile y regiones adyacentes de Argentina: una reconstrucción paleogeográfica y paleoclimática. *Comunicaciones*, 26: 1-37. Santiago.

Chase, J.M. & Leibold, M.A. 2003. *Ecological Niches: Linking Classical and Contemporary Approaches*. University of Chicago Press, Chicago, IL, USA.

- Collinson, M.E. 2002. The ecology of Cainozoic ferns. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 119:51-68.
- Contreras, L. & Martínez, J. 2007. Cambios florísticos en el Neotrópico y su relación con el Máximo Termal del Paleoceno/Eoceno. Tesis de maestría en Ciencias de la Tierra. Universidad Nacional de Colombia.
- Cookson, I.C. & K.M. Pike. 1953. The Tertiary occurrence and distribution of *Podocarpus* (section *Dacrycarpus*) in Australia and Tasmania, *Aust. Jour. Botany*, 1: 71-82.
- Cookson, 1947. Plant microfossils from the Lignites of Kerguelen Archipiélago. *Banzare Reports, Series A, Vol. II, Part 8, Pag 127-142, Plates XIII-XVII.*
- Couper, R.A. 1960. New Zealand Mesozoic and Cainozoic plant microfossils, *N.Z. Geol. Surv. Palaeontol. Bull.*, 32.
- Couper, R.A. 1953. Upper Mesozoic and Cainozoic spores and pollen grains from New Zealand, *N.Z. Geol. Surv. Palaeontol. Bull.*, 22.
- Couvreur, T.L.P., Forest, F. & Baker, W.J. 2011. Origin and global diversification patterns of tropical rain forests: inferences from a complete genus-level phylogeny of palms. *BMC Biology* 9: 44.
- Dettmann, M., Pocknall, D., Romero, E. y Zamaló, M.C., 1990. *Nothofagidites* Erdtman ex Potonie, 1960; a catalogue of species with notes on the paleogeographic distribution of *Nothofagus* Bi. (Southern Beech). *New Zealand Geological Survey Paleontological Bulletin* 60: 1-79. Lower Hutt.
- Dettmann, M.E. & Jarzen, D.M. 1988. Angiosperm pollen from uppermost Cretaceous strata of southeastern Australia and the Antarctic Peninsula. *Memoir of the Association of Australasian Palaeontologists* 5: 217-237.
- Dettmann, M.E. 1963. Upper Mesozoic microfloras from south-eastern Australia. *Proc. Roy. Soc. Victoria* 77 (I), 1-148.
- Di Pasquo M.M. & Azcuy C.L. 1997. Palinología del Grupo Mandiyutí, Carbonífero Superior, Cuenca Tarija, Argentina. VIII Congreso Geológico Chileno (Antofagasta 1997), 1(3): 475-479.
- Evans, M. E. K., Smith, S. A., Flynn, R. S. & Donoghue, M. J. 2009. Climate, niche evolution, and diversification of the 'bird-cage evening primroses' (*Oenothera*, sections *Anogra* and *Kleinia*). *Am. Nat.* 173: 225-240.

González, C.C. 2009. Revisión taxonómica y biogeográfica de las familias de angiospermas dominantes de la "Flora del Hunco" (Eoceno Temprano), Chubut, Argentina. Ph.D. thesis, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

González Guzmán, A. E. 1967. A palynological study on the upper Los Cuervos and Mirador Formations (Lower and Middle Eocene, Tibú area, Colombia). Leiden, E. J.
González Guzmán, A. E. 1967. A palynological study on the upper Los Cuervos and Mirador Formations (Lower and Middle Eocene, Tibú area, Colombia). Leiden, E. J. Brill.

Greenwood, D. R. & Wing, Scott, L. 1995. Eocene Continental Climates and Latitudinal Temperature-Gradients, *Geology*, 23(11): 1044-1048.

Hammer, O., Harper, D.A.T. y Ryan, P.D. 2012. PAST2.16: Paleontological Statistics Software package for education and data analysis. *Palaeontologica Electronica*: 4-9.

Harris, W.K. 1965. Basal Tertiary microfloras from the Princetown area, Victoria, Australia. *Palaeontographica Abteilung B.*, 115: 75-106.

Head, M.J. 1992. Zygosporae of the Zygnemataceae (Division Chlorophyta) and other freshwater algal spores from the uppermost Pliocene St. Erth Beds of Cornwall, southwestern England. *Micropaleontology* 38: 237-260.

Herngreen, G.F.W., Kedves, M., Rovnina, L.V., Smirnova, S.B. 1996. Cretaceous palynofloral provinces: a review. In: J. Jansonius & D.C. McGregor, Editors, *Palynology: Principles and APP-locations* vol. 3, American Association of Stratigraphic Palynologists, Dallas: 1157-1188.

Heywood, V. H. 1978. *Flowering Plants of The World*. London: Oxford University Press.

Hinojosa, L.F., Pérez, F., Gaxiola, A. & Sandoval, I. 2011. Historical and phylogenetic constraints on the incidence of entire leaf margins: insights from a new South American model. *Global Ecology and Biogeography*, 20: 380-390.

Hinojosa, L.F., Armesto J.J., Villagrán, C. 2006. Are Chilean coastal forests pre-Pleistocene relicts? Evidence from foliar physiognomy, paleoclimate and paleobiogeography *Journal of Biogeography* 33: 331-341.

Hinojosa, L.F., Pesce, O., Yabe, A., Uemura, K. & Nishida, H. 2006. Physiognomical analysis and Paleoclimate of the Ligorio Márquez fossil flora, Ligorio Márquez Formation, 46° 45'S, Chile.

Hinojosa, L.F. 2005. Cambios climáticos y vegetacionales inferidos a partir de paleofloras cenozoicas del sur de Sudamérica. *Rev. Geol. Chile* 32 (1), 95– 115.

Hinojosa, L. F. & C. Villagrán. 2005. Did South American mixed paleofloras evolve under thermal equability or in the absence of an effective Andean barrier during the Cenozoic? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 217: 1-23.

Hinojosa, L.F.; Villagrán, C. 1997. Historia de los bosques del sur de Sudamérica, I: antecedentes paleobotánicos, geológicos y climáticos del Terciario del cono sur de América. *Revista Chilena de Historia Natural*, Vol. 70.

Iglesias, A., Artabe, A.E., Morel, E.M. 2011. The evolution of Patagonian climate and vegetation from the Mesozoic to the present. *Biological Journal of the Linnean Society* 103: 409-422.

Iglesias, A., Wilf, P., Johnson, K., Zamuner, A., Cúneo N. & Matheos, S. A. 2007. Paleocene lowland macroflora from Patagonia reveals significantly greater richness than North American analogs. *The Geological Society of America. Geology*, 35: 947-950.

Jain, K.P. & Millepied, P. 1973. Cretaceous microplankton from Senegal Basin, N.W. Africa I. Some new genera, species and combinations of dinoflagellates: *The Palaeobotanist*, v. 20..

Jansonius, J. & Hills, L.V. 1990. *Genera File of Fossil Spores*. Supplement. Special Publication. Department of Geology, University of Calgary. Canada. (Cards 4585-4811).

Jansonius, J. & Hills, L.V. 1987. *Genera File of Fossil Spores*. Supplement. Special Publication. Department of Geology, University of Calgary. Canada. (Cards 4363-4575).

Jansonius, J. & Hills, L.V. 1985. *Genera File of Fossil Spores. Supplement*. Special Publication. Department of Geology, University of Calgary (Cards 4190-4360).

Jansonius, J. & Hills, L.V. 1976. *Genera File of Fossil Spores. Special Publication of the Department of Geology, University of Calgary*, (Cards 1-3287).

Jaramillo, C. & Cárdenas, A. 2013. Global Warming and Neotropical Rainforests: A Historical Perspective. *Annual Review of Earth Planet Sciences*: 41: 741-766.

Jaramillo, C.A., Ochoa, Diana, Contreras, L., Pagani, M., Carvajal-Ortiz, H. Pratt, L.M., Krishnan, S., Cardona, A., Romero, M., Quiroz, L., Rodriguez, G., Rueda, M.J., de la Parra, F., Moron, S., Green, W.A., Bayona, G., Montes, C., Quintero, O., Ramirez, R., Mora, G., Schouten, S., Bermudez, H., Navarrete, R., Parra, F., Alvaran, M., Osorno, J., Crowley, J.L., Valencia, V., Vervoort, J. 2010. *Effects of Rapid Global Warming at the Paleocene-Eocene Boundary on Neotropical Vegetation*. *Science*, 330(6006): 957-961.

Jaramillo, C.A., Rueda, M.J., Mora, G. 2006. *Cenozoic Plant Diversity in the Neotropics*. Science, 5769: 1893-1896.

Jaramillo, C. & Dilcher, D.L. 2001. Middle Paleogene Palynology of Central Colombia, South America: A Study of Pollen and Spores from Tropical Latitudes. *Palaeontographica B*, 285: 87-213.

J.I. Raine, D.C. Mildenhall, E.M. Kennedy. 2011. New Zealand fossil spores and pollen: an illustrated catalogue. 4th edition. GNS Science miscellaneous series no. 4. <http://data.gns.cri.nz/sporepollen/index.htm>".

Kremp. G.O.W. 1949. Pollen analytische Untersuchung des miozanen Braunkohlenlagers von Konin an der Warthe. *Palaeontographica Abteilung B*, 90: 53-89.

Krutzsch, W. 1959. Micropaläontologische (Sporenpaläontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geiseltales. *Geologie*, Vol. 8, No. 21-22, p. 1-425.

Mautino, L.R. & Anzótegui, L.M. 2002. Palinología de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior) Vallecito, provincia de Catamarca. Parte 2. *Polen. Ameghiniana* 39: 257-270.

McIntyre, D.J. 1968. Further new pollen species from New Zealand Tertiary and uppermost Cretaceous deposits. *New Zealand journal of botany* 6: 177-204.

McIntyre, D.J. 1965. Some new pollen species from New Zealand Tertiary deposits. *New Zealand journal of botany* 3: 204-214.

MacPhail, M., 1999. Palynostratigraphy of the murray basin, inland Southeastern Australia. *Palynology* 23(1): 197-240.

MacPhail, M., Carpenter, R.J., Iglesias, A. & Wilf, P. 2013. First Evidence for Wollemi Pine-type Pollen (*Dilwynites*: Araucariaceae) in South America. *PLoS ONE* 8(7): e69281. doi:10.1371/journal.pone.0069281.

Melendi, D.L., Scafati, L.H. & Volkheimer, W. 2003. Palynostratigraphy of the Paleogene Huitrera Formation in NW Patagonia, Argentina. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 228: 205-273.

Menéndez, C.A. & Caccavari de Filice M. 1975. Las especies de *Nothofagidites* (polen fósil de *Nothofagus*) de sedimentos terciarios y cretácicos de Estancia La Sara, norte de Tierra del Fuego, Argentina. *Ameghiniana* 12 (2): 165-183.

Menéndez, C.A. 1971. Estudio palinológico del Pérmico de Bajo de Véliz, provincia de San Luis. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "B. Rivadavia", Paleontología* 1: 263-306.

Mildenhall, D.C. & Pocknall, D.T. 1989. Miocene-Pleistocene spores and pollen from Central Otago, South Island, New Zealand. *New Zealand Geological Survey paleontological bulletin* 59: 128.

Mosbrugger, V. & Utescher, T. 1997. The coexistence approach - a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial palaeoclimate data using plant fossils. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 134: 61-86.

Niemeyer, H. 1975. Geología de la región comprendida entre el lago General Carrera y el río Chacabuco, Provincia de Aysén, Chile. Memoria de título (Inédito), *Universidad de Chile, Departamento de Geología*, p. 330.

Okuda, M., Nishida, H., Uemura, K. & Yabe, A. 2006. Paleocene/ Eocene pollen assemblages from the Ligorio Márquez Formation, central Patagonia, XI Region, Chile. In: H. Nishida (ed.), *Post-Cretaceous floristic changes in southern Patagonia, Chile*. Faculty of Science and Engineering, Chuo University, Tokyo, p. 37-43.

Olivero, E.B., Barreda, V., Marensi, S.A., Santillana, S.N., Martinioni, D.R. 1998. Estratigrafía, sedimentología y palinología de la Formación Sloggett (Paleógeno continental), Tierra del Fuego. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 53 (4), 504-516.

Palazzesi, L., Barreda, V. y Prieto, A.R. 2003. Análisis evolutivo de la vegetación cenozoica en las provincias de Chubut y Santa Cruz (Argentina) con especial atención en las comunidades herbáceo-arbustivas. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, n.s. 5: 151-161.

PALYNODATA Inc. 2008. Palynodata Datafile: 2006 version, with Introduction by J. M. White. Geological Survey of Canada Open File 5793. <http://geoscan.nrcan.gc.ca/starweb/geoscan/servlet.starweb>.

Pocknall, D.T. & Mildenhall, D.C. 1984. Late Oligocene-early Miocene spores and pollen from Southland, New Zealand. *New Zealand Geological Survey paleontological bulletin* 51: 66.

Pocock, S.A.J. 1970. Palynology of the Jurassic sediments of western Canada. Part 1. Terrestrial species. *Palaeontographica, Abt. B*, vol. 130: 12-72, 73-136, pl.

Pocock, S.A.J., Jansonius, J. 1961. The pollen genus *Classopollis* Pflug, 1953. *Micropaleontology* 7: 439-449.

Potonie, R., Kremp, G.O.W. 1956. Die Spora dispersae des Ruhrkarbons ihre Morphographie und Stratigraphie mit Ausblicken auf Arten anderer Gebiete und Zeitabschnitte, Teil II. *Palaeontographica Abteilung B*, 99: 85-191.

Prámparo, M.B., Quattrocchio, M., Gandolfo, M.A., Zamalao, M., Romero, E. 2007. Historia evolutiva de las angiospermas (Cretácico-Paleógeno) en Argentina a través de los registros paleoflorísticos. *Ameghiniana* 50° aniversario: 157-172.

Pross, J., Contreras, L., Bijl, P., Greenwood, D., Bohaty, M., Schouten, S., Bendle, J., Röhl, L., Raine, I., Huck, C., Van de Flied, T., Jamieson, Stickle, C., Van de Schootbrugge, B., Escutia, C., Brinkhuis, H. y Integrated Ocean Drilling Program Expedition 318 Scientists. 2012. Persistent nerar – tropical warmth on the Antarctic continent during the early Eocene epoch. *Nature* 488, 73–77.

Quattrocchio, M.E., Martínez, M.A., Hinojosa, L.F., Jaramillo, C.A. 2013. Quantitative Analysis of Cenozoic Palynofloras from Patagonia (Southern South America). *Palynology*. DOI:10.1080/01916122.2013.787126.

Quattrocchio, M.E., Martínez, M.A., Asensio, M., Cornou, M.E., Olivera, D. 2012. Palynology of El Foyel Group (Paleogene), Ñirihuau Basin, Argentina. *Revista Brasileira de Paleontología* 15(1), 67-84.

Quattrocchio, M.E., Martínez, M.A., Volkheimer, W. 2007. Las floras jurásicas de la Argentina Asociación Paleontológica Argentina. Publicación Especial 11 ISSN 0328-347X. *Ameghiniana* 50° aniversario: 87-100. Buenos Aires, 25-11-2007.

Quattrocchio, M.E., del Papa, C.E. 2000. Paleoambiente de la secuencia Maíz Gordo (Paleoceno Tardío-Eoceno Temprano?), arroyo Las Tortugas, Cuenca del Grupo Salta (No Argentina). *Palinología y Sedimentología. Revista Española de Paleontología*, V15 (1):57-70.

Quattrocchio, M.E., Ruiz, L., Volkheimer, W. 2000. Palynological Zonation of the Colorado and Salta basins, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*. 32(1): 61-78.

Quattrocchio, M.E. & Ruiz, L. 1999. Paleoambiente en base a palinomorfos de la Formación Pedro Luro (? Maastrichtiano-Paleoceno), Cuenca del Colorado, Argentina. *Ameghiniana*. 36(1): 37-47.

Quattrocchio, M.E. & Sarjeant, W.A.S. 1992. Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Middle and Upper Jurassic of the Neuquen Basin, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*. 24(2): 67-118.

Quattrocchio, M.E. 1978. Contribución al conocimiento de la Palinología Estratigráfica de la Formación Lumbra (Terciario inferior, Grupo Salta). *Ameghiniana* 14 (3-4): 285-300. Buenos Aires.

- Rabassa, J. 2008. Introduction. In: Rabassa J., ed. *The Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego*. Elsevier, 1-5.
- Reiser, R.F., Williams, A.J. 1969. Palynology of the Lower Jurassic sediments of the northern Surat Basin, Queensland. Geological Survey of Queensland publication p. 339, 24.
- Rohde K. 1992. Latitudinal gradients in species diversity—the search for the primary cause. *Oikos* 65:514–27
- Riccardi, A.C. 1988. The Cretaceous System of Southern South America. Geological Society of America Memoir 168: 1-161.
- Richardson, J.B. & Rasul, S.M. 1978. Palynological evidence for the age and provenance of the Lower Old Red Sandstone from the Apley Barn Borehole, Witney, Oxfordshire. *Proceedings of the Geological Association*, 90(1): 27-42.
- Romero, E.J., Zamalao, M.C. 1997. Clave para la identificación de las especies y puesta a punto del registro de *Nothofagidites* en América del Sur. *Ameghiniana* 34: 207-214.
- Romero, E.J., Troncoso, A. 1994. Historia de la flora de la parte austral de América del Sur. VI Congreso Latinoamericano de Botánica. Libro resúmenes, conferencias y simposios: 57.
- Romero, E.J. 1993. South American Paleofloras. In: Goldblatt, P. (ed.), *Biological relationships between Africa and South America*, Yale University Press, 62–85.
- Romero E.J. & Zamalao, M.C. 1985. Polen de angiospermas de la Formación Río Turbio (Eoceno), Provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana* 22 (1-2), 43-51
- Romero E.J. 1986. Paleogene Phytogeography and Climatology of South America. *Annals Missouri Botanical Garden* 73, 449-461.
- Romero, E.J. 1978. Paleoecología y paleofitogeografía de las taflooras del Cenofítico de Argentina y áreas vecinas. *Ameghiniana* 15 (1-2), 209-227.
- Romero, E.J. 1973. Polen fosil de "Nothofagus" ("*Nothofagidites*") del Cretácico y Paleoceno de Patagonia. *Revista del Museo de la Plata* 7(47): 291-303.
- Ross, K. 1949. Investigations of the Senonian of the Kristianstad District, S. Sweden. 1. On a Cretaceous pollen and spore bearing clay deposit of Scania. *Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala* 34: 25-43.
- Ruiz, L., Quattrocchio, M., Guerstein, R.G y Volkheimer, W. 1999. Rangos Estratigráficos de palinomorfos del Paleógeno de Argentina, Antártida y Chile.

Simposio Paleógeno de América del Sur (Buenos Aires, 1996). Servicio Geológico Minero Argentino. Anales 33: 89-103. Buenos Aires, 1999.

Sarjeant, W.A.S. 1992. Microfossils other than spores and pollen in palynological preparations (pp. 468-525). In: Siwert Nilsson & Joseph Praglowski, (eds.) Erdtman's Handbook of Palynology. 2nd edn., Copenhagen: Munksgaard, p. 580.

Scafati, L., Melendi, D.L., Volkheimer, W. 2009. A Danian subtropical lacustrine palynobiota from South America (Bororo Formation, San Jorge Basin, Patagonia - Argentina. Geological acta 7: 35-61.

Solé de Porta, N. 1971. Algunos géneros nuevos de polen procedentes de la Formación Guaduas (Maastrichtiense-Paleoceno) de Colombia. p. 133-143.

Stanley, E.A. 1966. The problem of reworked pollen and spores in marine sediments. Marine Geology 4: 397-408.

Senftle, J.T., Landis, C.R. 1991. Vitrinite reflectance as a tool to assess thermal maturity. In Source and Migration Processes and Evaluation Techniques; Treatise of Petroleum Geology (ed. Merrill RK). American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, p. 119-125.

Stover, L.E., Partridge, A.D. 1973. Tertiary and Late Cretaceous spores and pollen from the Gippsland Basin, southeastern Australia. Proceedings of the Royal Society of Victoria 85: 237-286.

Tabla Cronoestratigráfica Internacional. 2013. www.stratigraphy.org Comisión Internacional de Estratigrafía.

Suárez, M. & de la Cruz, R. 1997. Cronología magmática de Aysén Sur, Chile (latitude 45° - 48° 30'LS). Actas Octavo Congreso Geológico Chileno, Antofagasta, Chile, II:1543-1547).

Suárez, M., de la Cruz, R., Troncoso, A. 2000. Tropical/subtropical Upper Paleocene-Lower Eocene fluvial deposits in eastern central Patagonia, Chile (46° 45'S). Journal of South American Earth Sciences, Vol. 13, p. 527-536.

Suárez, M., de la Cruz, R. 1996. Estratigrafía y tectónica de la zona sureste del lago General Carrera (46° 30' - 47° lat. S), Cordillera Patagónica, Chile. In Congreso Geológico Argentino, No.13, y Congreso de Exploración de Hidrocarburos, No. 3, Actas, Vol. 1, p. 425-432.

Traverse, A. 1988. Paleopalynology. Unwin, London. 600 p.

Troncoso, A., Suárez, M., De la Cruz, R., Palma-Heldt, S. 2002. Paleoflora de la

Formación Ligorio Márquez (XI Región, Chile) en su localidad tipo: sistemática, edad e implicancias paleoclimáticas. *Rev. Geol. Chile* 29, 113 – 135.

Troncoso A & Romero E J. 1998. Evolución de las comunidades florísticas en el extremo sur de Sudamérica durante el Cenofítico. In: Fortunato R and Bacigalupo N (eds.). *Proceedings of the Congreso Latinoamericano de Botánica, N°6. Monographs in systematic botany from the Missouri Botanical Garden. Missouri Botanical Garden, Missouri*, 149-172.

Troncoso, A, Barrera, E. 1979. Esporas del Eoceno de Osorno, Chile. *Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, Notic. Mensual*, Vol. 24, No. 277, p. 3-15.

Uemura, K. 1988. Geological notes on the plant megafossil localities in Southern Chile. In: Nishida M (ed.). *A report of the Botanical Survey to Bolivia and Southern Chile (1986-1987)*. Chiba University, Chiba, 10-15.

Uemura, K. 1990. Tertiary plants from the Guadal area in Aisen region, Chile. In: Nishida M (ed.). *A report of the paleobotanical survey to Patagonia, Chile (1989)*. Chiba University, Chiba, 8-11, pl. 3.

Van der Hammen, T., & Garcia, C. 1966. The Paleocene pollen flora of Colombia. *Leidse Geologische Mededelingen*, 35: 105-114.

Van Geel, B. 1978. A paleocological study of Holocene peat bog sections in Germany and the Netherlands. *Review of Palaeobotany and Palynology* 25: 1-120.

Van Hoeken-Klinkenberg, P. M. J., 1966. Maastrichtian Paleocene and Eocene pollen and spores from Nigeria: *Leidse Geologische Mededelingen*, v. 38, p. 37-48.

Villagrán, C. & Hinojosa, L.F. 1997. Historia de los bosques del sur de Sudamérica, II: Análisis fitogeográfico. *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 241-267.

Volkheimer, W., Quattrocchio, M. & Salfity, J. 1984. Datos palinológicos de la Formación Maíz Gordo, Terciario inferior de la Cuenca de Salta. IX Congr. Geol. Arg. *Actas IV*: 523-538. Bariloche.

Volkheimer, W., Scafati, L., Melendi, D.L. 2007. Palynology of a Danian warm climatic wetland in central northern Patagonia, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 39, 117-134.

Volkheimer, W. 1971. Algunos adelantos en la microbio-estratigrafía del Jurásico en la Argentina y su comparación con otras regiones del hemisferio austral. *Ameghiniana* 8: 341-355.

- Whitaker, M.F.; Giles, M.R.; Cannon, S.J.C. 1992. Palynological review of the Brent Group, UK sector, north sea. En: A.C. Morton, R.S. Haszeldine, M.R. Giles y S. Brown, *Geology of the Brent Group. Geological Society Special Publication 61*: 169-202.
- Wilf, P., Cúneo, N.R., Johnson, K.R., Hicks, J.F., Wing, S.L., Obradovich, J.D. 2003. High plant diversity in Eocene South America: Evidence from Patagonia. *Science*, v. 300, p. 122-125.
- Wilf, P., Johnson, K.R., Cúneo, N.R., Smith, M.E., Singer, B.S. & Gandolfo, M.A. 2005. Eocene plant diversity at Laguna del Hunco and Río Pichileufú, Patagonia, Argentina. *American Naturalist*, v. 165, p. 634-650.
- Wilf, P., Little, S.A., Iglesias, A., Zamalao, M.C., Gandolfo, M.A., Cúneo, N.R., Johnson, K.R. 2009. *Papuacedrus* (Cupressaceae) in Eocene Patagonia, a new fossil link to Australasian rainforests. *American Journal of Botany*, v. 96, p. 2031-2047.
- Wilson, L.R., Webster, R.M. 1946. Plant microfossils from a Fort Union coal of Montana. *American journal of botany* 33: 271-278.
- Wolfe, J.A. 1979. Temperature parameters of humid to mesic forests of eastern Asia and relation to forests of other regions of the Northern Hemisphere and Australasia. *United States Geological Survey Profesional Paper*, 1106.
- Wolfe, J. A. 1985. The distribution of major vegetational types during the Tertiary. In *The Carbon Cycle and Atmospheric CO₂. Natural Vaiation Archaen to Praent*, ed. E.T. Sundquist & W. S. Broeker. *American Geophysical Union Monograph*, 32, 357 -75.
- Woodburne, M., Goin, F., Bond, M., Carlini, A., Gelfo, J., López, G., Iglesias, A., Zimicz, A. 2013. Paleogene Land Mammal Faunas of South America; a Response to Global Climatic Changes and Indigenous Floral Diversity. *Journal of Mammalian Evolution*. DOI 10.1007/s10914-012-9222-1.
- Yabe, A., Uemura, K. & Nishida, H. 2006. Geological notes on plant fossil localities of the Ligorio Márquez Formation, central Patagonia, Chile. In: Nishida H (ed.). *Post-Cretaceous floristic changes in southern Patagonia, Chile*. Chuo University, Tokyo.
- Yoshida, A. 1990. Preliminary notes on the palynological remnants from Mina Ligorio Márquez, Chile Chico, Chile. In: Nishida M (ed.). *A report of the paleobotanical survey to Patagonia, Chile (1989)*. Chiba University, Chiba, 12-15, pls. 4, 5.
- Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E., Billups, K. 2001. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to Present. *Science* 292, 686-692.
- Zachos, J.C., Wara, M.W., Bohaty, S.M., Delaney, M.L., Rose-Petrizzo, M., Brill, A., Bralower, T. J. & Premoli, I – Silva. 2003. A transient rise in tropical sea surface temperature during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum. *Science* v. 302, p. 1551-1554.

ANEXOS

ANEXO 1.

Descripciones Sistemáticas. Láminas con esporoformas de la Formación
Ligorio Márquez

LÁMINA 1

1. *Laevigatosporites ovatus* Wilson & Webster 1946. LMF020 H48 4; LMF021 G26 4
2. *Peromonolites* sp. LMF023 S10 2; LMF028 F32
3. *Peromonolites vellosus* Partridge en Stover & Partridge 1973. LMF020 C47 4; M43
4. *Polypodiisporites* sp. LMF034 H34 2; LMF034 H23 1
5. *Baculatisporites comaumensis* (Cookson 1953) Potonie 1956. LMF051 E30 2; LMF022 T32 1
6. *Baculatisporites turbioensis* Archangelsky 1972. LMF051 Q41/1-2
7. *Biretisporites crassilabratus* Archangelsky 1972. LMF024 T48 4
8. *Biretisporites* sp.II Archangelsky 1972. LMF025 K24 3; LMF028 W14 1-3; LMF025 W48 1-2
9. *Baculatisporites* sp. LMF020 K45/1
10. *Biretisporites* cf. *crassilabratus* Archangelsky 1972. LMF020 M33 3
11. *Biretisporites* sp. LMF026 G20 4; LMF 028 L46 2
12. *Cingutriletes australis* (Cookson) Archangelsky 1972. LMF020 L18 4; LMF028 T5 4
13. *Concavisporites* sp. LMF021 H7 4; LMF028 H32 1
14. *Corrugatisporites* cf. *argentinus* Archangelsky 1972. LMF021 R12 4
15. *Cyatheacidites* cf. *annulatus* Cookson 1947. LMF024 J49 3; LMF022 C30 1
16. *Dictyophyllidites* cf. *crenatus* Dettman 1963. LMF028 S15 4

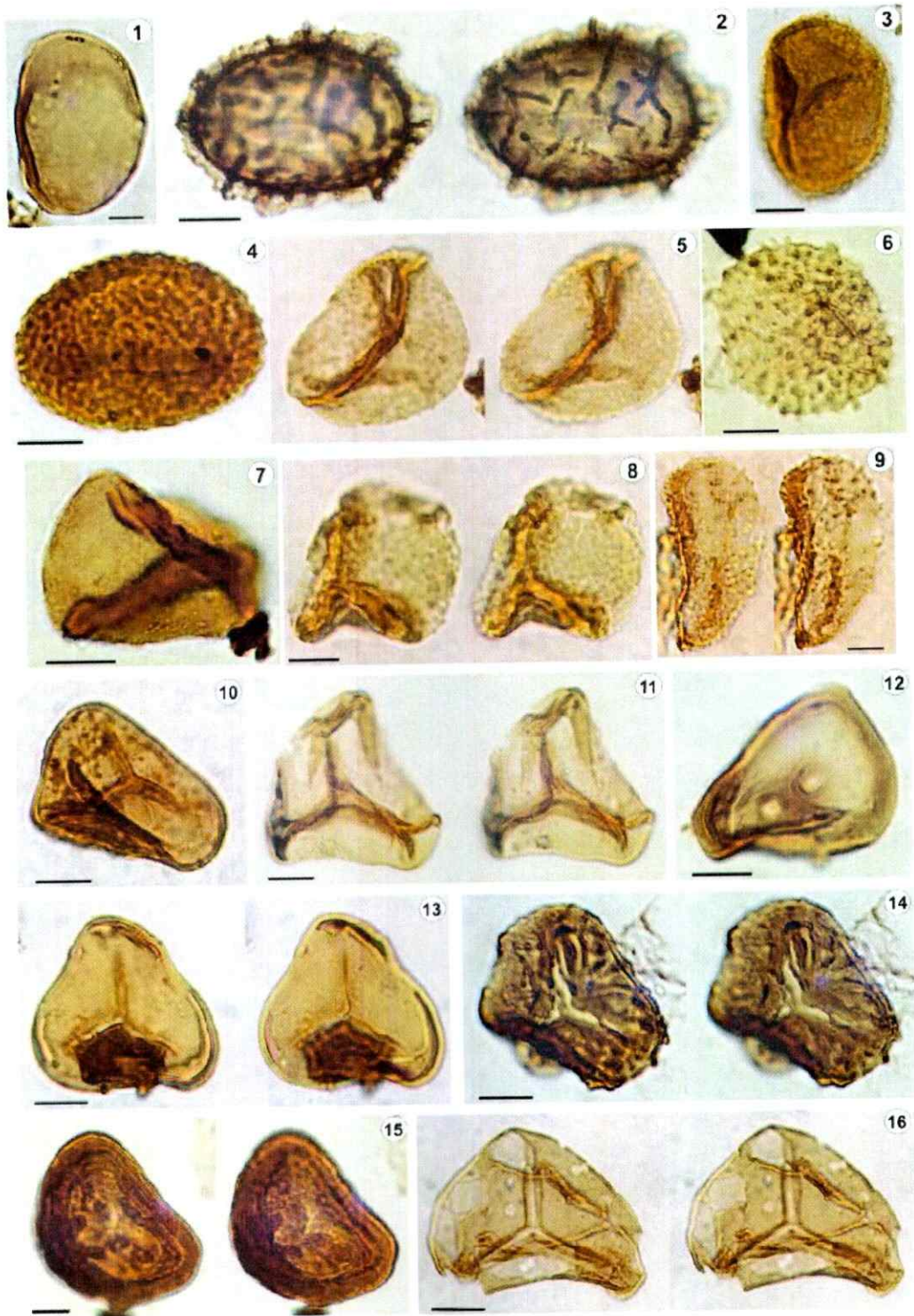


Lámina 1. Esporomorfos Formación Ligorio Márquez. Escala=10 um

LÁMINA 2

17. *Deltoidospora* sp. LMF030 E51 1
18. *Deltoidospora minor* (Couper) Pocock 1970. LMF020 W48 2; LMF028 S33 2
19. *Dictyophyllidites pectinataeformis* (Bolkhovitina) Dettman 1963. LMF054 K181; LMF052 N46 1; LMF028 H504
20. *Dictyophyllidites* sp. LMF020 P37 1-3; LMF028 L46 2
21. *Echinatisporis* sp. LMF023 L12 1-2
22. *Ischyosporites* cf. *crateris* Balme 1957. LMF025 V9 2; LMF024 J25 3
23. *Ischyosporites* sp. LMF052 M35 4; LMF052 D36 1
24. *Kluklisporites* sp. LMF051 M40 3; LMF052 T41 1
25. *Leiotriletes regularis* (Pflug) Krutzsch 1959. LMF051 E39 1
26. *Leptolepidites* cf. *verrucatus* Couper 1953. LMF020 M18 4; LMF035 V7 1
27. *Retitriletes* sp. LMF 024 J48 1; LMF024 P40 2; LMF051 X45 1-2
28. *Trilites* cf. *parvallatus* Krutzsch 1959. LMF025 O19 4
29. *Verrucatriletes* sp. LMF052 N18 1-3; LMF052 J17 3-4; LMF054 U42 1
30. *Pseudoschizaea circula* (Wolff) Christopher, 1976. LMF032 T46 4; LMF032 J47 3; LMF031 P37 4
31. *Araucariacites australis* Cookson, 1947. LMF020 J201; LMF020 C37 3
32. *Dacrycarpites australiensis* Cookson & Pike 1953. LMF052 L40; LMF054 U39 3; LMF054 D39 1
33. *Dilwynites granulatus* Harris 1965. LMF025 Q9 4; LMF028 S9 4; LMF025 U43 2
34. *Dilwynites tuberculatus* Harris 1965. LMF028 Q35 3; LMF021 K15 4; LMF052 F50 2-4

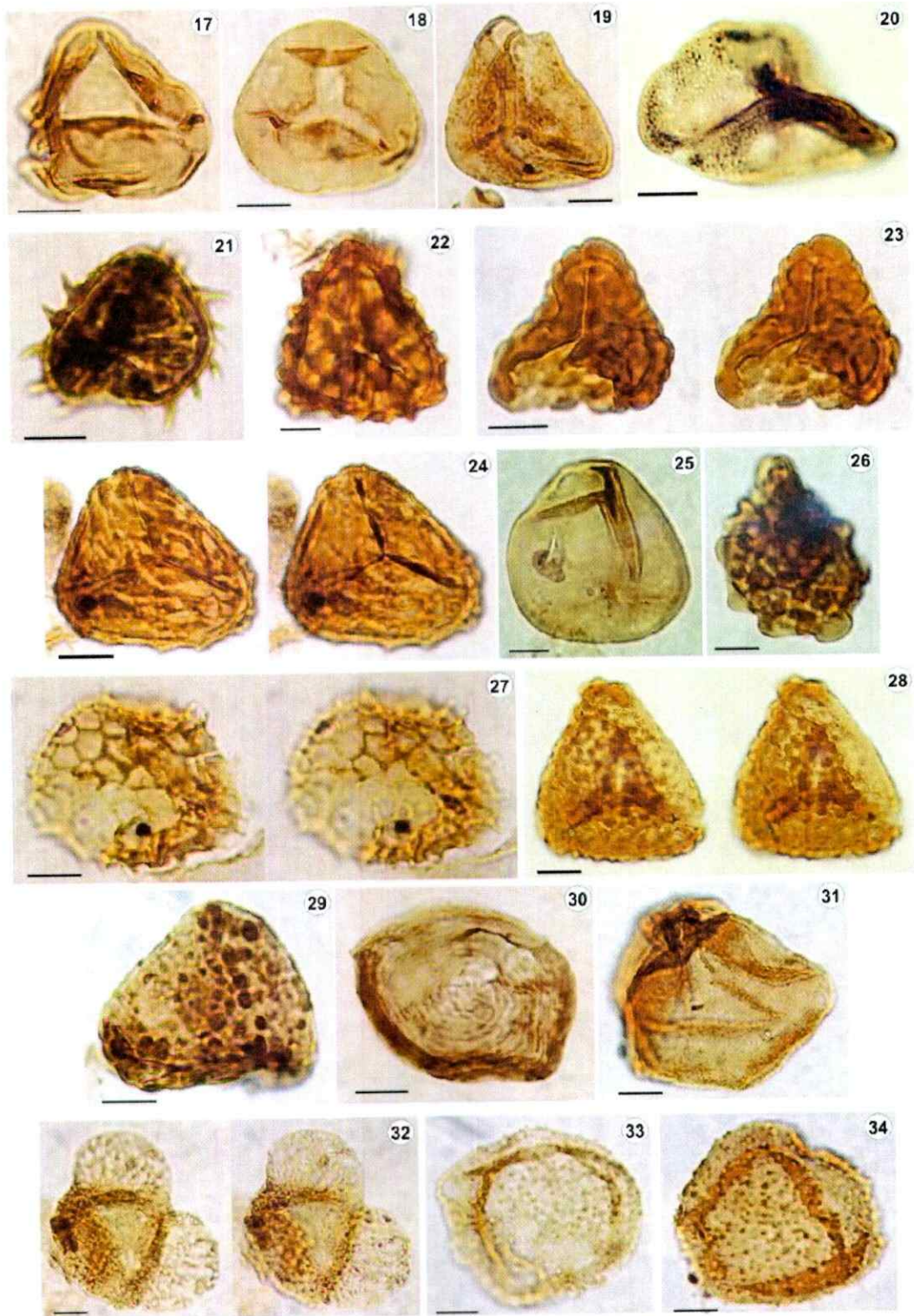


Lámina 2. Esporomorfos Formación Ligorio Márquez. Escala=10 um

LÁMINA 3

35. *Inaperturopollenites* spp. LMF028 Q 16 2; LMF028 H13 4; LMF031 K49 2; LMF027 U45; O37 3
36. *Microcachryidites antarcticus* Cookson 1947 ex Couper 1953. LMF052 X36 1; LMF053 L21
37. *Phyllocladidites mawsonii* (Cookson 1947) ex Couper 1953. LMF032 S42 2 ; LMF026 N15 2
38. *Podocarpidites marwickii* Couper 1953. LMF025 Q47 1; LMF025 V52 2
39. *Podocarpidites otagoensis* Couper 1953. LMF020 H35 2; LMF052 W43
40. *Podocarpidites* sp. LMF022 U41 3
41. *Taxodiaceapollenites hiatus* (Potonie 1931) Kremp 1949. LMF032 S42 2; LMF032 D52 1; LMF032 F50 3
42. *Trisaccites* sp. LMF024 S13; LMF030 J10 3
43. *Arecipites minutiscabratus* McIntyre 1968. LMF052 E51 3; LMF052 N39 3; LMF025 K15 2
44. *Arecipites* sp. A Mildenhall & Pocknall 1989. LMF025 W14; LMF020 M49 4; LMF052 U40 2; LMF051 W15 1; LMF031 T44 1-3; LMF026 V17
45. *Bombacacidites* sp. LMF025 H18 2-4; LMF020 U41
46. cf. *Bacumorphomonocolpites* sp. Sole de Porta 1971. LMF025 P45 2; LMF022 T21 3
47. cf. *Horniella* sp. 2 Jaramillo & Dilcher 2001. LMF054 N39 3
48. *Corsinipollenites* sp. LMF029 H34 1
49. *Diporites aspis* Pocknall & Mildenhall 1984. LMF051 F18 3
50. *Ericipites* sp. LMF027 Y11 4; LMF030 S51 2; LMF030 10 4; LMF032 R19 2
51. *Ericipites* sp. 1 LMF027 O42 4; LMF027 S18 2-4; LMF028 O49 1; LMF028 V18 4
52. *Favitricolporites* cf. *australis* Archangelsky 1973. LMF023 G7 2

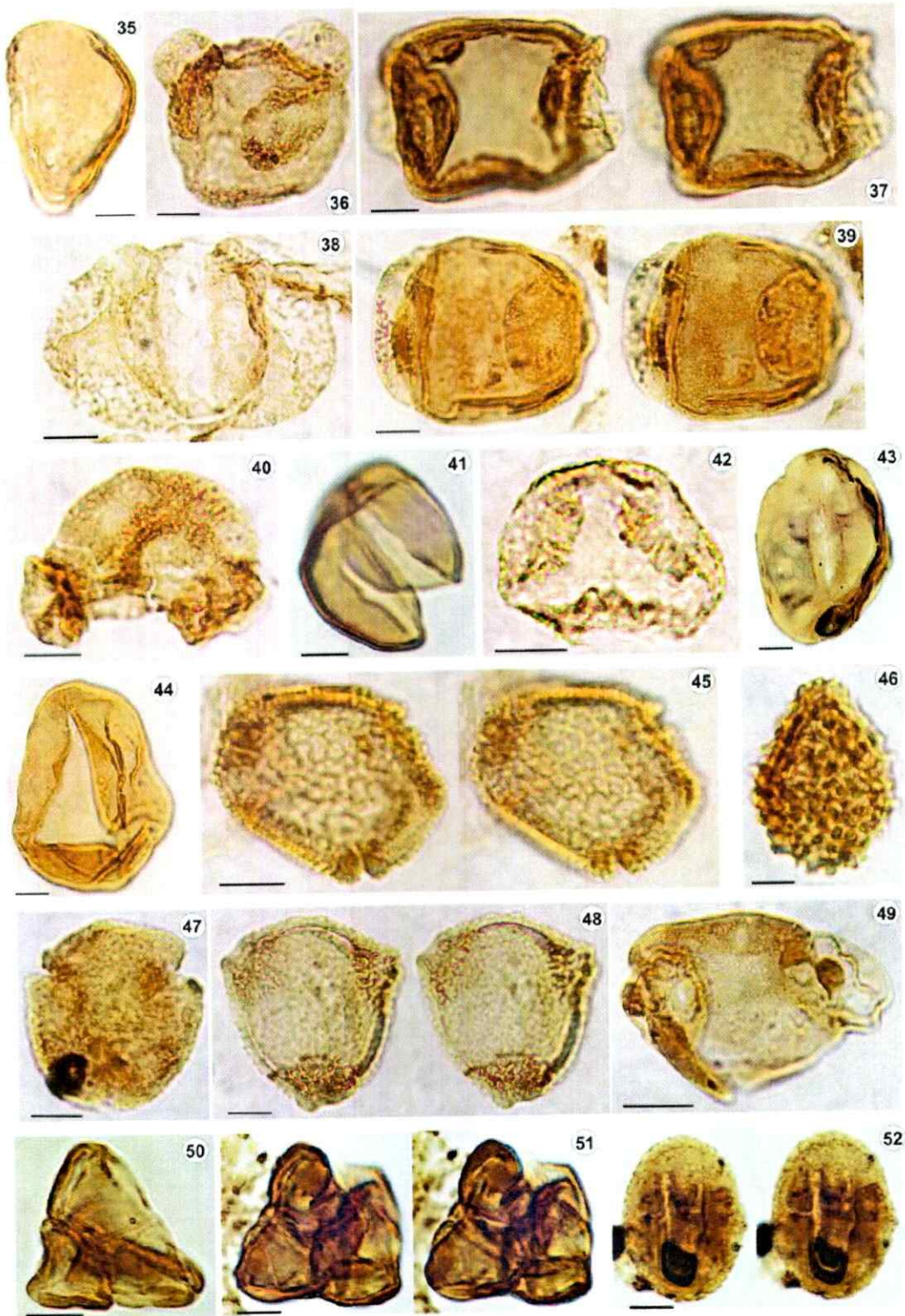


Lámina 3. Esporomorfos Formación Ligorio Márquez. Escala=10 um

LÁMINA 4

53. *Gothanipollis perplexus* Pocknall & Mildenhall 1984. LMF032 O10 3; LMF030 W39 1
54. *Liliacidites* sp. LMF051 R14 1
55. *Liliacidites* sp. 2 Archangelsky 1973. LMF 028 K21 1; LMF028 K8 3
56. *Liliacidites variegatus* Couper 1953. LMF028 K40; LMF028 J41 3;
57. *Malvacipollis diversus* LMF044 H31 1-2
58. *Margocolporites* cf. *temuireticulatus* LMF054 W33 4; LMF052 O46 1; F39 2; T21 4
59. *Margocolporites* sp. LMF054 T24 1
60. *Mauritiidites franciscoi* var. *minutus* Van der Hammen & Garcia 1966. LMF022 V9 1; LMF023 M33 2
61. *Nothofagidites dorotensis* Romero 1973. LMF024 W23 4; LMF020 G43 1-2; LMF052 G11
62. *Nothofagidites acromegacanthus* Menéndez y Caccavari 1975. LMF021 R39 3; LMF052 R13 3; LMF024 D45; LMF024 Q35
63. *Nothofagidites kaitangataensis* (Te punga) Romero 1973. LMF020 Q23 4 (2); LMF020 G12 1; LMF021 T12 1
64. *Nothofagidites* cf. *kaitangataensis* LMF054 W12 4; LMF020 G12 1; LMF020 K46 4
65. *Nothofagus fusca* group LMF020 W32 4; LMF051 O7 1
66. *Polyporina* cf. *romeroi* Archangelsky 1973. LMF021 M33; LMF020 N14 4
67. *Proteacidites* cf. *retiformis* Couper 1960. LMF054 J45 2; LMF054 W11 2
68. *Proteacidites* cf. *subscabratus* Couper 1960. LMF052 T51 2

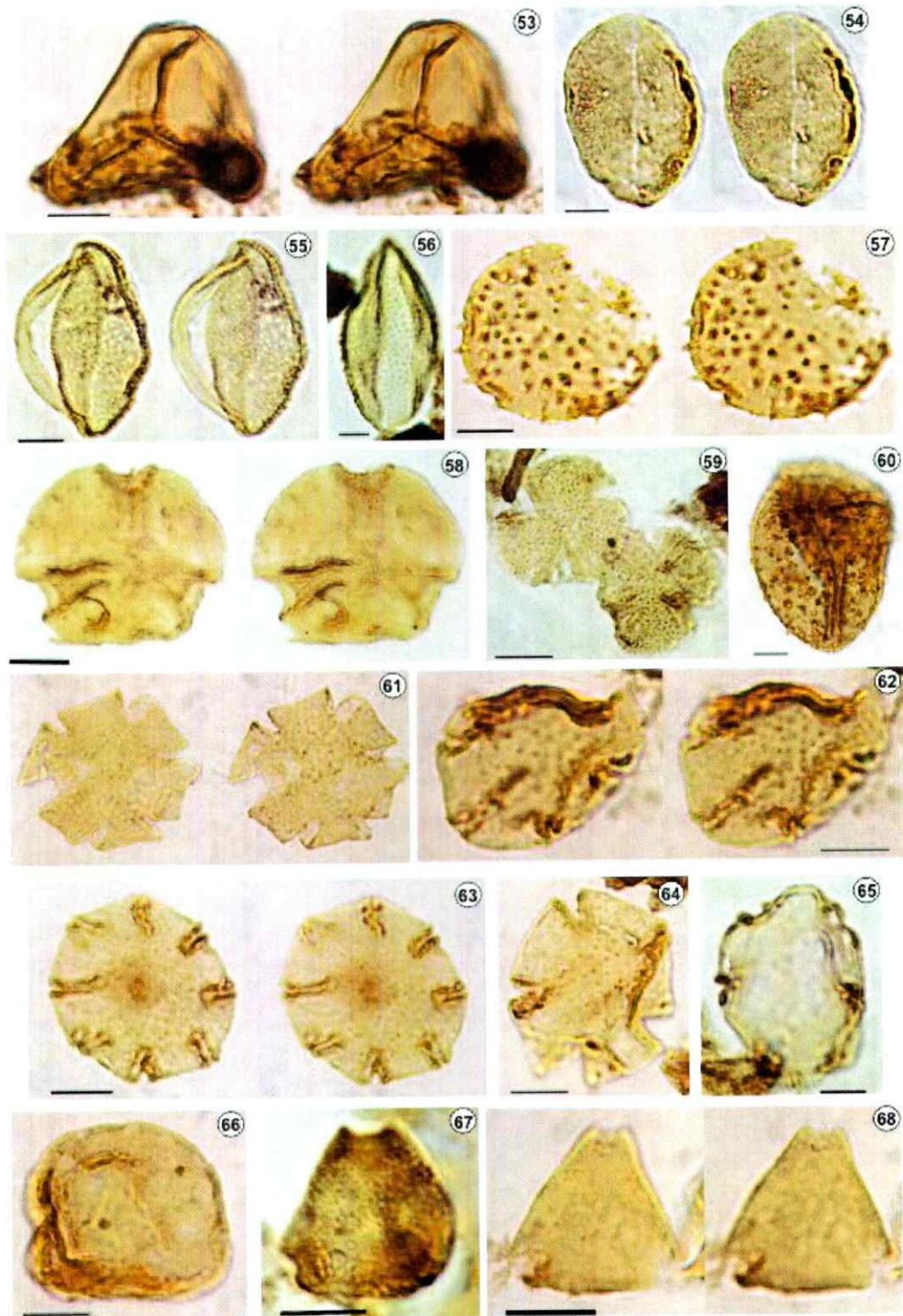


Lámina 4. Esporomorfos Formación Ligerio Márquez. Escala=10 um

LÁMINA 5

69. *Proteacidites subscabratus* Couper 1960. LMF051 F12 1; LMF021 E49 2
70. *Psilamonocolpites* sp. LMF028 P51 1-2
71. *Psilatricolporites* sp. LMF020 R46 3; LMF052 Y35
72. *Psilatricolpites inargutus* (McIntyre 1968) Archangelsky 1973. LMF028 P38 4
73. *Retistephanocolpites regularis* Hoeken-Klinkenberg 1966. LMF023 O39 3
74. *Retistephanocolpites* sp. LMF032 X51 1; LMF034 U34 3
75. *Retitricolporites medius* González Guzmán 1967. LMF052 T12 2
76. *Retitricolporites* sp. LMF033 U42 , G32 2
77. *Rhoipites* cf. *baculatus* Archangelsky 1973. LMF052 W9 4; LMF053 H39 2
78. *Rhoipites* sp. LMF054 S6 2; LMF053 G49; LMF021 R17 2
79. *Rousea* cf. *microreticulata* Archangelsky & Zamalóa 1986. LMF027 F22 3; LMF030 H47 1; LMF030 M9 4
80. *Striatricolporites gamerroi* Archangelsky 1973. LMF051 U32
81. *Tricolpites* cf. *reticulata* Cookson 1947. LMF024 F24 3-4; LMF030 O43 2
82. *Tricolpites trioblatus* Mildenhall & Pocknall 1989. LMF026 F11 3-4
83. *Triorites minusculus* McIntyre 1965. LMF024 U42 4; LMF052 X33 1-2
84. Alga tipo 1 LMF020 T28 2; S29 3
85. Alga tipo 2 LMF022 N33 1, L8 2
86. Otras algas LMF044 M32 3
87. *Tetraploa* sp. LMF023 H26; LMF051 L44 1; LMF026 C8 3-4
88. Fungi LMF024 L12 1-3; LMF052 R46 2; LMF052 U25 1

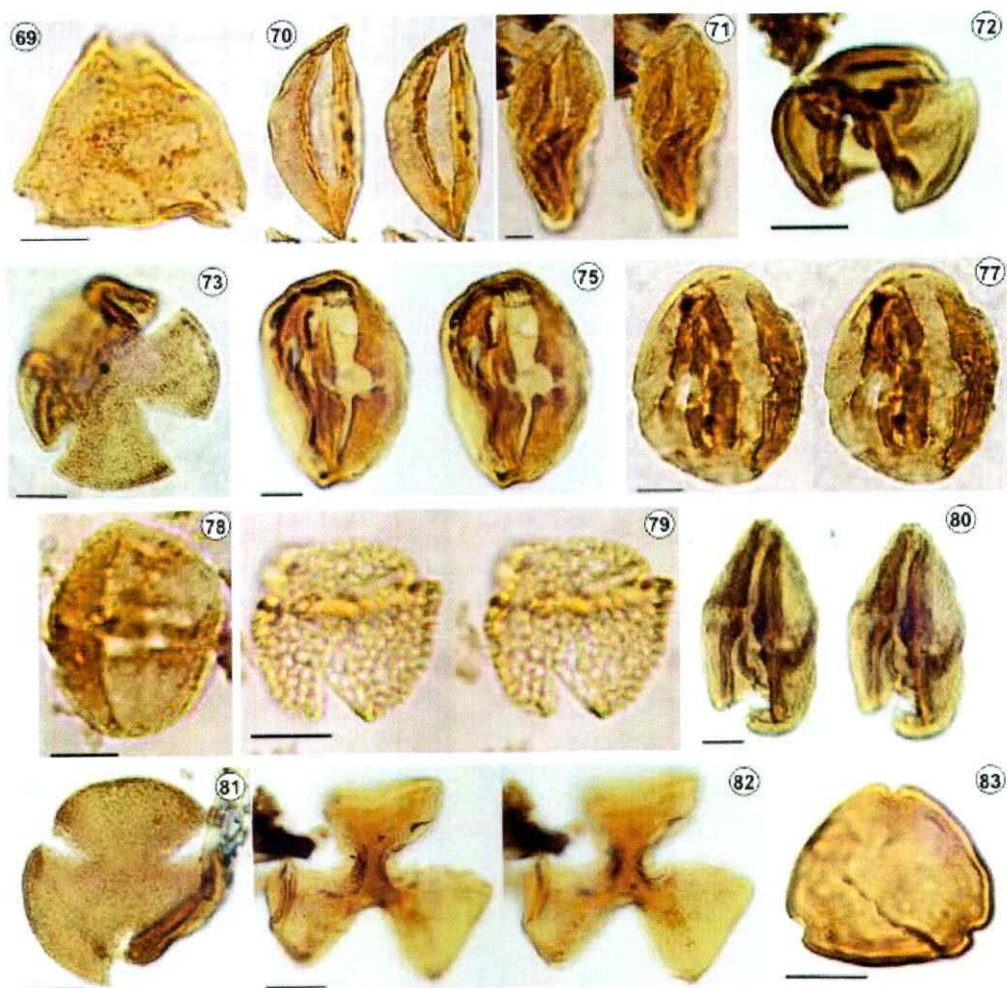


Lámina 5. Esporomorfos Formación Ligorio Márquez. Escala=10 um



Lámina 5. Esporomorfos Formación Ligorio Márquez. Escala=10 um

LÁMINA 6

RETRABAJO (RW)

89. *Araucariacites fissus* Reiser & Williams 1969. LMF025 P45 3, H42, V39 4
90. *Callialasporites dampieri* (Balme 1957) Dev 1961. LMF052 P39 3
91. *Callialasporites* sp. LMF052 Q48 1
92. *Calamospora* sp. LMF031J42 2; LMF020 R21 2
93. *Concavisporites jurienensis* Balme 1957. LMF032 L37 4; LMF032 N48 1
94. *Cicatricosisporites* spp. LMF025 K40 1, K34 1
95. *Classopollis classoides* (Pflug 1953) Pocock & Jansonius 1961. LMF034 H18 3
96. *Classopollis* sp. LMF026 S12 1
97. *Gabonisoris vigouroxii* Boltenhagen 1967. LMF032 G12 3
98. *Gleicheniidites senonicus* Ross 1949. LMF020 H5 2; LMF054 O35 1-2
99. *Dichadogonyaulax* sp./*Ctenidodinium* sp. LMF024 T24 3
100. *Geiselodinium* sp. LMF021 D30; LMF054 L38 4
101. *Leiosphaeridia* spp. LMF021 P39 2, N37 3-4
102. *Subtilisphaera scabratus* Jain & Millepied 1973. LMF021 T9 3; LMF021 M21 1
103. *Subtilisphaera* sp. LMF054 L38 4; LMF021 H51 3
104. Foram lining LMF021 K10 3

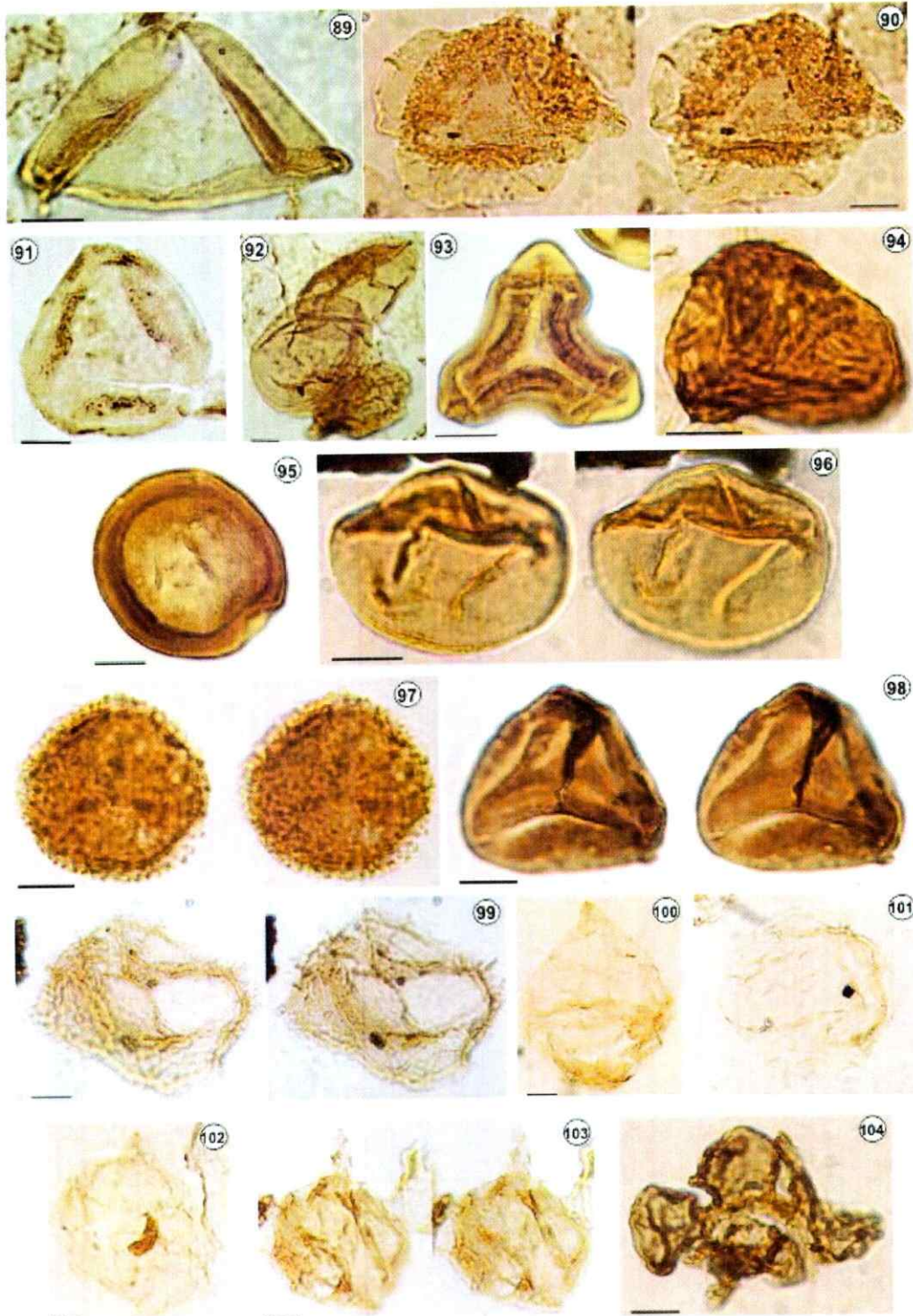


Lámina 6. Esporomorfos Formación Ligorio Márquez. Escala=10 um

ANEXO 2.

Diagramas Polínicos Formación Ligorio Márquez

Tablas de Distribución (Abundancias Relativas%)

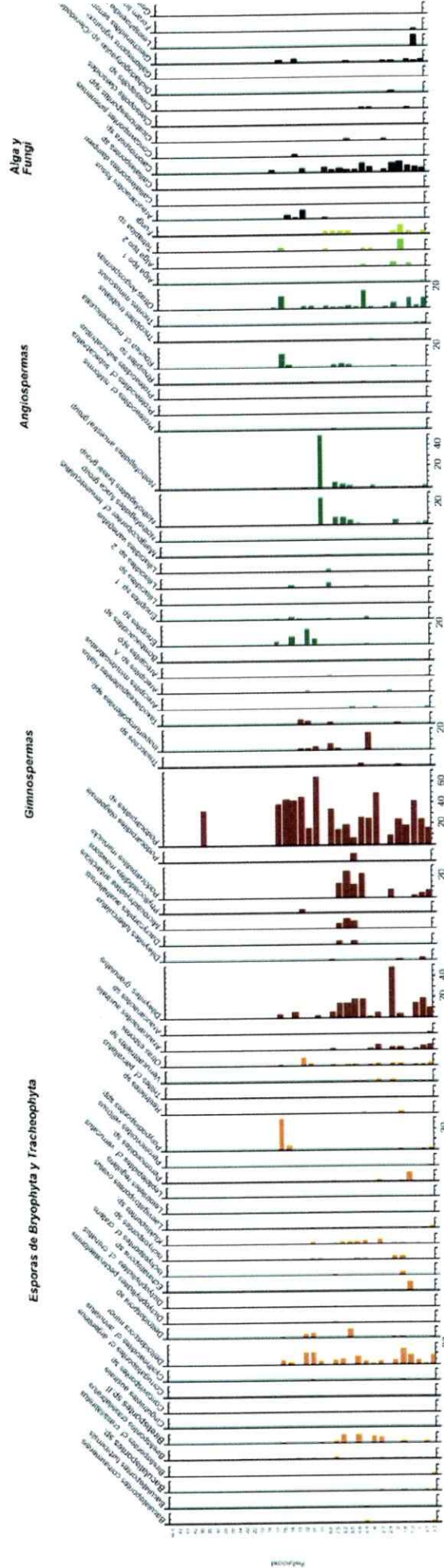


Diagrama polínico Formación Ligorio Márquez

ANEXO 3.

Lista de presencias (1)/(0) ausencias de las especies identificadas en otras unidades del Daniano – Mioceno, ubicadas en Patagonia (de 38°S a 54°S)

Lista de Morfoespecies y sus Celdas correspondientes (consecutivo alfabético)

Lista de Localidades y su número correspondiente (consecutivo numérico)

	Morfoespecie	Celda	Morfoespecie	Celda	Morfoespecie	Celda
1	<i>Baculatisporites comauensis</i>	A 33	<i>Trilites fasolae</i>	AG 65	<i>Podocarpidites cf. elegans</i>	BM
2	<i>Clavifera triplex</i>	B 34	<i>Corrugatisporites argentinus</i>	AH 66	<i>Podocarpidites ellipticus</i>	BN
3	<i>Cyathidites patagonicus</i>	C 35	<i>Cyatheacidites annulatus</i>	AI 67	<i>Podocarpidites magnus</i>	BO
4	<i>Densoisporites velatus</i>	D 36	<i>Cinguliriletes australis</i>	AJ 68	<i>Araucariacites australis</i>	BP
5	<i>Dictyophyllidites harrisi</i>	E 37	<i>Reticuloidosporites cf. tenellis</i>	AK 69	<i>Dacrydium aff. Cupressinum</i>	BQ
6	<i>Distaverrusporites cf. simplex</i>	F 38	<i>Polypodiidites speciosus</i>	AL 70	<i>Phyllocladidites cf. P. verrucosus</i>	BR
7	<i>Foveosporites cf. lacunosus</i>	G 39	<i>Foveotriletes palaequetrus</i>	AM 71	<i>Podocarpidites cf. exiguus</i>	BS
8	<i>Gabonisoris vigourouxii</i>	H 40	<i>Murcingulisporis chenquensis</i>	AN 72	<i>Equisetosporites claricristatus</i>	BT
9	<i>Gleicheniidites senonicus</i>	I 41	<i>Peromonolites vellosus</i>	AO 73	<i>Gameroites cf. G. psilasaccus</i>	BU
10	<i>Klukisporites variegatus</i>	J 42	<i>Ischyosporites areapunctatis</i>	AP 74	<i>Assamiapollenites incognitus</i>	BV
11	<i>Laevigatosporites ovatus</i>	K 43	<i>Polypodiisporites mangahuensis</i>	AQ 75	<i>Equisetosporites notensis</i>	BX
12	<i>Leiotriletes cf. regularis</i>	L 44	<i>Gleicheniidites circinidites</i>	AR 76	<i>Podocarpidites sp. cf. P. ellipticus</i>	BY
13	<i>Matonisporites crassiangulatus</i>	M 45	<i>Polypodiisporites cf. minimus</i>	AS 77	<i>Equisetosporites lusaticus</i>	BZ
14	<i>Metaonisporites equixinus</i>	N 46	<i>Cyathidites paleospora</i>	AT 78	<i>Phyllocladidites ruei</i>	CA
15	<i>Polypodiisporites irregularis</i>	O 47	<i>Reticuloidosporites tenellis</i>	AU 79	<i>Classopollis spp.</i>	CB
16	<i>Retitriletes austroclavatidites</i>	P 48	<i>Polypodiisporites radiatus</i>	AV 80	<i>Taxodiaceaeapollenites</i>	CC
17	<i>Retitriletes rosewoodensis</i>	Q 49	<i>Anthoceropsis gandolfii</i>	AW 81	<i>Clavatipollenites sp.</i>	CD
18	<i>Rugulatisporites chubutensis</i>	R 50	<i>Reboulisporites fuegiensis</i>	AX 82	<i>Liliacidites regularis</i>	CE
19	<i>Selaginella perinata</i>	S 51	<i>Peromonolites radiatus</i>	AY 83	<i>Liliacidites variegatus</i>	CF
20	<i>Stereisporites antiquasporites</i>	T 52	<i>Dictyophyllidites concavus</i>	AZ 84	<i>Monogemmites gemmatus</i>	CG
21	<i>Trilites parvullatus</i>	U 53	<i>Cyatheacidites cf. annulatus</i>	BA 85	<i>Monosulcites minutiscabratus</i>	CH
22	<i>Tuberculatosporites parvus</i>	V 54	<i>Cyathidites subtilis</i>	BB 86	<i>Longaperites andreisii</i>	CI
23	<i>Foveotriletes cf. palaequetrus</i>	W 55	<i>Leptolepidites macroverrucosus</i>	BC 87	<i>Longaperites patagonicus</i>	CJ
24	<i>Trilites tuberculiformis</i>	X 56	<i>Microcaryidites antarcticus</i>	BD 88	<i>Trichotomosulcites subgranulatus</i>	CK
25	<i>Monolites alveolatus</i>	Y 57	<i>Podocarpidites elegans</i>	BE 89	<i>Arecipites cf. A. minutiscabratus</i>	CL
26	<i>Deltoidospora australis</i>	Z 58	<i>Podocarpidites exiguus</i>	BF 90	<i>Arecipites subverrucatus</i>	CM
27	<i>Matonisporites ornamentalis</i>	AA 59	<i>Podocarpidites manwickii</i>	BG 91	<i>Graminidites sp.</i>	CN
28	<i>Baculatisporites turbioensis</i>	AB 60	<i>Podocarpidites microreticuloidatus</i>	BH 92	<i>Cyperaceaeapollis neogenicus</i>	CO
29	<i>Leptolepidites densus</i>	AC 61	<i>Podocarpidites verrucosus</i>	BI 93	<i>Liliacidites vermireticulatus</i>	CP
30	<i>Leiotriletes regularis</i>	AD 62	<i>Trisaccites microscacatum</i>	BJ 94	<i>Spinizonocarpites hialinus</i>	CQ
31	<i>Biretisporites crassilabratus</i>	AE 63	<i>Gameroites psilasaccus</i>	BK 95	<i>Proxaperites operculatus</i>	CR
32	<i>Retitriletes cf. eminulus</i>	AF 64	<i>Phyllocladidites mawsonii</i>	BL 96	<i>Sparganiaceaeapollenites sp.</i>	CS

Lista de Morfoespecies y sus Celdas correspondientes

	Morfoespecie	Celda	Morfoespecie	Celda	Morfoespecie	Celda
97	<i>Ericipites scabratus</i>	CT 129	<i>Cupaniedites reticularis</i>	EB 161	<i>Compositopollenites</i> aff. C.	FI
98	<i>Ericipites microtectatum</i>	CU 130	<i>Rhoipites sphaerica</i>	EC 162	<i>Margocolporites tenuireticulatus</i>	FJ
99	<i>Gemmatricolpites sub sphaericus</i>	CV 131	<i>Propylipollis concretus</i>	ED 163	<i>Nyssapollenites endobalteus</i>	FK
100	<i>Momipites dilatatus</i>	CX 132	<i>Triatropollenites bertelsii</i>	EE 164	<i>Poluspissusites</i> sp.	FL
101	<i>Peninsulapollis gillii</i>	CY 133	<i>Triporopollenites ambiguus</i>	EF 165	<i>Tub ulifloridites</i> sp.	FM
102	<i>Plicatopollis cretacea</i>	CZ 134	<i>Concolpites leptos</i>	EG 166	<i>Nothofagidites americanus</i>	FN
103	<i>Propylipollis lateflexus</i>	DA 135	<i>Gotanipollis bassensis</i>	EH 167	<i>Diporites aspis</i>	FO
104	<i>Proteacidites cf. asperatus</i>	DB 136	<i>Triatropollenites lateflexus</i>	EI 168	<i>Proteacidites ob scurus</i>	FP
105	<i>Proteacidites granulatus</i>	DC 137	<i>Ilexpollenites cliffdenensis</i>	EJ 169	<i>Canthiumidites</i> aff. C. bellus	FQ
106	<i>Proteacidites stipplatus</i>	DD 138	<i>Nothofagidites cincta</i>	EK 170	<i>Sparcipollis</i> sp.	FR
107	<i>Proteacidites tenuixinus</i>	DE 139	<i>Beaupreaacidites elegansiformis</i>	EL 171	<i>Gotanipollis</i> sp. 1	FS
108	<i>Retidiporites camacho</i>	DF 140	<i>Myrtaceidites verrucosus</i>	EM 172	<i>Granodiporites nebulosus</i>	FT
109	<i>Rhoipites minusculus</i>	DG 141	<i>Nothofagidites acromegacanthus</i>	EN 173	<i>Haloragacidites harrisi</i>	FU
110	<i>Rousea patagonica</i>	DH 142	<i>Nothofagidites dorotensis</i>	EO 174	<i>Mutisiapollis telleriae</i>	FV
111	<i>Tricolpites lilliei</i>	DI 143	<i>Nothofagidites saraensis</i>	EP 175	<i>Psilatricolporites quenua</i>	FX
112	<i>Tricolpites cf. perlongicollis</i>	DJ 144	<i>Nothofagidites tehuelchesii</i>	EQ 176	<i>Psilatricolporites operculatus</i>	FY
113	<i>Triporopollenites cf. ambiguus</i>	DK 145	<i>Pseudowinterapollis couperi</i>	ER 177	<i>Senipites</i> sp.	FZ
114	<i>Triporopollenites parviannulatus</i>	DL 146	<i>Nothofagidites Flemingii</i>	ES 178	<i>Striasyncolpites laxus</i>	GA
115	<i>Psilatricolpites psilascabratus</i>	DM 147	<i>Nothofagidites rocaensis</i>	ET 179	<i>Striatricolporites cf. gamerroi</i>	GB
116	<i>Tricolpites petriellai</i>	DN 148	<i>Nothofagidites walpawaensis</i>	EU 180	<i>Tricolpites cf. incisus</i>	GC
117	<i>Favitricolporites australis</i>	DO 149	<i>Myrtaceidites mesonesus</i>	EV 181	<i>Tricolporites cf. angurium</i>	GD
118	<i>Retitricolporites chub utensis</i>	DP 150	<i>Propylipollis (=Proteacidites)</i>	EX 182	<i>Triporopollenites minor</i>	GE
119	<i>Striatricolporites gamerroi</i>	DQ 151	<i>Proteacidites sub scabratus</i>	EY 183	<i>Corsinipollenites atlantica</i>	GF
120	<i>Tricolporites cf. adelaicensis</i>	DR 152	<i>Chenopodipollis chenopodiaceoides</i>	EZ 184	<i>Mutisiapollis viteauensis</i>	GG
121	<i>Tricolporites valvatus</i>	DS 153	<i>Malvacipollis subtilis</i>	FA 185	<i>Rhoipites cienaguensis</i>	GH
122	<i>Haloragacidites trioratus</i>	DT 154	<i>Nothofagidites anisoechinatus</i>	FB 186	<i>Tricolpites trioblatatus</i>	GI
123	<i>Plicatopollis wodehousei</i>	DU 155	<i>Myrtipites annulatus</i>	FC 187	<i>Dryadopollis minima</i>	GJ
124	<i>Proteacidites symphyonemoides</i>	DV 156	<i>Propylipollis rynthius</i>	FD 188	<i>Triorites minor</i>	GK
125	<i>Periporopollenites demarcatus</i>	DX 157	<i>Baumanniipollis variaperturatus</i>	FE 189	<i>Quintiniapollis striatulosa</i>	GL
126	<i>Liquidambarpollenites</i> cf.	DY 158	<i>Senipites patagonica</i>	FF 190	<i>Senipites patagonica</i>	GM
127	<i>Alb ertipollenites (=Tricolpites)</i>	DZ 159	<i>Spiniritricolpites</i> sp.	FG 191	<i>Margocolporites vanwijhei</i>	GN
128	<i>Tricolpites (Psilatricolpites)</i>	EA 160	<i>Tricolpites asperamarginis</i>	FH 192	"Miffordia" argentina	GO

Lista de Morfoespecies y sus Celdas correspondientes

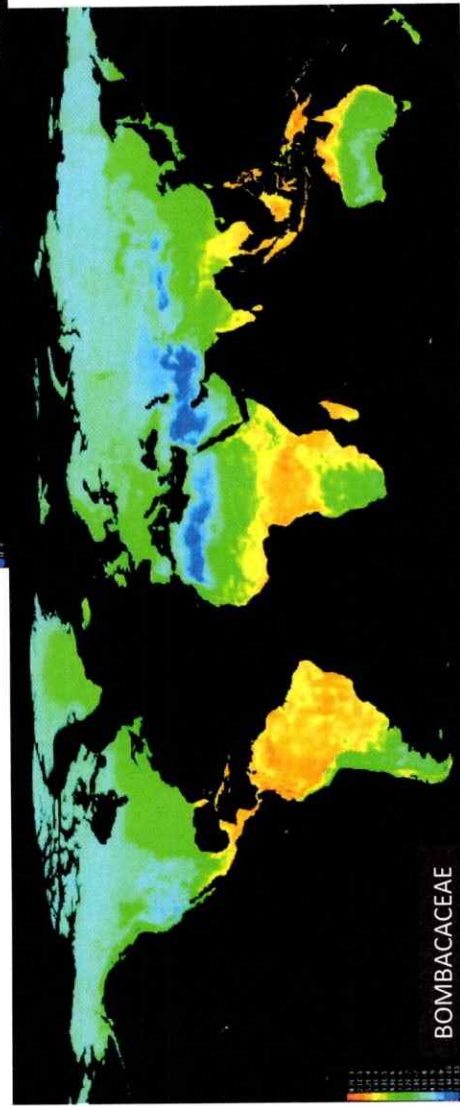
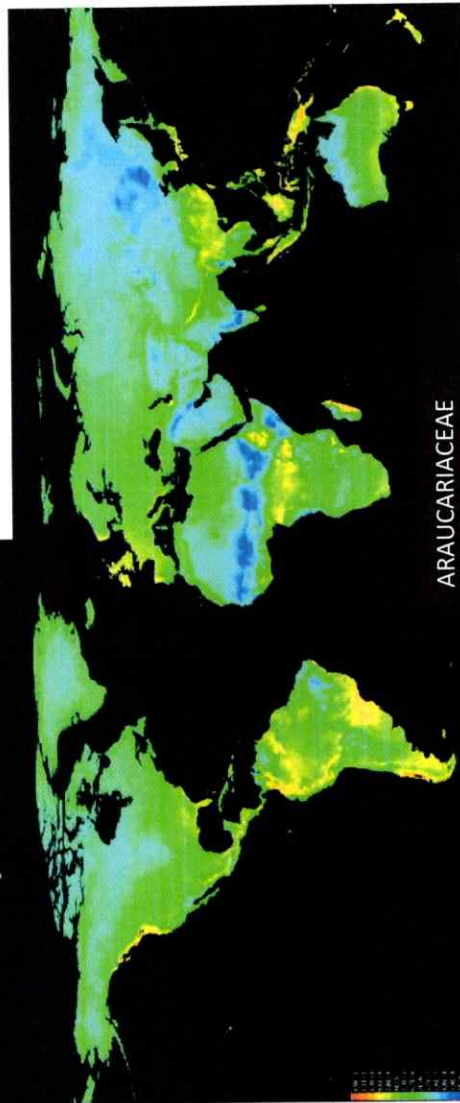
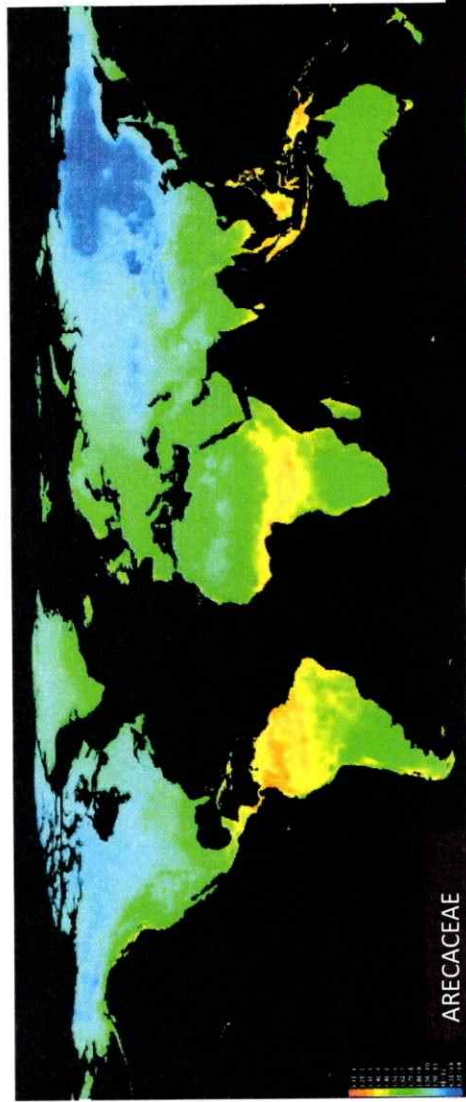
	Morfoespecie	Celda	Morfoespecie	Celda	Morfoespecie	Celda
193	<i>Poluspissusites puntensis</i>	GP 211	<i>Tricolpites bibaculatus</i>	HI 229		IA
194	<i>Malvacipoloides comodoroensis</i>	GQ 212	<i>Callistopollenites</i> sp.	HJ 230	b.sp 2	IB
195	<i>Acaciapollenites myriosporites</i>	GR 213	<i>Psilatricolpites salamanquensis</i>	HK 231	Ericipites sp.	IC
196	<i>Glencopollis ornatus</i>	GS 214	<i>Psilatricolpites inargutus</i>	HL 232	<i>Dilwynites granulatus</i>	ID
197	<i>Tubulifloridites antipodica</i>	GT 215	<i>Gemmatricolpites sub sphaericus</i>	HM 233	<i>Dilwynites tuberculatus</i>	IE
198	<i>Baumannipollis chub utensis</i>	GU 216	<i>Tricolpites communis</i>	HN 234	<i>Pseudoschizaea circula</i>	IF
199	<i>Intratropollenites</i> sp.	GV 217	<i>Syndermicolpites petriellai</i>	HO 235	<i>Dictyophylidites pectinataeformis</i>	IG
200	<i>Tricolpites incisus</i>	GX 218	<i>Senipites terrassata</i>	HP 236	<i>Podocarpidites otagoensis</i>	IH
201	<i>Bysmapollis verrucosus</i>	GY 219	<i>Pandaniidites</i> sp.	HQ 237	<i>Arecipites minutiscabratus</i>	II
202	<i>Nothofagidites asperus</i>	GZ 220	<i>Restioniidites pascualii</i>	HR 238	<i>Retistephanocolpites regularis</i>	IJ
203	<i>Nothofagidites nana</i>	HA 221	<i>Polyporina romeroi</i>	HS 239	<i>Gothampollis perplexus</i>	IK
204	<i>Nothofagidites brachispinulosa</i>	HB 222	<i>Anacoloidites diffusa</i>	HT 240	<i>Nothofagidites kaitangataensis</i>	IL
205	<i>Nothofagidites fortispinulosus</i>	HC 223	<i>Ulmoidesipites patagonicus</i>	HU 241	<i>Malvacipollis diversus</i>	IM
206	<i>Nothofagidites deminuta</i>	HD 224	<i>Psilamonocolpites grandis</i>	HV 242	<i>Deltoidospora minor</i>	IN
207	<i>Nothofagidites cranwellae</i>	HE 225	<i>Dacrycarpites australiensis</i>	HW 243	<i>Bombacacidites</i> spp.	IO
208	<i>Rousea microreticulata</i>	HF 226	<i>Proteacidites</i> sp.	HX 244	<i>Mauritidites franciscoi</i> var. <i>minutus</i>	IP
209	<i>Rousea minuscula</i>	HG 227	<i>Proteacidites</i> cf. <i>P. subscabratus</i>	HY 245	<i>Ceratospirites equalis</i>	IQ
210	<i>Striatopollis exiguus</i>	HH 228	<i>Retitricolpites medius</i>	HZ	<i>Klukisporites labiatus</i>	

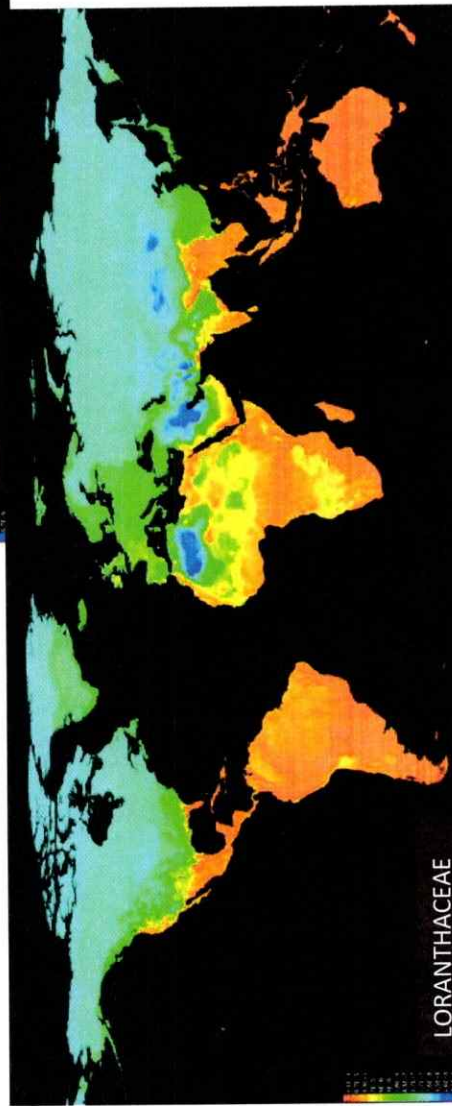
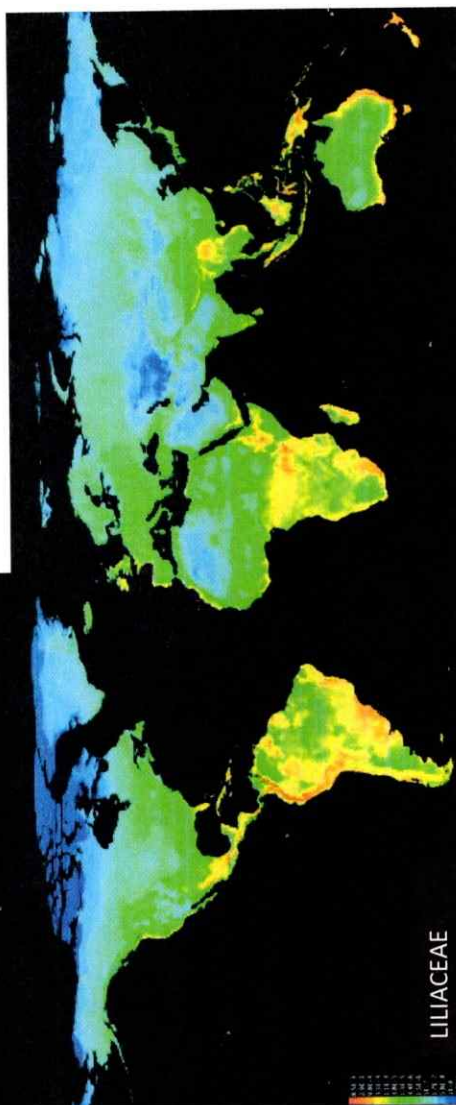
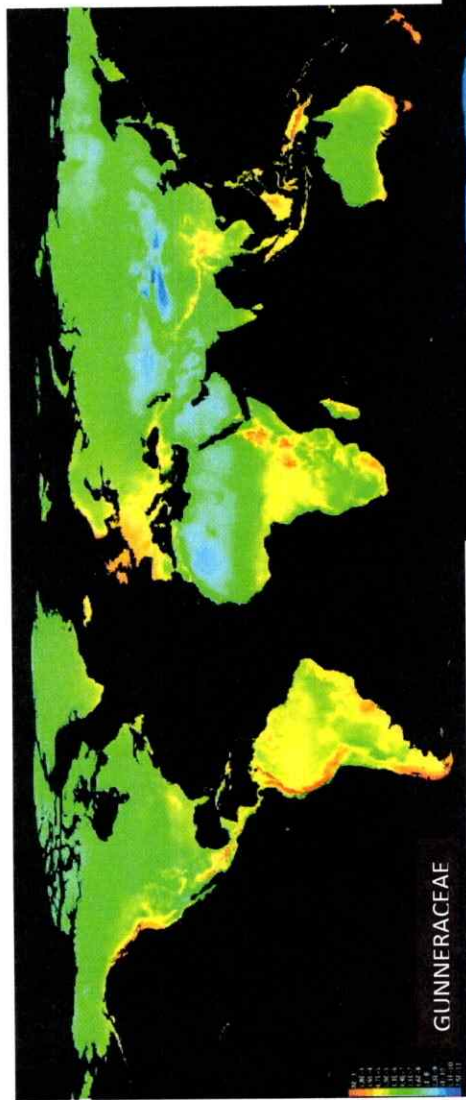
	LOCALIDAD	LOCALIDAD	LOCALIDAD	LOCALIDAD	
1	Chenque (Palinozona C)	11	San Julián (Upper part)	21	San Julián (Lower part)
2	Chenque (Palinozona B)	12	San Julián (Upper part)	22	Loreto
3	Chenque (Palinozona T)	13	San Julián (Middle part)	23	Río foyel
4	Chenque (Palinozona A)	14	San Julián (Middle part)	24	Salto del Macho
5	Monte León	15	San Julián (Middle part)	25	Troncoso
6	Aries x-1	16	San Julián (Middle part)	26	Bahía Loggett
7	Río Leona (Upper part)	17	San Julián (Middle part)	27	Río Turbio (Upper part)
8	Río Leona (Middle part)	18	San Julián (Lower part)	28	Río Turbio (Lower part)
9	Río Leona (Lower part)	19	San Julián (Lower part)	29	Huitrera (Upper part)
10	San Julián (Upper part)	20	San Julián (Lower part)	30	Huitrera (Upper part)
				31	Huitrera (Upper part)
				32	Huitrera (Lower part)
				33	Huitrera (Lower part)
				34	Huitrera (Lower part)
				35	Salamanca
				36	Co.Bororó (Upper part)
				37	Co.Bororó (Lower part)
				38	Chorrillo Chico
				39	Agua Fresca
				L	Ligorio Márquez

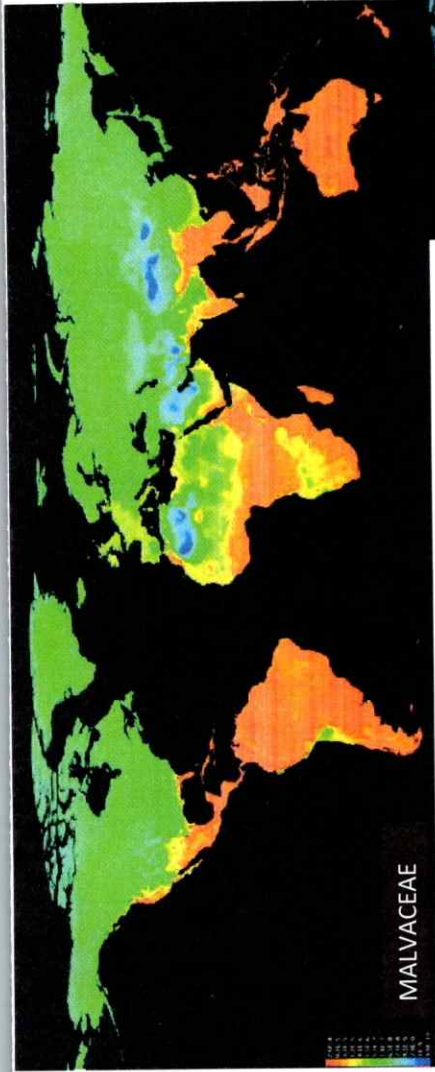
Lista de Morfoespecies y su Celdas correspondientes / Lista de Localidades (1 – 39)

ANEXO 4.

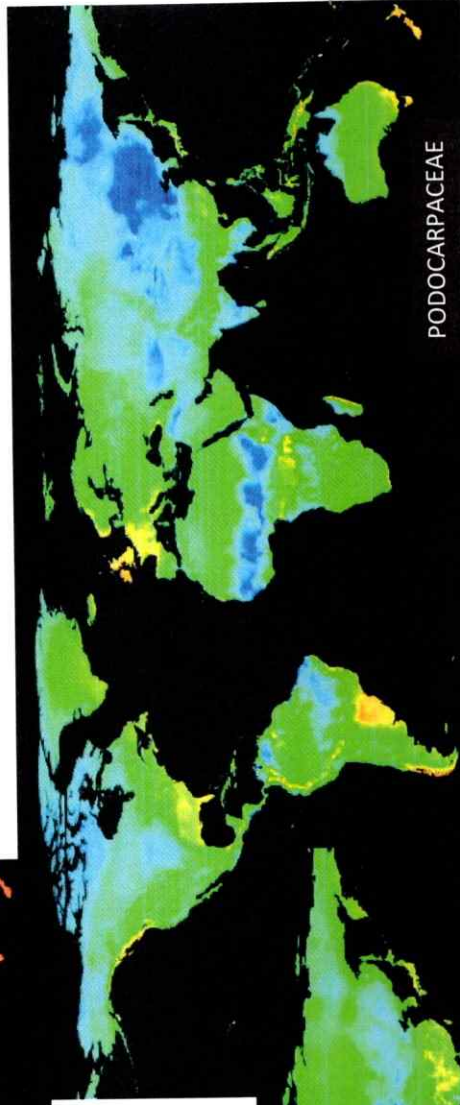
Mapas con las Probabilidades de Ocurrencia previstas para las familias Arecaceae, Araucariaceae, Bombacaceae, Gunneraceae, Liliaceae, Loranthaceae, Malvaceae, Nothofagaceae, Podocarpaceae, Proteaceae Y Zygnemataceae (en donde valores de mayor a menor probabilidad se indican con colores que van desde el rojo hasta el azul)



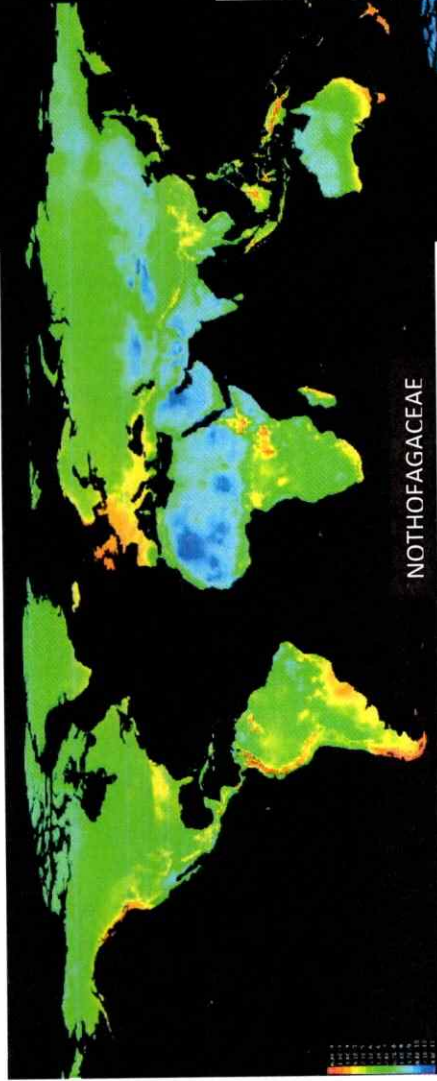




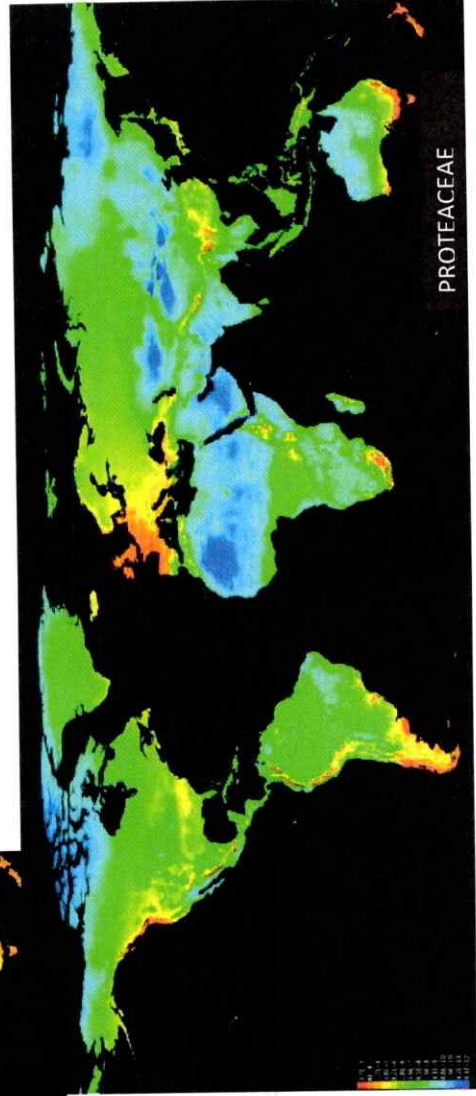
MALVACEAE



PODOCARPACEAE



NOTHOFAGACEAE

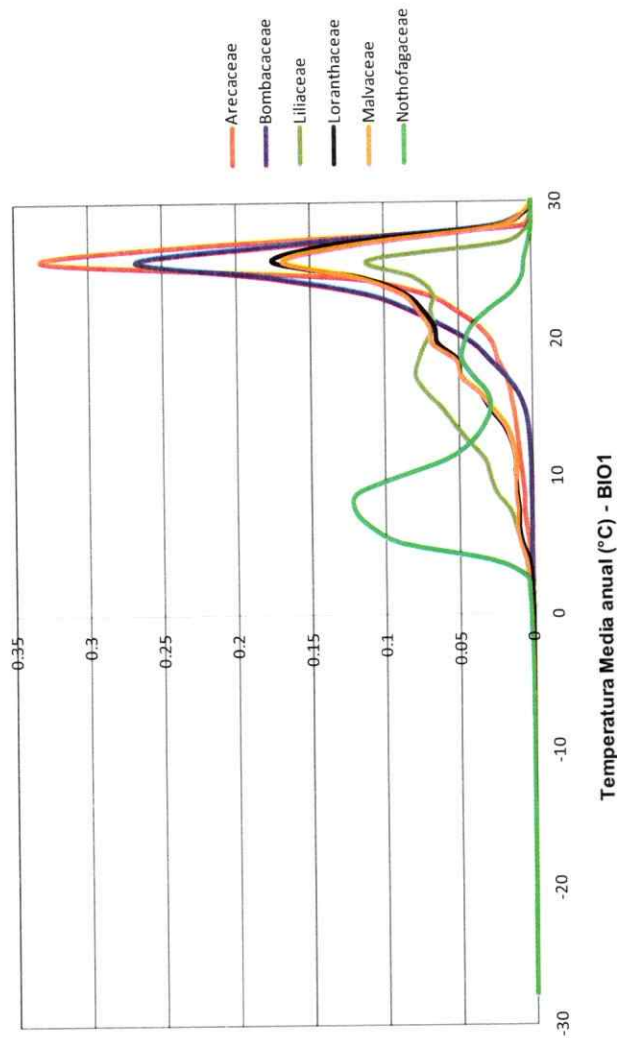


PROTEACEAE

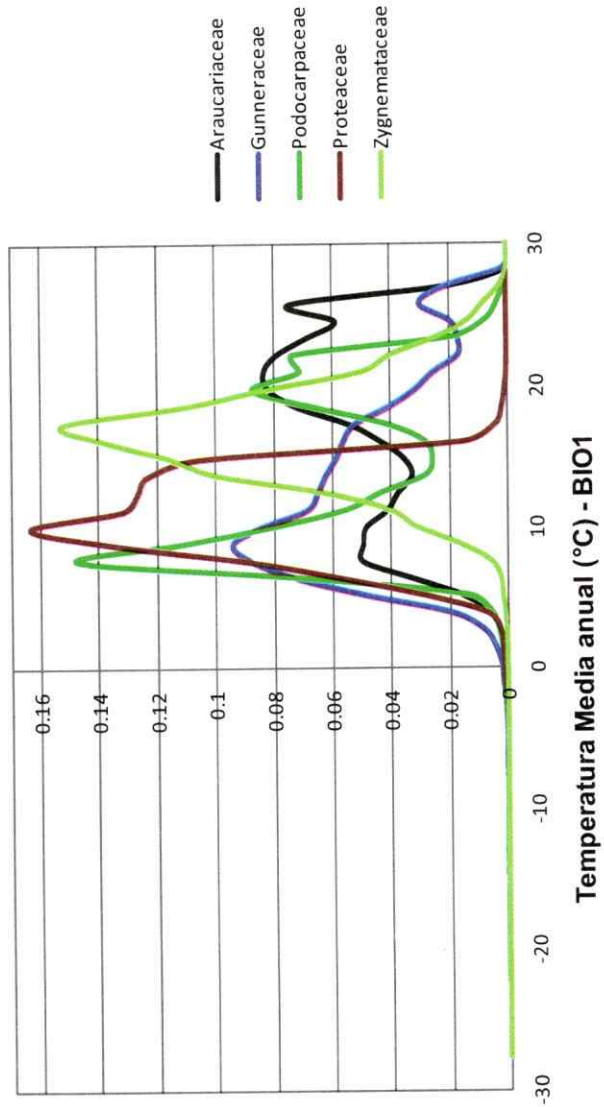
ANEXO 5.

Gráficos Predicción Ocupación del Nicho (PNO) con respecto a las variables bioclimáticas BIO1, BIO10, BIO11, BIO12, BIO16 Y BIO17, de las familias: Arecaceae, Bombacaceae, Liliaceae, Loranthaceae, Malvaceae, Nothofagaceae y Araucariaceae, Gunneraceae, Podocarpaceae, Proteaceae, Zygnemataceae

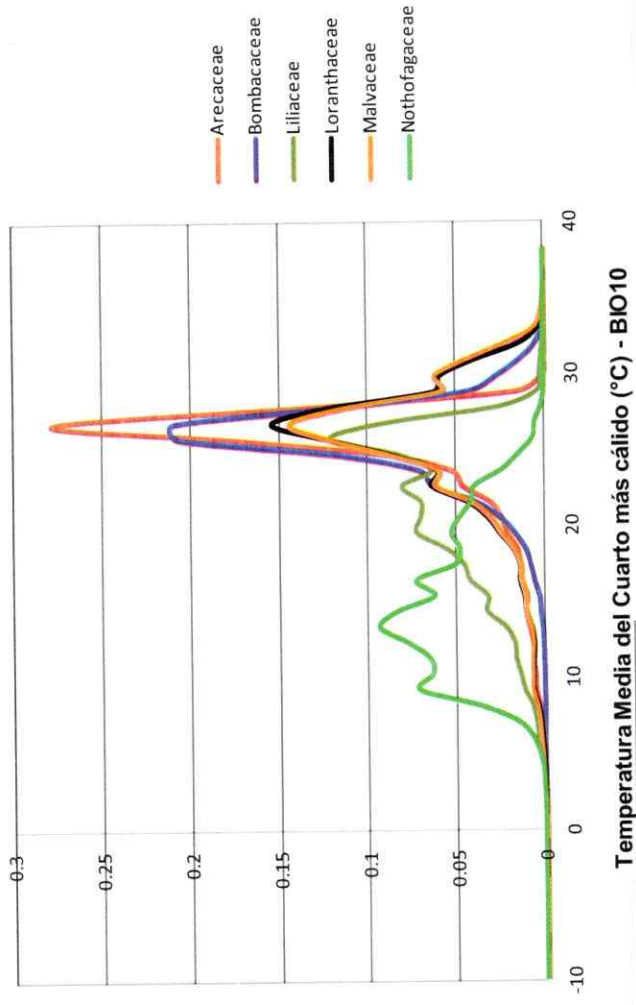
Predicción Ocupación del Nicho (PNO)



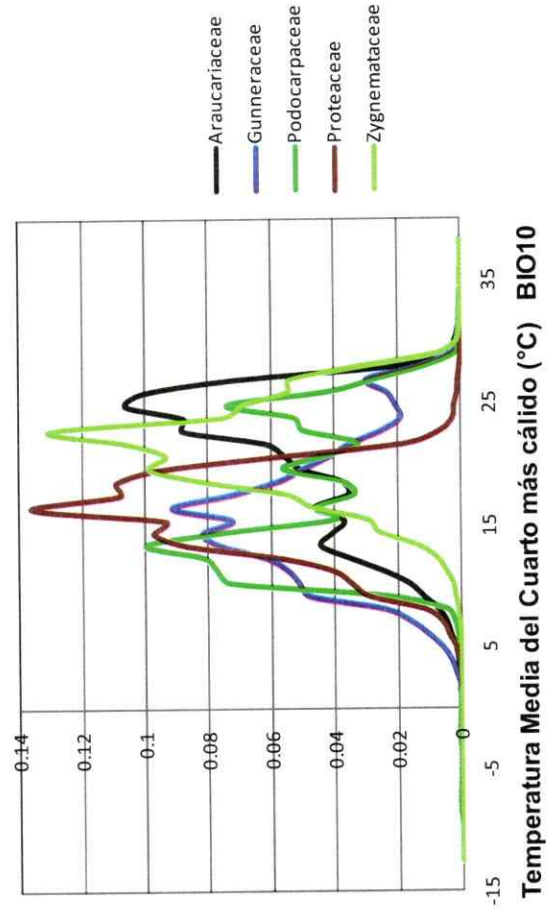
Predicción Ocupación del Nicho (PNO)



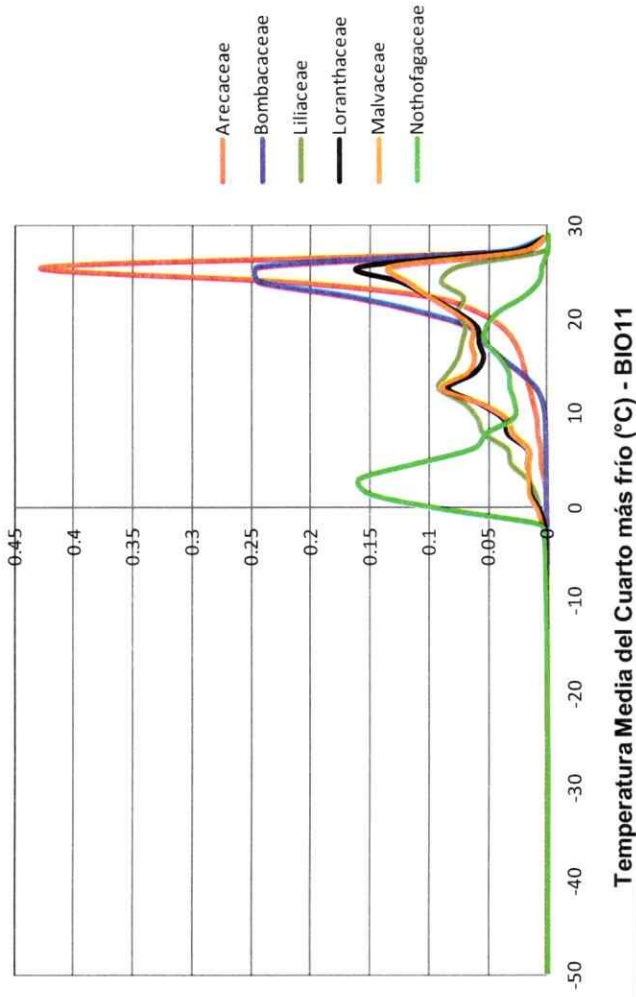
Predicción Ocupación del Nicho (PNO)



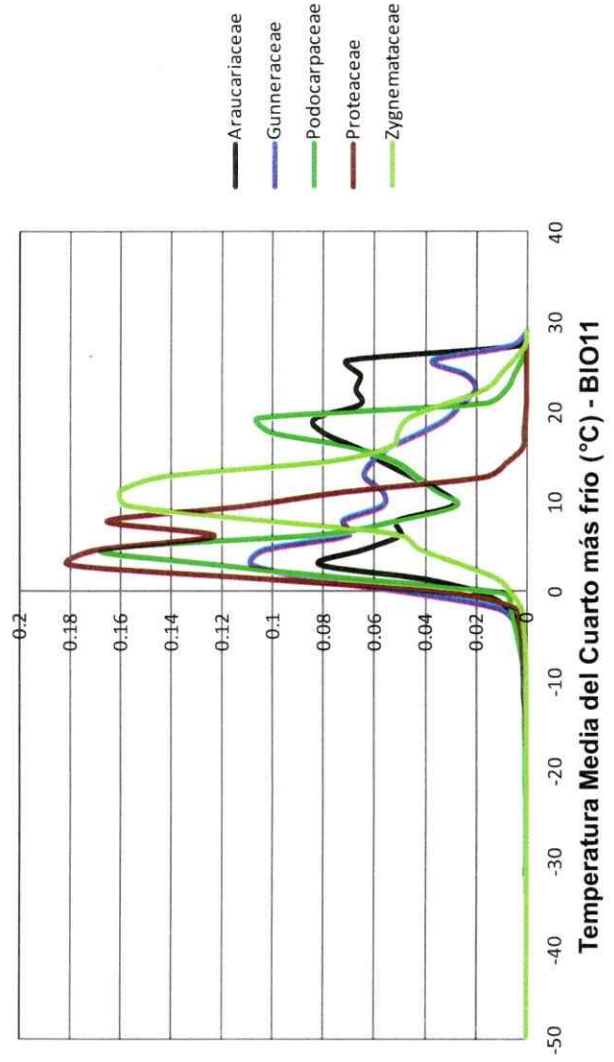
Predicción Ocupación del Nicho (PNO)



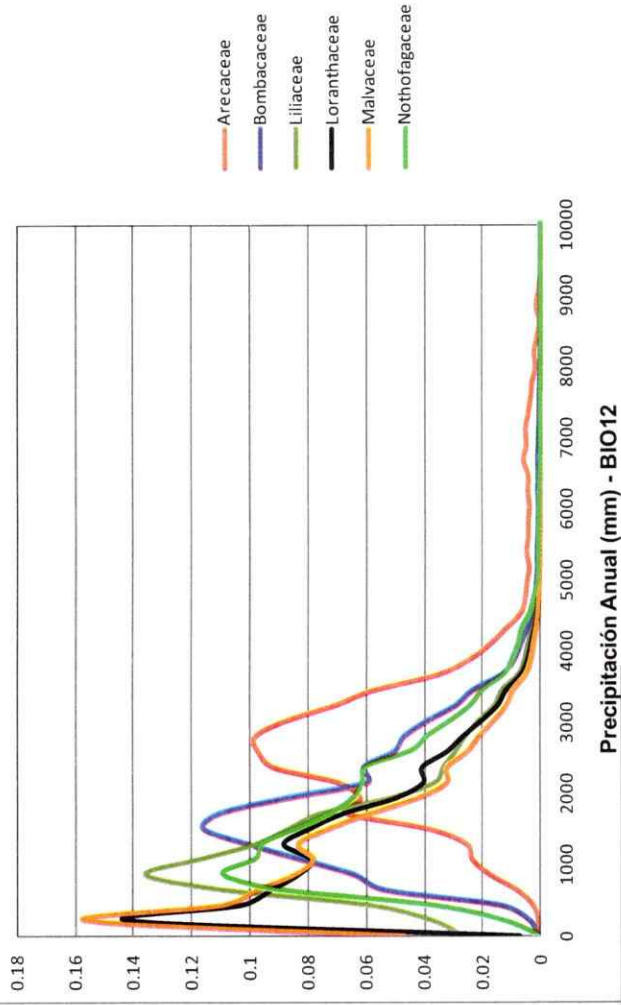
Predicción Ocupación del Nicho (PNO)



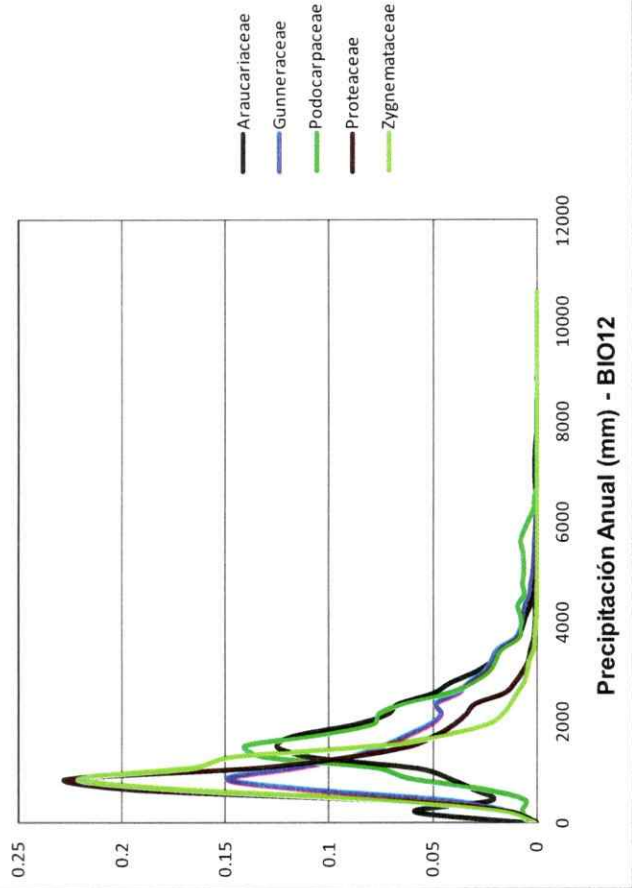
Predicción Ocupación del Nicho (PNO)



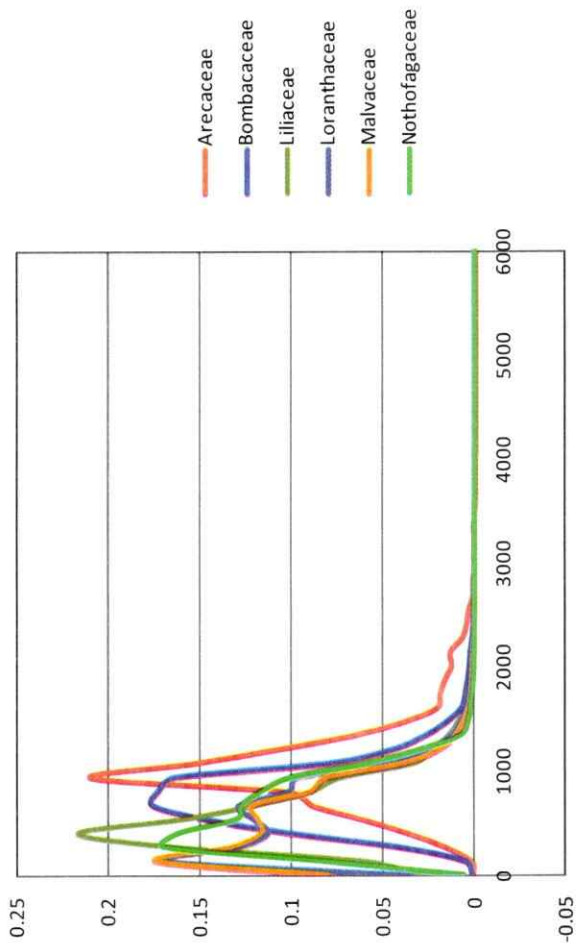
Predicción Ocupación del Nicho (PNO)



Predicción Ocupación del Nicho (PNO)

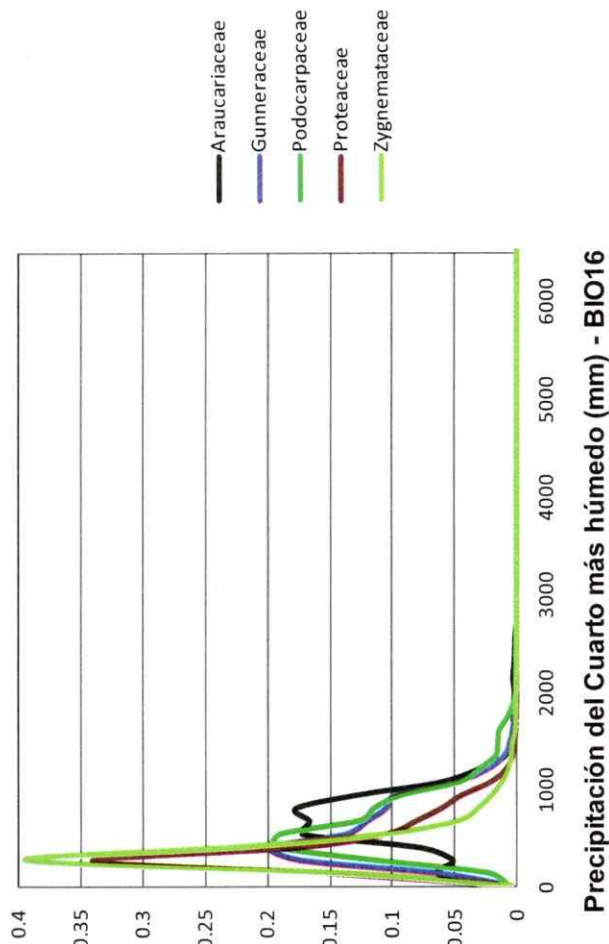


Predicción Ocupación del Nicho (PNO)



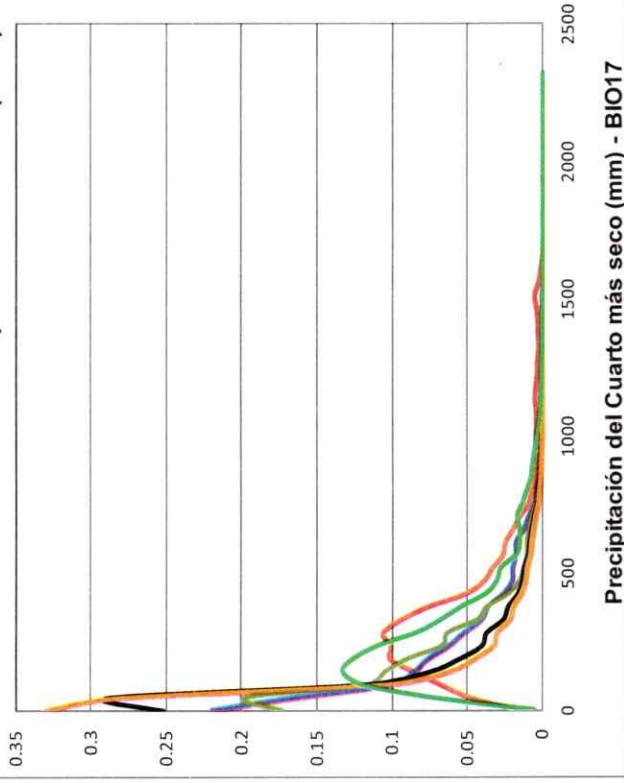
Precipitación del Cuarto más húmedo (mm) - BIO16

Predicción Ocupación del Nicho (PNO)

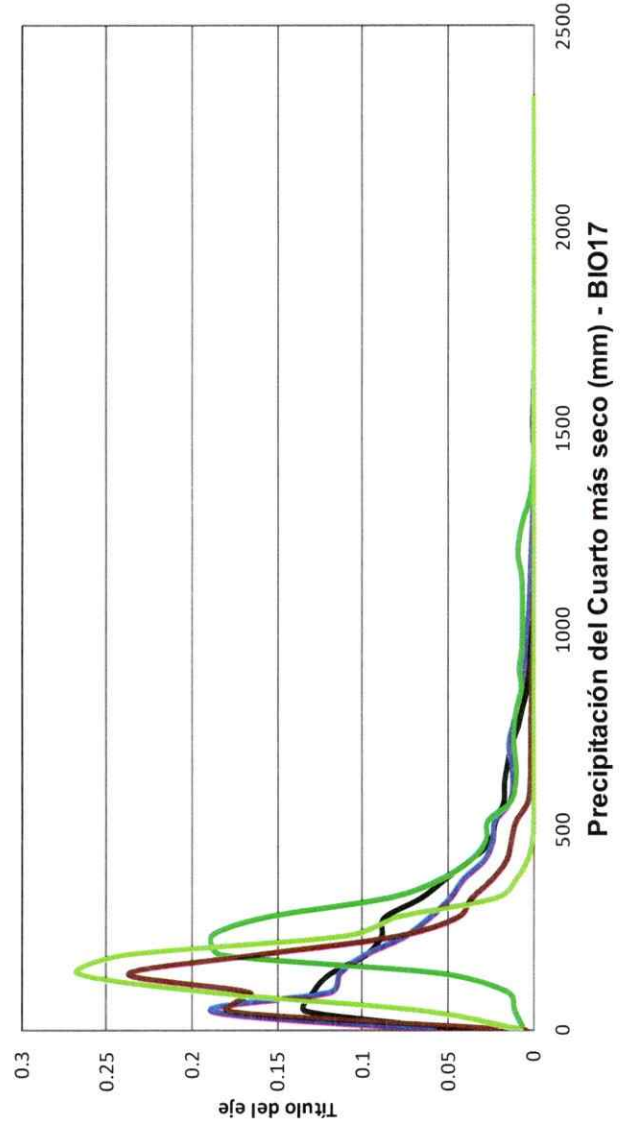


Precipitación del Cuarto más húmedo (mm) - BIO16

Predicción Ocupación del Nicho (PNO)

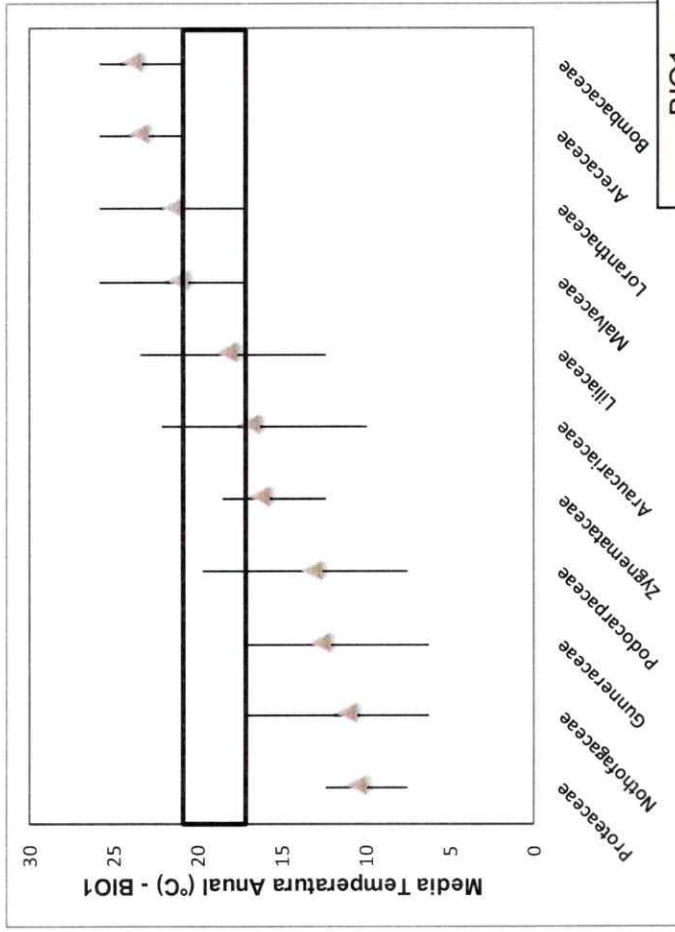


Predicción Ocupación del Nicho (PNO)

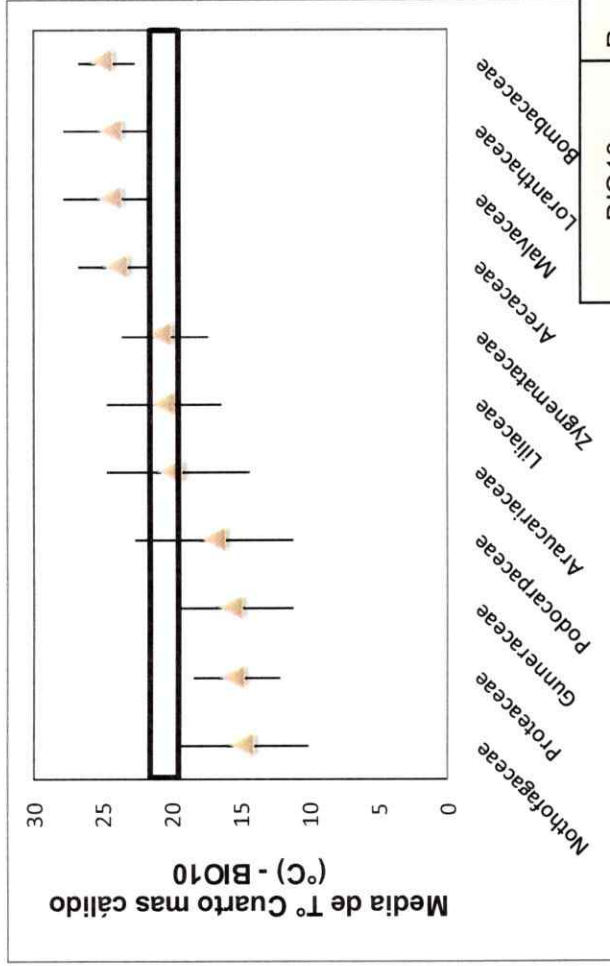


ANEXO 6.

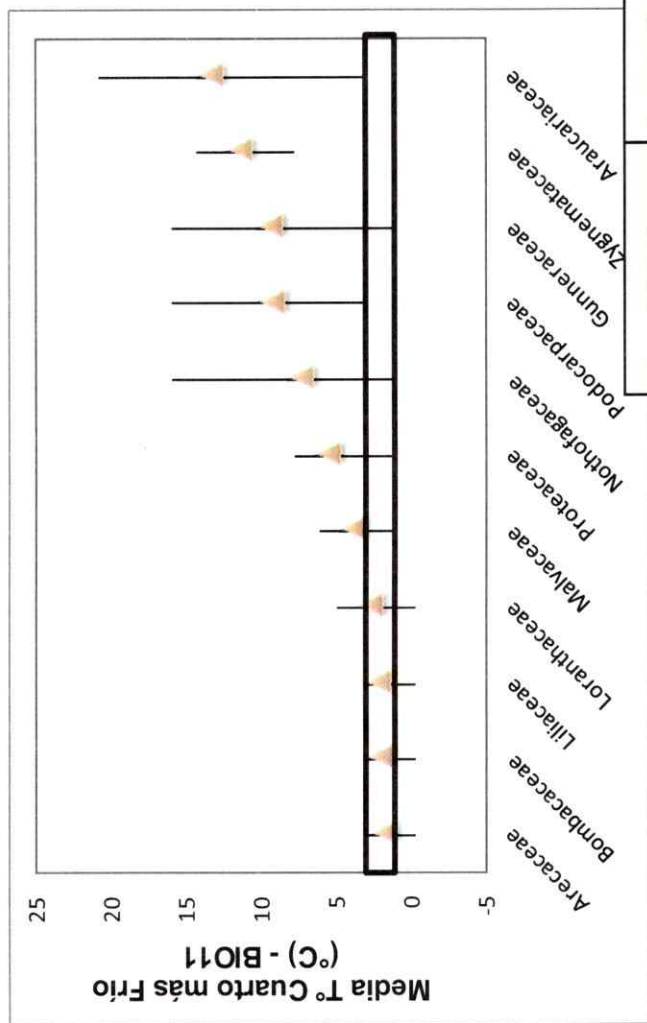
Intervalos de Coexistencia con respecto a las variables bioclimáticas BIO1, BIO10, BIO11, BIO12, BIO16 Y BIO17, de las familias: Arecaceae, Bombacaceae, Liliaceae, Loranthaceae, Malvaceae, Nothofagaceae y Araucariaceae, Gunneraceae, Podocarpaceae, Proteaceae, Zygnemataceae



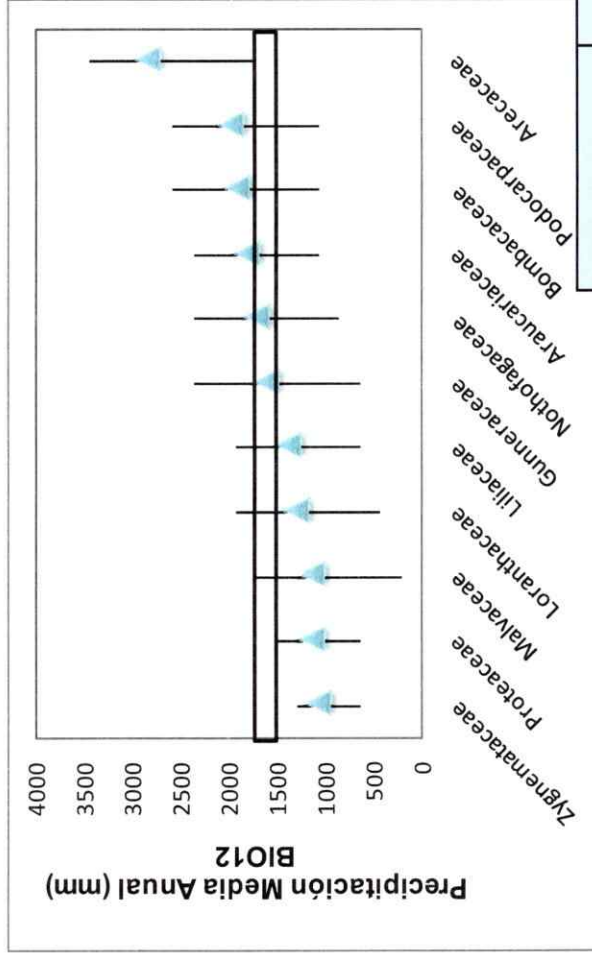
BIO1	Percentil 80	Percentil 20	Media T° Anual
Araucariaceae	22.2	10.0	17.0
Arecaceae	25.8	20.9	23.6
Bombacaceae	25.8	20.9	24.0
Gunneraceae	17.3	6.3	12.8
Liliaceae	23.4	12.4	18.4
Loranthaceae	25.8	17.3	21.6
Malvaceae	25.8	17.3	21.3
Nothofagaceae	17.3	6.3	11.3
Podocarpaceae	19.7	7.5	13.3
Proteaceae	12.4	7.5	10.7
Zygnemataceae	18.5	12.4	16.5



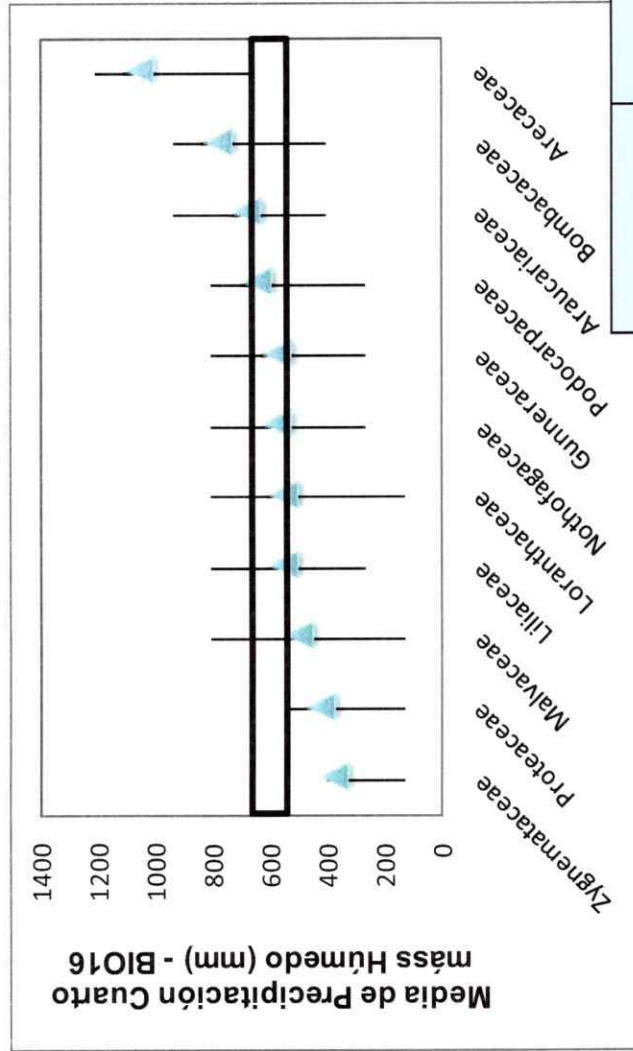
BIO10	Percentil 80	Percentil 20	Media T° Cuarto Mas Cálido
Araucariaceae	24.7	14.3	20.4
Arecaceae	26.8	21.6	24.2
Bombacaceae	26.8	22.6	25.3
Gunneraceae	19.5	11.2	16.0
Liliaceae	24.7	16.4	20.9
Loranthaceae	27.8	21.6	24.7
Malvaceae	27.8	21.6	24.7
Nothofagaceae	19.5	10.2	15.1
Podocarpaceae	22.6	11.2	17.1
Proteaceae	18.5	12.2	15.8
Zygnemataceae	23.7	17.4	21.1



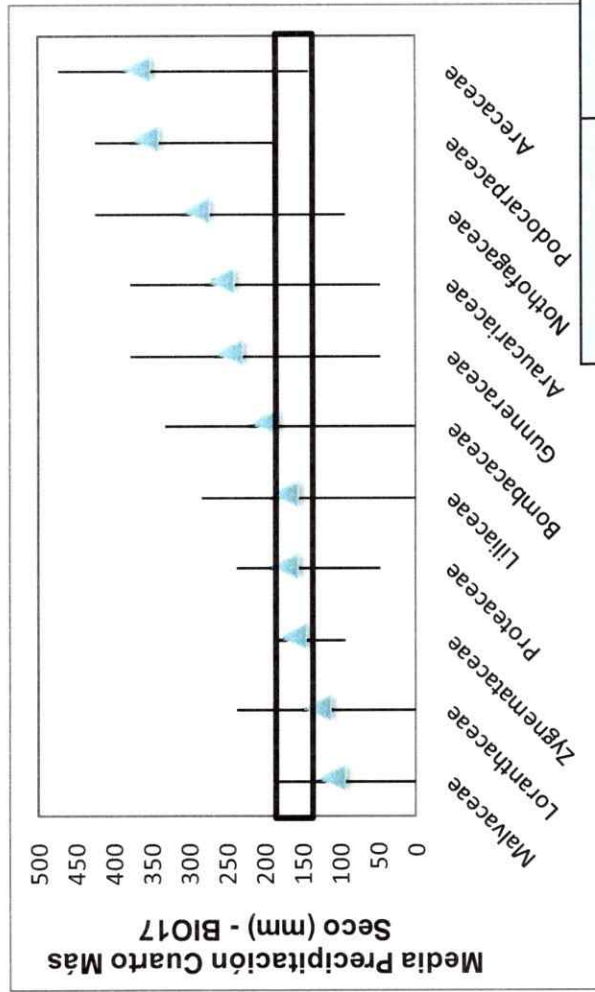
BIO11	Percentil 80	Percentil 20	Media T° Cuarto Mas Frio
Araucariaceae	20.8	2.9	13.5
Arecaceae	2.9	-0.3	2.0
Bombacaceae	2.9	-0.3	2.3
Gunneraceae	15.9	1.3	9.5
Liliaceae	2.9	-0.3	2.4
Loranthaceae	5.0	-0.3	2.9
Malvaceae	6.2	1.3	4.1
Nothofagaceae	15.9	1.3	7.5
Podocarpaceae	15.9	2.9	9.4
Proteaceae	7.8	1.3	5.6
Zygnemataceae	14.3	7.8	11.6



BIO12	Percentil 80	Percentil 20	Media Precipitación Anual
Araucariaceae	2374.4	1079.3	1839.6
Arecaceae	3453.7	1726.9	2873.3
Bombacaceae	2590.3	1079.3	1936.7
Gunneraceae	2374.4	647.6	1633.1
Liliaceae	1942.7	647.6	1420.5
Loranthaceae	1942.7	431.7	1323.6
Malvaceae	1726.9	215.9	1174.7
Nothofagaceae	2374.4	863.4	1736.5
Podocarpaceae	2590.3	1079.3	2007.5
Proteaceae	1511.0	647.6	1171.9
Zygnemataceae	1295.1	647.6	1099.2



BIO16	Percentil 80	Percentil 20	Media Precipitación Cuarto Más Húmedo
Araucariaceae	940.9	403.2	694.6
Arecaceae	1209.7	672.0	1063.5
Bombacaceae	940.9	403.2	790.3
Gunneraceae	806.4	268.8	587.4
Liliaceae	806.4	268.8	560.0
Loranthaceae	806.4	134.4	563.9
Malvaceae	806.4	134.4	509.1
Nothofagaceae	806.4	268.8	587.1
Podocarpaceae	806.4	268.8	655.1
Proteaceae	537.6	134.4	431.3
Zygnemataceae	403.2	134.4	390.0



BIO17	Percentil 80	Percentil 20	Media Precipitación Cuarto Más Seco
Araucariaceae	378.6	47.3	259.9
Arecaceae	473.3	142.0	370.9
Bombacaceae	331.3	0.0	202.9
Gunneraceae	378.6	47.3	249.6
Liliaceae	284.0	0.0	176.5
Loranthaceae	236.6	0.0	134.1
Malvaceae	189.3	0.0	114.4
Nothofagaceae	425.9	94.7	291.8
Podocarpaceae	425.9	189.3	360.7
Proteaceae	236.6	47.3	176.0
Zygnemataceae	189.3	94.7	166.9

ANEXO 7
Descripciones Sistemáticas

Esporas monolete

Género *Laevigatosporites* Ibrahim 1933

Especie tipo. *Laevigatosporites vulgaris* Ibrahim 1933

Laevigatosporites ovatus Willson y Webster 1946

Lámina 1. 1

Material estudiado. LMF020 H48 4; LMF021 G26 4

Dimensiones Diámetro ecuatorial máximo: 32–53 μm ; diámetro ecuatorial mínimo: 18–44 μm ; longitud del rayo: 34–12 μm . Exina: 0,5–1 μm

Distribución. Cuenca del Colorado (Mioceno), Formación Barranca Final, (Guler y col. 2001). Cuenca de Ñirihuau (Eoceno), Formación Huitrera (Melendi y col. 2003); (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho (Cornou y col. 2012); (Oligoceno temprano/Mioceno?) Formación Río Foyel. Cuenca del Golfo San Jorge (Daniano) formaciones Cerro Bororó y Salamanca (Archangelsky, 1973); (Oligoceno tardío/Mioceno), área sur del Golfo San Jorge (Barreda y Palamarczuk, 2000b); (Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda, 1996). Cuenca Austral (Maastrichtiano/Paleoceno), Formación Cerro Dorotea (Freile, 1972); (Eoceno), Formación Río Turbio (Archangelsky, 1972); Eoceno tardío/Oligoceno temprano?), Formación Slogget (Olivero y col. 1998); (Oligoceno tardío temprano), Formación Río Leona (Barreda y col. 2009); (Oligoceno), Formación San Julián (Barreda, 1997e), Nañez y col. 2009); (Oligoceno tardío/Mioceno temprano), pozo Aries x-1 (Palamarczuk y Barreda, 2000); (Mioceno temprano) Formación Cullen (Vergel y Durango de Cabrera, 1988, Zamaloa y Romero, 1990; Zamaloa, 2004). Chile (Eoceno), Formación Cheuquemó (Troncoso & Barrera, 1979); (Terciario), Cuenca de Arauco (Doubinger y Chotin, 1975). Antártida (Campaniano?/Maastrichtiano/Paleoceno), formaciones López de Bertodano y Sobral (Baldoni y Barreda, 1986); (Terciario), península Antártica (Mohr, 2001).

Afinidad botánica. Blechnaceae.

Género *Peromonolites* Erdtman 1947 ex Couper 1953

Especie tipo. *Polypodiisporites favus* Potonie 1931

Peromonolites vellosus Partridge en Stover & Partridge 1973

Lámina 1. 3

Material estudiado. LMF020 C47 4; M43

Dimensiones (1ejemplar medido). Largo: 38µm; alto: 25µm; largo de la lesura: 24µm. Espesor de la exina: 4µm.

Distribución. Cuenca de Ñirihau (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho (Cornou y col. 2012); (Oligoceno temprano/Mioceno?) Formación Río Foyel. Cuenca del Golfo San Jorge (Oligoceno tardío/Mioceno), área sur del Golfo San Jorge (Barreda y Palamarczuk 2000b); (Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda, 1996, Barreda, 1997a). Cuenca Austral (Eoceno), Formación Río Turbio (Archangelsky, 1972); (Eoceno tardío–Oligoceno temprano), Formación Slogget (Olivero y col. 1998); (Oligoceno tardío temprano), Formación Río Leona, (Barreda y col. 2009); (Oligoceno), Formación San Julián (Barreda, 1997e, Nañez y col. 2009); (Oligoceno tardío/Mioceno temprano), pozo Aries x-1 (Palamarczuk y Barreda, 2000). Antártida (Terciario), península Antártica (Mohr, 2001).

Afinidad botánica. Blechnaceae.

Esporas trilete

Género *Baculatisporites* Thomson y Pflug 1953

Especie tipo: *Baculatisporites primarius* (Wolff) Thompson y Pflug 1953

Baculatisporites comaumensis (Cookson 1953) Potonie 1956.

Lámina 1. 5

Material estudiado. LMF051 E30 2; LMF022 T32 1

Dimensiones Diámetro ecuatorial máximo: 38–65 µm, alto de las báculas: menor a 1 µm, espesor de la exina: 1 µm.

Distribución. Cuenca de Ñirihau (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho (Cornou y col. 2012); (Oligoceno temprano/Mioceno?) Formación Río Foyel. Cuenca Austral (Daniano) Formación Cerro Bororó (Volkheimer y col. 2007; Scafati y col. 2009); (Eoceno), Formación Río Turbio (Archangelsky, 1972); Formación San Julián–Sección Pelítica Basal (Náñez y col. 2009); (Mioceno temprano) Formación Cullen (Zamaloa y Romero, 1990; Zamaloa, 2004). Cordillera Fueguina: (Eoceno tardío/Oligoceno temprano?) Formación Sloggett (Olivero *et al.*, 1998); Estancia La Correntina (Rosello *et al.*, 2004). Chile: (Terciario) Cuenca de Concepción-Arauco (Doubinger y Chotin, 1975); Cuenca de Osorno-Llanquihue (Eoceno) Formación Cheuquemó (Troncoso & Barrera, 1979a, Troncoso & Barrera, 1979b).

Antártida:(Campaniano-Daniano) Formación López de Bertodano y (Paleoceno) Formación Sobral, (Baldoni y Barreda, 1986); (Terciario) Sitio ODP 113-696 (Mohr, 2001).

Afinidad botánica. Hymenophyllaceae (*Hymenophyllum*).

Baculatisporites turbioensis Archangelsky 1972

Lámina 1. 17

Material estudiado. LMF051 Q41/1-2

Dimensiones. Diámetro ecuatorial máximo: 38–52, μm ; alto de las báculas: 2–6 μm ; espesor de la exina: ~ 1 μm .

Distribución. Cuenca de Ñirihuau (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho (Cornou y col. 2012); (Oligoceno temprano/Mioceno?) Formación Río Foyel (Barreda y col. 2003). Cuenca del Golfo San Jorge (Daniano) formaciones Cerro Bororó y Salamanca (Archangelsky, 1973); (Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda, 1996, 1997a). Cuenca Austral (Eoceno), Formación Río Turbio (Archangelsky, 1972); (Eoceno tardío/Oligoceno temprano?), Formación Slogget (Olivero y col. 1998); (Oligoceno tardío temprano), Formación Río Leona (Barreda y col. 2009); (Oligoceno tardío), Formación San Julián (Barreda, 1997e); (Mioceno temprano) Formación Cullen (Vergel y Durango de Cabrera, 1988; Zamaloa y Romero, 1990; Zamaloa, 2004); Chile (Eoceno), Formación Cheuquemó (Troncoso & Barrera, 1979a, b). Antártida (Maastrichtiano/Paleoceno), Formación Sobral (Baldoni y Barreda, 1986). Islas Malvinas (Neógeno) Macphail y Cantrill (2006).

Afinidad botánica. Osmundaceae / Philesiaceae.

Género *Biretisporites* (Delcourt y Sprumont) Delcourt, Dettmann y Hughes 1963

Especie tipo. *Biretisporites potoniaei* Delcourt y Sprumont 1955

*Biretisporites crassilabratu*s Archangelsky 1972

Lámina 1. 7

Material estudiado. LMF024 T48 4

Dimensiones. Diámetro ecuatorial máximo: 34–45 μm , exina: 1–2 μm , altura de labios: 5 μm .

Distribución. Cuenca de Ñirihuau (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho (Cornou y col. 2012); (Oligoceno temprano/Mioceno?) Formación Río Foyel. Cuenca del

Golfo San Jorge (Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda, 1996, 1997a). Cuenca Austral (Maastrichtiano-Paleoceno) Formación Cerro Dorotea (Freile, 1972); (Eoceno), Formación Río Turbio (Archangelsky, 1972); (Oligoceno), Formación San Julián (Barreda, 1997e, Nañez y col. 2009); (Mioceno temprano) Formación Cullen (Zamaloa y Romero, 1990). Cordillera Fueguina (Eoceno tardío/Oligoceno temprano?), Formación Slogget (Olivero y col. 1998). Chile: Cuenca de Osorno-Llanquihue (Eoceno), Formación Cheuquemó (Troncoso & Barrera, 1979a, b); Cuenca de Magallanes (Eoceno tardío-Oligoceno) Formación Loreto (Fasola, 1969).

Afinidad botánica. Osmundaceae.

Género *Cingutriletes* Pierce, *emend.* Dettman 1963

Especie tipo. *Cingutriletes congruens* Pierce 1961 *emend.* Dettman 1963

Cingutriletes australis (Cookson) Archangelsky 1972

Lámina 1. 12

Material estudiado. LMF020 L18 4; LMF028 T5 4

Dimensiones. Diámetro ecuatorial máximo: 27–36 μm , ancho del cíngulo: 2 μm .

Distribución. Cuenca de Ñirihuau (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho (Cornou y col. 2012). Cuenca del Golfo San Jorge (Daniano) formaciones Cerro Bororó y Salamanca (Archangelsky, 1973), Formación Cerro Bororó (Volkheimer y col. 2007, Scafati y col. 2009); (Mioceno temprano); (Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda, 1996, 1997a); (Oligoceno tardío/Mioceno), área sur del Golfo San Jorge (Barreda y Palamarczuk, 2000b). Cuenca Austral (Eoceno), Formación Río Turbio (Archangelsky, 1972); (Oligoceno), Formación San Julián (Barreda, 1997e, Nañez y col. 2009); (Oligoceno tardío/Mioceno temprano), pozo Aries x-1 (Palamarczuk y Barreda, 2000); (Mioceno temprano) Formación Cullen (Zamaloa, 2004). Cordillera Fueguina (Eoceno tardío/Oligoceno temprano?), Formación Slogget (Olivero y col. 1998). Chile: Cuenca de Osorno-Llanquihue (Eoceno), Formación Cheuquemó (Troncoso & Barrera, 1979a, b). Antártida (Campaniano?–Maastrichtiano/Paleoceno), formaciones López de Bertodano y Sobral (Baldoni y Barreda, 1986).

Afinidad botánica. Sphagnaceae (*Sphagnum*).

Género *Cyatheacidites* Cookson 1947 ex Potonié 1956 emend. Dettman 1986

Especie Tipo. *Cyatheacidites annulatus* Cookson 1947 ex Potonié 1956

Cyatheacidites cf. *annulatus* Cookson 1947

Lámina 1. 15

Material estudiado. LMF024 J49 3; LMF022 C30 1

Dimensiones Diámetro ecuatorial máximo: 54(63,6)73 µm; cíngulo: 5–8 µm.

Distribución. Cuenca Neuquina (Límite Paleógeno-Neógeno) Formación Lileo (Leanza y col. 2002).

Cuenca de Ñirihuau (Eoceno medio/tardío) Formación Troncoso ; (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho (Cornou y col. 2012); (Oligoceno temprano/Mioceno?) Formación Río Foyel (Barreda y col. 2003). Cuenca del Golfo San Jorge (Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda, 1996, 1997a); (Oligoceno tardío/Mioceno) área sur del Golfo San Jorge (Barreda y Palamarczuk 2000b). Cuenca Austral (Eoceno), Formación Río Turbio (Archangelsky, 1972); Eoceno tardío/Oligoceno temprano?); (Oligoceno tardío temprano), Formación Río Leona (Barreda y col. 2009); (Oligoceno), Formación San Julián (Barreda, 1997e; Nañez y col. 2009); (Oligoceno tardío/Mioceno temprano), pozo Aries x-1 (Palamarczuk y Barreda, 2000); (Mioceno temprano) formaciones Monte León (Barreda y Palamarczuk, 2000a) y Cullen (Zamaloa, 2004). Cordillera Fueguina (Eoceno tardío/Oligoceno temprano?) Formación Sloggett (Olivero y col. 1998), Estancia La Correntina (Rosello y col. 2004). Chile: Cuenca de Osorno-Llanquihue (Eoceno), Formación Cheuquemó (Troncoso & Barrera, 1979a, b); (Paleógeno); Cuenca de Magallanes (Eoceno tardío) Formación Leña Dura (Cookson y Cranwell, 1967), (Eoceno tardío-Oligoceno) Formación Loreto (Fasola, 1969). Antártida (Maastrichtiano/Paleoceno), Formación Sobral (Baldoni y Barreda, 1986); (Terciario) Sitio ODP 113-696 (Mohr, 2001).

Afinidad botánica. Dicksoniaceae (*Lophosoria quadripinnata*).

Género *Dictyophyllidites* Couper 1958

Especie tipo. *Dictyophyllidites harrisii* Couper 1958

Dictyophyllidites pectinataeformis (Bolkhovitina) Dettman 1963

Lámina 2.19

Material estudiado. LMF054 K181; LMF052 N46 1; LMF028 H504

Dimensiones. Diámetro ecuatorial máximo: 31–53µm.

Distribución. Cuenca de Ñirihuau (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho . Mioceno de la Formación Chiquimil (Mautino y Anzotegui, 1998).

Afinidad botánica. Matoniaceae (*Matonia pectinata*) y Cyatheaceae (*Cyathea*) (en Mautino y Anzóthegui 1998).

Género *Leiotriletes* (Naumova) Potonié y Kemp 1954

Especie tipo. *Leiotriletes sphaerotriangulus* (Loose) Potonié y Kemp 1954

Leiotriletes regularis (Pflug) Krutzsch 1959

Lámina 2.25

Material estudiado. LMF051 E39 1

Dimensiones. Diámetro ecuatorial 31–33 µm.

Distribución. Cuenca de Ñirihuau (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho. Cuenca Austral (Eoceno), Formación Río Turbio (Archangelsky, 1972).

Afinidad botánica. Schizaeaceae / Matoniaceae?

Polen de Gimnospermas

En la terminología de las dimensiones de los granos de polen bisacados se sigue el criterio de Romero, 1977.

Género *Podocarpidites* Cookson 1947

Especie tipo. *P.ellipticus* Cookson 1947 ex Couper 1953)

Podocarpidites marwickii Couper 1953

Lámina 3.38

Material estudiado. LMF025 Q47 1; LMF025 V52 2.

Dimensiones Largo total: 36 (50,5) 69µm; largo del cuerpo: 17 (27,25) 41 µm; ancho del cuerpo: 24 (33,5) 43 µm; largo del saco: 11 (19) 25 µm; ancho del saco: 23 (33) 46 µm; distancia entre raíces distales de los sacos: 9–13 µm. Espesor de la pared 1–3µm.

Distribución. Cuenca del Colorado (Maastrichtiano?–Paleoceno), Formación Pedro Luro (Ruiz y Quattrocchio, 1997; Quattrocchio y Ruiz, 1999); (Mioceno), Formación Barranca Final, (Guler

y col. 2001). Cuenca de Ñirihuau (Eoceno), Formación Huitrera (Melendi y col. 2003); (Eoceno medio/tardío), Formación Troncoso ; (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho ; (Oligoceno temprano/Mioceno?) Formación Río Foyel (Barreda y col. 2003). Cuenca del Golfo San Jorge (Daniano) formaciones Cerro Bororó y Salamanca (Archangelsky y Romero, 1974); (Daniano) Formación Cerro Bororó (Volkheimer y col. 2007); (Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda, 1996; Barreda 1997b) (Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda, 1996, 1997b); (Oligoceno tardío/Mioceno), área sur del Golfo San Jorge (Barreda y Palamarczuk 2000b); (Oligoceno tardío/Mioceno) área sur del Golfo San Jorge (Barreda y Palamarczuk 2000b). Cuenca Austral (Maastrichtiano/Paleoceno), Formación Cerro Dorotea (Freile, 1972); (Eoceno), Formación Río Turbio (Archangelsky, 1974; Romero, 1977); (Oligoceno), Formación San Julián (Barreda, 1997e; Nañez y col. 2009); (Oligoceno tardío/Mioceno temprano), pozo Aries x-1 (Palamarczuk y Barreda, 2000); (Mioceno temprano) Formación Cullen (Vergel y Durango de Cabrera, 1988). Cordillera Fueguina (Eoceno tardío/Oligoceno temprano?) Formación Sloggett (Olivero y col. 1998); Estancia La Correntina (Rosello y col. 2004). Chile: **Cuenca**

de Osorno-Llanquihue (Eoceno) Formación Cheuquemó (Troncoso & Barrera 1980); (Eoceno tardío/Oligoceno temprano). Antártida (Paleoceno) Formación Sobral, (Baldoni y Barreda, 1986).

Afinidad botánica. Podocarpaceae.

Género: *Phyllocladidites* Cookson 1947

Especie tipo: *Phyllocladidites mawsonii* Cookson 1947 ex Couper 1953

Phyllocladidites mawsonii Cookson 1947

Lámina 3.37

Material estudiado. LMF032 S42 2 ; LMF026 N15 2

Dimensiones. Largo total: 22–32µm; alto total: 36 µm; largo del cuerpo: 16–25µm; alto del cuerpo: 29 µm; ancho del cuerpo: 15 (32)39µm; largo del saco: 7–10µm; ancho del saco: 13–20µm; alto lateral del saco: 10 µm. Espesor de la pared 1–2µm.

Distribución. Cuenca de Ñirihuau (Eoceno) Formación Huitrera (Melendi *et al* ., 2003); (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho ; (Oligoceno temprano/Mioceno?) Formación Río Foyel (Barreda y col. 2003). Cuenca del Golfo San Jorge

(Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda, 1996; Barreda 1997b); (Oligoceno tardío/Mioceno) área sur del Golfo San Jorge (Barreda y Palamarczuk 2000b). Cuenca Austral (Oligoceno tardío temprano) Formación Río Leona (Barreda y col. 2009); (Oligoceno) Formación San Julián-Sección Pelítica Basal (Náñez y col. 2009); (Oligoceno tardío/Mioceno temprano) Pozo Aries x-1 (Palamarczuk y Barreda, 2000); (Mioceno temprano) Formación Cullen (Zamaloa y Romero, 1990). Cordillera Fueguina (Eoceno tardío/Oligoceno temprano?) Formación Sloggett (Olivero y col. 1998); Estancia La Correntina (Rosello y col. 2004). Chile: Cuenca de Osorno-Llanquihue (Eoceno) Formación Cheuquemó (Troncoso & Barrera, 1979a, 1980); Cuenca de Magallanes (Eoceno tardío) Formación Leña Dura (Cookson y Cranwell, 1967); (Eoceno tardío-Oligoceno) Formación Loreto (Fasola, 1969). Antártida (Campaniano-Daniano) Formación López de Bertodano y (Paleoceno) Formación Sobral (Baldoni y Barreda, 1986).

Género *Microcachryidites* (Cookson) ex Couper 1953

Especie tipo. *Microcachryidites antarcticus* Cookson 1947

Microcachryidites antarcticus Cookson 1947 ex Couper 1953

Lámina 3.36

Material estudiado. LMF052 X36 1; LMF053 L21

Dimensiones Alto total: 22 µm; alto del cuerpo: 18µm; alto del saco: 10 µm; largo total: 34 µm; largo del cuerpo: 25 µm.

Distribución. Cuenca del Colorado (Maastrichtiano?-Paleoceno) Formación Pedro Luro (Ruiz y Quattrocchio, 1997b; Quattrocchio y Ruiz, 1999). Cuenca de Ñirihuau (Eoceno) Formación Huitrera (Melendi y col. 2003); (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho ; (Oligoceno temprano/Mioceno?) Formación Río Foyel . Cuenca del Golfo San Jorge (Daniano) Formación Cerro Bororó (Volkheimer y col. 2007); (Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda, 1996; Barreda 1997b); (Oligoceno tardío/Mioceno) área sur del Golfo San Jorge (Barreda y Palamarczuk 2000b). Cuenca Austral (Oligoceno) Formación San Julián-Sección Pelítica Basal (Náñez y col. 2009); (Oligoceno tardío/Mioceno temprano) Pozo Aries x-1 (Palamarczuk y Barreda, 2000). Antártida (Campaniano-Daniano) Formación López de Bertodano y (Paleoceno) Formación Sobral (Baldoni y Barreda, 1986).

Género *Araucariacites* Cookson 1947
Especie tipo. *Araucariacites australis* Cookson 1947
***Araucariacites australis* Cookson 1947**

Lámina 2.31

Material estudiado. LMF020 J201; LMF020 C37 3

Dimensiones Diámetro: 35–85 µm.

Distribución. Cuenca Neuquina (Límite Paleógeno-Neógeno) Formación Lileo (Leanza y col. 2002). Cuenca de Ñirihuau (Eoceno) Formación Huitrera (Melendi y col. 2003); (Eoceno medio/tardío) Formación Troncoso ; (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho ; (Oligoceno temprano/Mioceno?) Formación Río Foyel (Barreda y col. 2003). Cuenca del Golfo San Jorge (Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda, 1996, 1997b); (Oligoceno tardío/Mioceno) área sur del Golfo San Jorge (Barreda y Palamarczuk 2000b). Cuenca Austral (Oligoceno tardío temprano) Formación Río Leona (Barreda y col. 2009); (Oligoceno tardío) Formación San Julián-Sección Superior (Barreda, 1997e); (Oligoceno tardío/Mioceno temprano) Pozo Aries x-1 (Palamarczuk y Barreda, 2000); (Mioceno temprano) Formación Cullen (Zamaloa y Romero, 1990; Vergel y Durango de Cabrera, 1988). Cordillera Fueguina (Eoceno tardío/Oligoceno temprano?) Formación Sloggett (Olivero y col. 1998), Estancia La Correntina (Rosello y col. 2004). Chile: (Terciario) Cuenca de Concepción-Arauco (Doubinger y Chotin, 1975); Cuenca de Magallanes (Eoceno tardío-Oligoceno) Formación Loreto (Fasola, 1969). Islas Malvinas (Neógeno) Macphail y Cantrill (2006).

Afinidad botánica. Araucariaceae.

Género *Taxodiaceapollenites* Kremp 1949 ex Potonié 1958
Especie tipo. *Taxodiaceapollenites hiatus* Potonié ex Potonié 1958
***Taxodiaceapollenites (Inaperturopollenites) hiatus* (Potonié) Kremp 1949**

Lámina 3.41

Material estudiado. LMF032 S42 2; LMF032 D52 1; LMF032 F50 3

Dimensiones Diámetro: 40–60 µm; exina: 1 µm.

Distribución. Cuenca de Ñirihuau (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho ; (Oligoceno temprano/Mioceno?) Formación Río Foyel . Cuenca del Golfo San Jorge (Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda, 1996; 1997b).

Afinidad botánica. Cupressaceae?, Taxodiaceae?.

Polen monocarpado

Género *Arecipites* Whodehouse 1933 *emend.* Nichols y col. 1973

Especie tipo. *Arecipites punctatus* Whodehouse 1933 *ex* Potonié 1958

Arecipites minutiscabratus (Pocknall) McIntyre 1968.

Lámina 3.43

Material estudiado. LMF052 E51 3; LMF052 N39 3; LMF025 K15 2

Dimensiones Longitud del eje mayor: 25 µm; Longitud del eje menor: 19µm.

Distribución. Cuenca de Ñirihuau (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho . Cuenca del Golfo San Jorge (Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda, 1996; 1997b); (Oligoceno tardío/Mioceno) área sur del Golfo San Jorge (Barreda y Palamarczuk 2000b). Cuenca Austral (Oligoceno tardío/Mioceno temprano) Pozo Aries x-1 (Palamarczuk y Barreda, 2000); (Mioceno temprano) Formación Monte León (Barreda y Palamarczuk 2000a).

Afinidad botánica. Arecaceae.

Género *Liliacidites* Couper 1953

Especie tipo. *Liliacidites kaitangaensis* Couper 1953

Liliacidites variegatus Couper 1960

Lámina 4.56

Material estudiado. LMF028 K40; LMF028 J41 3

Dimensiones Longitud polar: 28 µm; Longitud ecuatorial: 20µm.

Distribución. Cuenca del Colorado (Ruiz y Quattrocchio, 1997b; Quattrocchio y Ruiz, 1999). Cuenca de Ñirihuau (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho . Cuenca del Golfo San Jorge, Paleoceno, formaciones Salamanca y Bororó (Archangelsky, 1973); (Daniano) Formación Cerro Bororó (Volkheimer y col. 2007; Scafati y col. 2009). Cuenca Austral (Maastrichtiano/Paleoceno) Formación Cerro Dorotea (Freile, 1972); (Oligoceno)

Formación San Julián (Barreda 1997e; Nández y col. 2009). Chile: Cuenca de Osorno-Llanquihue (Eoceno) Formación Cheuquemó (Troncoso & Barrera, 1979a; 1980).

Afinidad botánica. Liliaceae / Arecaceae.

Polen tricolpado

Género *Tricolpites* Cookson ex Couper 1953 *emend.* Potonié 1960

Especie tipo. *Tricolpites reticulatus* Cookson 1947

Tricolpites cf. reticulata Cookson 1947

Lámina 5.81

Material estudiado. LMF024 F24 3-4; LMF030 O43 2

Dimensiones Diámetro ecuatorial: 31 µm.

Distribución. Cuenca del Colorado (Neógeno) Pozo Cx-1 (Guler y col. 2001). Cuenca de Ñirihuau (Eoceno) Formación Huitrera (Melendí y col. 2003); Formación Salto del Macho . Cuenca del Golfo San Jorge (Daniano) Formación Cerro Bororó (Volkheimer y col. 2007); (Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda, 1996; Barreda 1997b); (Oligoceno tardío/Mioceno) área sur del Golfo San Jorge (Barreda y Palamarczuk 2000b). Cuenca Austral (Oligoceno tardío temprano) Formación Río Leona (Barreda y col. 2009); (Oligoceno tardío) Formación San Julián-Sección Superior (Barreda, 1997e); (Oligoceno tardío/Mioceno temprano) Pozo Aries x-1 (Palamarczuk y Barreda, 2000). Cordillera Fueguina (Eoceno tardío/Oligoceno temprano?) Formación Sloggett (Olivero y col. 1998). Islas Malvinas (Neógeno) Macphail y Cantrill (2006).

Afinidad botánica. Gunneraceae (*Gunnera*).

Polen policolpado

Género *Nothofagidites* Erdtman 1947 ex Potonié 1960

Especie tipo. *Nothofagidites flemingii* (Couper) Potonié 1960

GRUPO FUSCA

Lámina 4.65

Material estudiado. LMF020 W32 4; LMF051 O7 1

Dimensiones. Diámetro ecuatorial: 30–31 μm . Colpos: 6–7, profundidad: 2–2,5 μm , engrosamiento 2–2,5 μm . Exina 0,8 μm .

Distribución. . Cuenca de Ñirihuau (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho . Cuenca del Golfo San Jorge (Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda 1989, 1996, 1997c). Cuenca Austral (Eoceno), Formación Río Turbio (Romero, 1977); (Oligoceno tardío temprano) Formación Río Leona (Barreda y col. 2009); (Oligoceno) Formación San Julián (Barreda 1997e, Náñez y col. 2009); (Oligoceno tardío/Mioceno temprano), pozo Aries x-1 (Palamarczuk y Barreda, 2000); (Mioceno temprano) Formación Cullen (Zetter y col. 1999). Chile: Cuenca de Magallanes (Eoceno tardío-Oligoceno) Formación Loreto (Fasola, 1969).

Afinidad botánica. Nothofagaceae (*Nothofagus betuloides*).

GRUPO BRASSII

Nothofugidites acromegacanthus Menéndez y Caccavari 1975

Lámina 4.62

Material estudiado. LMF021 R39 3; LMF052 R13 3; LMF024 D45; LMF024 Q35

Dimensiones. Diámetro ecuatorial: 27 μm . Colpos: (6), profundidad: 2 μm . Exina (0,7 μm). Relación I/E (profundidad del colpo / diam. ecuatorial) 0,07.

Distribución. Cuenca de Ñirihuau (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho ; (Oligoceno temprano/Mioceno?) Formación Río Foyel (Barreda y col. 2003). Cuenca del Golfo San Jorge (Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda, 1989, 1996, 1997c); (Oligoceno tardío/Mioceno) área sur del Golfo San Jorge (Barreda y Palamarczuk 2000b). Cuenca Austral (Eoceno), Formación Río Turbio (Archangelsky y Romero, 1974a; Romero, 1977); (Oligoceno tardío temprano) Formación Río Leona (Barreda y col. 2009); (Oligoceno tardío/Mioceno temprano); (Oligoceno tardío) Formación San Julián-Sección Superior (Barreda, 1997e); Pozo Aries x-1 (Palamarczuk y Barreda, 2000). Cordillera Fueguina (Eoceno tardío/Oligoceno temprano?) Formación Sloggett (Olivero y col. 1998). Chile: Cuenca de Osorno-Llanquihue (Eoceno) Formación Cheuquemó (Troncoso & Barrera, 1980). Antártida (Campaniano-Daniano) Formación López de Bertodano y (Paleoceno) Formación Sobral (Baldoni y Barreda, 1986).

Afinidad botánica. Nothofagaceae. En América del Sur no se han citado especies de *Nothofagus* que produzcan polen de tipo *brassi*. *N. alessandri* es la especie más parecida por

tener escaso engrosamiento en el colpo y espinas fuertes. Pero si ello es realmente significativo debe ser determinado mediante el estudio comparado con otras especies actuales que produzcan polen de tipo *brassi* (Romero, 1977).

Nothofagidites dorotensis Romero 1973

Lámina 4.61

Material estudiado. LMF024 W23 4; LMF020 G43 1-2; LMF052 G11.

Dimensiones. Diámetro ecuatorial: 25–27 μm . Colpos: 5–7, profundidad: 2–5 μm . Exina (1 μm). Relación I/E (profundidad del colpo / diam. ecuatorial) 0,07–0,19.

Distribución. Cuenca del Colorado (Neógeno) Pozo Cx-1 (Guler y col. 2001). Cuenca de Ñirihuau (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho ; (Oligoceno temprano/Mioceno?) Formación Río Foyel (Barreda y col. 2003). Cuenca del Golfo San Jorge (Daniano) Formación Cerro Bororó (Volkheimer y col. 2007); (Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda, 1989; 1996; Barreda 1997c). Cuenca Austral (Maastrichtiano/Paleoceno) Formación Cerro Dorotea (Romero, 1973); (Eoceno), Formación Río Turbio (Romero, 1977); (Eoceno tardío/Oligoceno temprano?); (Oligoceno tardío temprano) Formación Río Leona (Barreda y col. 2009); (Oligoceno) Formación San Julián (Barreda, 1997e; Nández y col. 2009); (Oligoceno tardío/Mioceno temprano) Pozo Aries x-1 (Palamarczuk y Barreda, 2000). Cordillera Fueguina (Eoceno tardío/Oligoceno temprano?) Formación Sloggett (Olivero y col. 1998); Estancia La Correntina (Rosello y col. 2004). Chile: Cuenca de Osorno-Llanquihue (Eoceno) Formación Cheuquemó (Troncoso & Barrera, 1980).

Afinidad botánica. Nothofagaceae.

Polen tricolporado

Género *Bombacacidites* Couper 1960, *emend.* Krutzsch 1970

Especie tipo. *Bombacacidites bombaxoides* Couper 1960

Bombacacidites sp.

Lámina 3.45

Material estudiado. LMF025 H18 2-4; LMF020 U41

Descripción. Grano de polen tricolporado, radiosimétrico, isopolar, de contorno triangular y lados convexos. Colpos poco profundos (5 µm) y con engrosamiento de 2 µm de ancho. Exina semitectada, de espesor <1µm con esculturación reticulada.

Reticulo de lúmenes subcirculares de 1 µm de diámetro en los polos, disminuyendo a 0,5 µm en los meso ápices, en una de las vistas la cara proximal del grano. En la la otra, el reticulo es homogéneo con lúmenes de 0,5 µm de diámetro, en toda la superficie.

Dimensiones. (1 ejemplar medido) Diámetro ecuatorial máximo: 34 µm.

Afinidad botánica. Bombacaceae.

Género *Favitricolporites* Sah 1967

Especie tipo. *Favitricolporites aminens* Sah 1967

Favitricolporites cf. australis Archangelsky 1973

Lámina 3.52

Material estudiado. LMF023 G7 2

Dimensiones Diámetro polar: 26 µm; diámetro ecuatorial: 21 µm.

Distribución. Cuenca de Ñirihuau (Eoceno) Formación Huitrera (Melendi y col. 2003); (Eoceno tardío/Oligoceno temprano), Formación Salto del Macho . Cuenca del Golfo San Jorge (Daniano) formaciones Cerro Bororó y Salamanca (Archangelsky, 1973).

Género *Rhoipites* Whodehouse 1933

Especie tipo. *Rhoipites bradleyi* Whodehouse 1933

Rhoipites cf. baculatus Archangelsky 1973

Lámina 5.77

Material estudiado. LMF052 W9 4; LMF053 H39 2

Dimensiones Diámetro polar: 21 (25) 30 µm; Diámetro ecuatorial: 16 (19,5) 29 µm.

Distribución. Cuenca del Colorado (Maastrichtiano?/Paleoceno), Formación Pedro Luro (Ruiz y Quattrocchio, 1997b; Quattrocchio y Ruiz, 1999). Cuenca de Ñirihuau (Eoceno) Formación Huitrera (Melendi y col. 2003); (Eoceno tardío/Oligoceno temprano) Formación Salto del Macho . Cuenca del Golfo San Jorge (Daniano) formaciones Cerro Bororo y Salamanca (Archangelsky, 1973); (Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda, 1996, 1997c);

(Oligoceno tardío/Mioceno) área sur del Golfo San Jorge (Barreda y Palamarczuk 2000b). Cuenca Austral (Maastrichtiano/Paleoceno), Formación Cerro Dorotea (Freile, 1972); (Oligoceno) Formación San Julián (Barreda, 1997e; Nández y col. 2009); (Oligoceno tardío/Mioceno temprano) Pozo Aries x-1 (Palamarczuk y Barreda, 2000); (Mioceno temprano) Formación Cullen (Vergel y Durango de Cabrera, 1988). Antártida (Paleoceno) Formación Sobral (Baldoni y Barreda, 1986).

Afinidad botánica. Mimosaceae.

Género *Striatricolporites* Van der Hammen 1956 *ex*

Leidelmeyer 1966

Especie tipo. *Striatricolporites pimulis* Leidelmeyer 1966

Striatricolporites gamerroi Archangelsky 1973

Lámina 5.80

Material estudiado. LMF051 U32

Dimensiones. Diámetro polar: 27 (31) 35 μm ; diámetro ecuatorial: 19 (20) 22 μm .

Distribución. Cuenca del Colorado (Ruiz y Quattrocchio, 1997b; Quattrocchio y Ruiz, 1999); (Neógeno) Pozo Cx-1 (Guler y col. 2001). Cuenca de Ñirihuau (Eoceno) Formación Huitrera (Melendí y col. 2003); (Eoceno tardío/Oligoceno temprano) Formación Salto del Macho . Cuenca del Golfo San Jorge (Daniano) formaciones Cerro Bororo y Salamanca (Archangelsky, 1973); (Mioceno temprano) Formación Chenque (Barreda, 1996, 1997c); (Oligoceno tardío/Mioceno) área sur del Golfo San Jorge (Barreda y Palamarczuk 2000b); (Mioceno) Formación Puerto Madryn (Palazzesi y Barreda, 2004). Cuenca Austral (Eoceno), Formación Río Turbio (Romero y Castro, 1986); (Oligoceno tardío) Formación San Julián-Sección Superior (Barreda, 1997e); (Oligoceno tardío/Mioceno temprano) Pozo Aries x-1 (Palamarczuk y Barreda, 2000).

Afinidad botánica. Anacardiaceae.

Polen triporado

Proteacidites cf. retiformis Cookson 1950

Lámina 4.67

Material estudiado. LMF054 J45 2; LMF054 W11 2

Dimensiones (1 ejemplar medido). Diámetro ecuatorial: 26 μm .

Distribución. Cuenca del Colorado (Maastrichtiano?/Paleoceno), Formación Pedro Luro (Ruiz y Quattrocchio, 1997b). Cuenca de Ñirihuau (Eoceno medio/tardío) Formación Troncoso; (Oligoceno temprano/Mioceno?) Formación Río Foyel.

Afinidad botánica. Proteaceae.

Género *Proteacidites* Cookson ex Couper 1953 *emend.* Martin y Harris 1975

Especie tipo. *Proteacidites adenanthoides* Cookson 1950

Proteacidites subscabratus Couper 1960

Lámina 4.68

Material estudiado. LMF051 F12 1; LMF021 E49 2

Dimensiones (1 ejemplar medido). Diámetro ecuatorial: 22 μm .

Distribución. Cuenca del Colorado (Maastrichtiano?/Paleoceno), Formación Pedro Luro (Ruiz y Quattrocchio, 1997b; Quattrocchio y Ruiz, 1999). Cuenca de Ñirihuau (Eoceno medio/tardío), Formación Troncoso ; (Oligoceno temprano/Mioceno?) Formación Río Foyel . Antártida (Paleoceno) Formación Sobral (Baldoni y Barreda, 1986).

Afinidad botánica. Proteaceae.

Tetradas

Género *Ericipites* Whodehouse 1933

Especie tipo. *Ericipites longisulcatus* (Whodehouse) Potonié 1960

Ericipites sp. 1

Lámina 3.51

Material estudiado. LMF027 O42 4; LMF027 S18 2-4; LMF028 O49 1; LMF028 V18 4

Dimensiones Diámetro de la tetráda 27 μm ; diámetro ecuatorial del grano individual 19 μm . Exina 2 μm .

Distribución Formación Ligorio Márquez

Afinidad botánica. Ericaceae / Empetraceae