

TESIS DOCTORAL

Taxonomía y paleoecología de ostrácodos y foraminíferos del valle de Santa María (Mioceno Medio-Tardío), provincias de Catamarca, Tucumán y Salta, Argentina

Verónica Elizabet Espíndola



Universidad Nacional del Nordeste



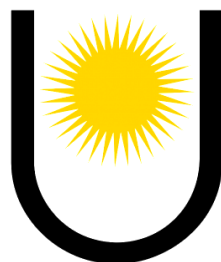
FACENA

SIP

SECRETARÍA DE
INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NOROESTE

Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura



**Taxonomía y paleoecología de
ostrácodos y foraminíferos del valle
de Santa María (Mioceno Medio-
Tardío), provincias de Catamarca,
Tucumán y Salta, Argentina**

**Tesis para optar al Título de Doctor de la UNNE en
Biología**

Lic. Verónica Elizabet Espíndola

Director: Dr. Rafael Herbst[†]
Codirectora: Dra. L. Susana Morton
Subdirectora: Dra. Analía Díaz

Corrientes, 2019

Lo que vemos cambia lo que sabemos.

Lo que conocemos cambia lo que vemos.

Jean Piaget

INDICE

	Página
Índice de Figuras, Tablas, Láminas y Cuadros.....	i
Dedicatoria.....	viii
Agradecimientos.....	ix
Resumen.....	xii
<i>Abstract</i>	xiii

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
---------------------------------	---

CAPÍTULO II. ANTECEDENTES	
Geomorfología y tectónica.....	6
Antecedentes geológicos.....	8
Antecedentes micropaleontológicos.....	19
Foraminíferos.....	20
Ostrácodos.....	23

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	
Materiales y métodos.....	29
Área de trabajo.....	30
Análisis de las muestras.....	33
Análisis cualitativo y cuantitativo.....	36

CAPÍTULO IV. MARCO GEOLÓGICO Y ÁREA DE ESTUDIO	
Geología.....	42

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS, TABLAS, LÁMINAS y GRÁFICOS

<u>CAPÍTULO II. ANTECEDENTES</u>	Pág.
CUADROS	
Cuadro 1: Cuadro estratigráfico propuesto por Frenguelli en 1936. (Tomado y modificado de Frenguelli, 1936).....	11
Cuadro 2: Sucesiones sedimentarias Mesozoicas y Terciarias. (Tomado y modificado de Galván y Ruiz Huidobro, 1965).	14
Cuadro 3: Cuadro estratigráfico de varios autores. (Tomado y modificado de Morton, 2004).	16
Cuadro 4: Cuadro cronoestratigráfico comparativo de distintas regiones de la cuenca de Santa María-Hualfín (Tomado de Bossi y Muruaga, 2009).	18
TABLAS	
Tabla 1: Listado de foraminíferos del Mioceno de las Formaciones San José y Chiquimil.	21-22
Tabla 2: Listado de ostrácodos del Mioceno de las Formaciones San José y Chiquimil.	26-28
<u>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS</u>	
CUADROS	
Cuadro 5: Procedencia estratigráfica y geográfica del material de estudio.	
*Perfiles estratigráficos presentados en esta tesis.	32

LÁMINAS

Lámina 1: Herramientas utilizadas en el trabajo de campo. Algunos integrantes del equipo de trabajo.	40
Lámina 2: Materiales utilizados en el trabajo de laboratorio. A: Método del agua oxigenada. B: Plancha termostática. C: Shake. D-E: Tamices. F-G: Pinceles y portamicrofósiles. H-J: Lupa estereoscópica, portamicrofósiles, <i>picking</i>	41

CAPÍTULO IV. MARCO GEOLÓGICO Y ÁREA DE ESTUDIO

CUADROS

Cuadro 6: Ubicación geográfica y estratigráfica de los perfiles realizados en esta tesis.	65
Cuadro 7: Perfiles estratigráficos analizados y esquematizados en esta tesis.....	66

FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación del área de estudio.	47
Figura 2: Ubicación y mapa geológico del valle de Santa María (modificado de Ibañez, 2001) (Tomado de Georgieff <i>et al.</i> , 2014).....	48
Figura 3: Columna simplificada de la sedimentación del Mioceno Medio y Superior en el valle de Santa María (provincia de Tucumán). *1 Spagnuolo <i>et al.</i> , 2010; *2 este trabajo; *3 Latorre <i>et al.</i> , 1997 (Tomado de Georgieff <i>et al.</i> , en Moyano <i>et al.</i> , 2014).....	49
Figura 4: Distribución de las Formaciones San José y Chiquimil en el valle de Santa María (Tomado de Anzótegui, 2005).	50
Figura 5: Mapa-bosquejo geológico-estratigráfico de los afloramientos de la Formación San José, en el valle de Santa María, Catamarca y Tucumán (Tomado y modificado de Morton, 2004).	56

Figura 6: Mapa-bosquejo geológico-estratigráfico de los afloramientos de la Formación Chiquimil, en el valle de Santa María Catamarca y Tucumán (Tomado de Morton, 2004).	64
Figura 7: Mapa de ubicación de las localidades muestreadas. Formaciones San José y Chiquimil. Elaboración propia. Fuente: Morton y Herbst (2003).....	67
Figura 8: Ubicación de los perfiles realizados en esta tesis (Para referencias de los perfiles ver Cuadro 6).	68
Figura 9: Perfiles estratigráficos. Perfil I: Loc. Río Seco, Fm. San José. . Perfil II: Loc. Río Salina, Fm. Chiquimil. Perfil III: Loc. Tiopunco, Fm. San José. Perfil IV: Loc. Campo de Aviación, Fm. San José. Perfil V: Camino entre Colalao del valle y Yasyamayo, Fm. San José. Perfil VI: Tiopunco, Fm. Chiquimil.	69

LÁMINAS

Lámina 3: Afloramientos de la Formación San José en Río Seco (Catamarca) (Fuente propia).	70
Lámina 4: Afloramientos de la Formación San Chiquimil en Río Salinas (Tucumán) (Fuente propia).	71
Lámina 5: Afloramientos de la Formación San José en Tiopunco (Tucumán) (Fuente propia).	72
Lámina 6: Afloramientos de la Formación San José en Campo de Aviación 3 (Tucumán) (Fuente propia).	73
Lámina 7: Afloramientos de la Formación San José en el Camino nuevo entre Colalao del Valle y Yasyamayo (Tucumán) (Fuente propia).....	74
Lámina 8: Afloramientos de la Formación Chiquimil en Tiopunco (Tucumán) (Fuente propia).	75

CAPÍTULO V. CARACTERÍSTICAS DE OSTRÁCODOS Y

FORAMINÍFEROS

FIGURAS

Figura 10: Esquemas de la morfología interna en Podocopida. A. valva derecha de <i>Loxoconcha paranensis</i> (Cytheroidea). B. valva derecha de <i>Sclerocypris exserta</i> (Cypridoidea) (Tomado de Laprida y Ballent, en Camacho, 2007).....	79
Figura 11: Morfología externa de <i>Cypridopsis vidua</i> (Podocopida, Cypridoidea). Vista lateral (Modificado de Van Morkhoven, 1959).	80
Figura 12: Representantes de los órdenes de Ostracoda. Esquemas del aspecto general de los caparazones indicando su orientación y detalle de las impresiones musculares (Tomado de Laprida y Ballent, en Camacho, 2007).	82
Figura 13: Morfología básica de un foraminífero.	87
Figura 14: Parámetros utilizados en el análisis biométrico de foraminíferos (Tomado y modificado de Arenillas <i>et al.</i> , 2007).....	88

CAPÍTULO VI. RESULTADOS

CUADROS

Cuadro 8: Distribución de la microfauna en las diferentes muestras fértiles del Perfil 1.....	93
Cuadro 9: Distribución de la microfauna en las diferentes muestras fértiles del Perfil 2.	96
Cuadro 10: Distribución de la microfauna en las diferentes muestras fértiles del Perfil 3.	99

Cuadro 11: Distribución de la microfauna en las diferentes muestras fértiles del Perfil 4.	102
Cuadro 12: Distribución de la microfauna en las diferentes muestras fértiles del Perfil 5.	105-106
Cuadro 13: Distribución de la microfauna en las diferentes muestras fértiles del Perfil 6.	108
Cuadro 14: Foraminíferos: valores absolutos de los taxones hallados.....	146
Cuadro 15: Ostrácodos: valores absolutos de los taxones hallados.	149-153

FIGURAS

Figura 15: Perfil 1. Localidad: Río Seco. Formación San José.	94
Figura 16: Perfil 2. Localidad Río Salinas. Formación Chiquimil.....	97
Figura 17: Perfil 3. Localidad: Tiopunco. Formación San José.	100
Figura 18: Perfil 4. Localidad: Campo de Aviación 3. Formación San José.	103
Figura 19: Perfil 5. Localidad: Camino nuevo entre Colalao del valle y Yasyamayo. Formación San José.	107
Figura 20: Perfil 6. Localidad: Tiopunco. Formación Chiquimil.	109
Figura 21: Muestras extraídas de los afloramientos de las Formaciones San José y Chiquimil. Valores expresados en porcentajes.	144
Figura 22: Abundancia absoluta de ostrácodos y foraminíferos recuperados de las muestras analizadas.	145

LÁMINAS

Lámina 9: **A-C:** *Darwinula stevensoni* Brady y Robertson, 1870. **D-E:** *Darwinula* sp. **F-G:** *Alicenula* sp. aff. *A. serricaudata* (Klie, 1935). **H-I:** *Penthesilenula incaae* (Delachaux 1928). **J-K:** *Penthesilenula brasiliensis* (Pinto y Kotzian 1961).

L: <i>Microdarwinula</i> sp. M-N: <i>Vestalenula danielopoli</i> (Martens, Rossetti y Fuhrmann, 1977). O: <i>Nonion demens</i> forma <i>santamariana</i> Zabert, 1982. P-Q: <i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926). R: <i>Ammonia parkinsoniana</i> (d'Orbigny, 1839).	140-141
---	---------

Lámina 10: A-C: <i>Ilyocypris bradyi</i> Sars, 1890. B: Detalle de la superficie de la valva. C: Detalle del sulco. D: <i>Eucypris</i> sp. E: ? <i>Physocypris</i> sp. Vávra, 1897. F: <i>Heterocypris incongruens</i> (Ramdohr, 1808). G: <i>Heterocypris</i> sp. H: <i>Cypridopsis</i> sp. I: <i>Limnocythere</i> aff. <i>L. reticulata</i> Sharpe, 1897. J: <i>Limnocythere</i> sp. 1. K: <i>Limnocythere</i> sp. 2. L: <i>Cyprideis torosa</i> (Jones, 1850). M-N: <i>Cyprideis</i> aff. <i>C. salebrosa hartmanni</i> (d'Orbigny, 1839). M: Valva derecha, vista lateral externa. N: Detalle de la impresión muscular.....	142-143
---	---------

GRÁFICOS

Gráfico 1: Abundancia absoluta y diversidad de foraminíferos y ostrácodos recuperados.....	147
Gráfico 2: Abundancia de las especies de foraminíferos hallados.....	148
Gráfico 3: Distribución y abundancia de los foraminíferos en los perfiles estratigráficos.	148
Gráfico 4: Abundancia de ejemplares de ostrácodos identificados.....	154
Gráfico 5: Distribución y abundancia de los ostrácodos en los perfiles estratigráficos.	154
Gráfico 6: Distribución y abundancia de taxones de ostrácodos, discriminados por perfiles analizados. Se desestiman aquellos que fueron hallados en uno o en dos perfiles.....	155

Gráfico 7: Diversidad y abundancia de especies de los perfiles estratigráficos del área de estudio. Pueden apreciarse las asociaciones ostracodológicas en cada uno de ellos.	156
Gráfico 8: Diversidad y abundancia de especies. A: Perfil 1; B: Perfil 2.....	157
Gráfico 9: Diversidad y abundancia de especies. C: Perfil 3; D: Perfil 4.....	158
Gráfico 10: Diversidad y abundancia de especies. E: Perfil 5; F: Perfil 6.....	159
Gráfico 11: Agrupamiento derivado de los resultados del análisis de similitud de Bray-Curtis (considerando la abundancia de especies por perfil estratigráfico) entre los diferentes perfiles realizados en el área de estudio.....	160
Gráfico 12: diagrama de flujo que describe los procesos de fosilización (Tomado y modificado de Fursich, 1990).....	172
Gráfico 13: Representación de la relación numérica entre valvas y caparazones de ostrácodos. Se consideran todas las especies halladas.....	175

Características generales de las formaciones estudiadas

Formación San José

Geología.....	51
Edad.....	53
Paleontología.....	53
Localidades fosilíferas.....	57

Formación Chiquimil

Geología.....	59
Edad.....	61
Paleontología.....	61
Localidades fosilíferas.....	63

CAPÍTULO V. CARACTERÍSTICAS DE OSTRÁCODOS Y FORAMINÍFEROS

Características de ostrácodos y foraminíferos.....	76
Ostrácodos.....	77
Foraminíferos.....	85

CAPÍTULO VI. RESULTADOS

Estratigrafía.....	91
Paleontología Sistemática.....	110
Foraminíferos.....	112
Ostrácodos.....	118
Análisis Cuantitativos.....	144
Consideraciones ecológicas y paleoecológicas.....	163
Consideraciones tafonómicas.....	171

CAPÍTULO VII. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión.....	176
Conclusiones.....	190

CAPÍTULO VIII. BIBLIOGRAFÍA..... 194

A Alicia Denis,

más cerca que lejos...en un allá que es siempre aquí.

RESUMEN

En la presente tesis se realiza el **primer análisis micropaleontológico integral** de ostrácodos y foraminíferos fósiles procedentes de las Formaciones San José (Mioceno Medio) y Chiquimil (Mioceno Superior) del Grupo Santa María, ubicado en el valle homónimo, aflorante en las provincias de Salta, Catamarca y Tucumán, Argentina.

Debido a su sensibilidad a los cambios del medio en que viven, los ostrácodos y los foraminíferos son muy útiles para la reconstrucción de las condiciones ecológicas de épocas pasadas.

Los sedimentos fueron procesados siguiendo las técnicas convencionales de disgregado químico, mecánico y limpieza. Se realizó *picking* bajo lupa binocular, posteriormente el material fue fotografiado con MEB. Se procedió a la identificación taxonómica, se realizaron observaciones tafonómicas e inferencias paleoecológicas. Las formas más frecuentes de conservación fueron los moldes sedimentarios, predominando los elementos autóctonos y resedimentados. Todas las muestras se encuentran depositadas en la Colección Paleontológica “Dr. R. Herbst” de la UNNE, bajo el acrónimo CTES-PMP.

Se levantaron seis perfiles estratigráficos parciales: cuatro en la Formación San José y dos en la Formación Chiquimil. Se identificaron 18 taxones de ostrácodos y tres especies de foraminíferos. Se reconocieron asociaciones exclusivas de ostrácodos no marinos en cada uno de los perfiles sedimentológicos. Sin embargo, se observó una evidente similitud entre elementos de las asociaciones de ostrácodos de las Formaciones San José y Chiquimil.

Se postula que ambas Formaciones fueron depositadas bajo un régimen límnico dulceacuícola, con escasa o nula influencia marina, asimilables a lagunas con salinidad variable, prevaleciendo las condiciones de baja energía y de poca profundidad.

ABSTRACT

The research in this thesis corresponds to the first micropalaeontological comprehensive analysis of ostracodes and foraminifera from the San José (Middle Miocene) and Chiquimil (Upper Miocene) Formations of the Santa María Group. These formations outcrop in the Santa María valley (Salta, Catamarca and Tucumán provinces, Argentina).

The ostracodes and foraminifera are useful to reconstruct of the ecological conditions in the past. It is due because they are sensitive to environmental changes. The sediments were processed following the conventional techniques of chemical and mechanical disintegration, and cleaning. The fossils were picking under binocular magnifying glass. The specimens were photographed with SEM. Taxonomic identifications, taphonomic observations and paleoecological inferences were done. The most common conservation type is the moulds, predominating autochthonous and re-sedimented elements. The fossils are housed in the Paleontological Collection “Dr. R. Herbst” (UNNE), under the acronyms CTES-PMP.

Six partial sedimentological profiles were described: four in the San José Formation and two in the Chiquimil Formation. 18 taxa of ostracods and three species of foraminifera were identified. Six distinctive associations of non-marine ostracods were recognized, each one corresponding to single sedimentological profile. However, a marked similarity was observed in the ostracod associations between the San José and Chiquimil Formations.

This research argues that San José and Chiquimil Formations correspond to freshwater environments, similar to shallow lagoons of salinity variable, with minor or no marine influence, and deposited under a low-energy regime.

AGRADECIMIENTOS

Gracias:

A las instituciones (directores, investigadores, becarios y personal de apoyo) que favorecieron la elaboración de la presente Tesis:

- Universidad Nacional del Nordeste.

- Secretaría General de Ciencia y Técnica (UNNE).

- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (UNNE)

- CECOAL (Centro de Ecología Aplicada del Litoral)-CONICET-UNNE.

- Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura – UNNE, por su constante colaboración durante el trayecto de esta tesis. Un agradecimiento especial a la Srta. Liz Barberan por buena predisposición y constante colaboración.

A mis directores de Tesis: Dr. Rafael Herbst[†], por sus aportes y sugerencias durante el desarrollo de este trabajo; Dra. Susana Morton, por su apoyo y colaboración a lo largo de esta investigación y Dra. Analía Díaz, quien supo compartir conmigo sus vastos conocimientos sobre ostrácodos, por su asistencia, estoicismo y empuje que me ayudaron a concluir el presente estudio.

A mi papá, Arturo Espíndola, por su ejemplo de honestidad y dedicación al trabajo.

A mi mamá, Alicia Denis[†], por sus palabras de aliento, su amor incondicional, su paciencia y comprensión.

A ambos, por haber forjado mi persona, todos mis logros se los debo a ellos, puesto que con su sacrificio me dieron la posibilidad de llegar a esta instancia, por apoyarme de múltiples formas a enfrentar los obstáculos.

A Santiago, por cambiar el argumento de mi vida. Gracias por estar ahí cuando te necesito, por tu apoyo incondicional, por tu paciencia, tu aguante, tu serenidad, gracias por el día a día. Gracias por todo... gracias por tanto.

A mis compañeros y amigos de trabajo: Ángel, "Coca" Contreras, Constanza, Claudia, Yanina, Belén, Carlos, "Nambrena", Alexandra, Noemí, Pelusa[†], "Nacho", Silvia.

Al Dr. Ángel Miño Boilini por su apoyo, paciencia, confianza y colaboración desinteresada durante el trayecto de la elaboración de la presente tesis.

Al Sr. Carlos Luna por su inefable esfuerzo en la confección de los perfiles y los mapas... más que gracias!

Al Dr. "Nacho" Contreras, por su gran ayuda en cuestiones geográficas y cartográficas.

A la Lic. María Belén Zamudio por facilitarme bibliografía, favoreciendo a enriquecer la versión final de este trabajo.

A la Dra. María Eugenia Galassi por su ayuda desinteresada en los estudios estadísticos realizados.

A los Dres. L.C.A.M. Martínez y Silvina Contreras y a la Prof. Ihona Winiger por la lectura crítica de la tesis y por los aportes realizados.

A la Lic. Claudia Lovera por las largas horas invertidas en la asistencia desinteresada en la organización y edición de la tesis.

A mis compañer@s de campaña: Lilín, Silvina, "Yuyi", Leandro, Don Pedro, Lolo, Alan, Susana y Belén.

Un agradecimiento especial a los CPA: Sres. Pedro Medina y "Lolo" Roberto, por su incansable y ardua labor en las campañas realizadas; también a la Srta. Eva Acevedo[†] y a la Dra. Yanina Horn por sus excelentes tareas de laboratorio.

A Florencia por enseñarme a cambiar ciertas cosas y consolidar otras más, por ayudarme a conocer y a entender o no los *por qué*, gracias por enseñarme a “*des-enojarme*”. Gracias por y para siempre.

A María y Emilio, quienes estuvieron ahí.... justo ahí ¡en el momento preciso!

A la Dra. María Victoria Aguirre, un especial agradecimiento por su gran cooperación.

Al Dr. *Joselo* Ruíz García por sus consejos y colaboración, atendiendo mis consultas.

Al Dr. Julián Juaristi por el juicio crítico a esta tesis, lo cual valoro más allá de la razón, viniendo de tan eminente epistemólogo y biólogo!

A mis amigos: Leandro, Eugenia, Milvia, Claudio, Claudia, Cinthia, Edgardo, Silvina, Joselete, Noemí...por estar, por aguantar, por apuntalar.

A mis compañer@s incondicionales: *Loba, Drácula, Negro, París, Añá y Simone*.

¡Muchas gracias a todos y a cada uno de ustedes!

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

Los ostrácodos y foraminíferos son excelentes indicadores de parámetros ambientales tanto en secuencias fósiles como actuales (Mezquita *et al.*, 2005; Martín-Rubio *et al.* (2006), aportan datos referidos a salinidad, temperatura, profundidad y naturaleza del sustrato.

Su tamaño pequeño y la abundancia de los microfósiles acrecientan la posibilidad de hallazgo, permitiendo la aplicación de métodos cuantitativos que brindan un alto grado de confiabilidad.

Estas circunstancias revelan su importancia en investigaciones referidas a paleoecología, paleoambientes y zonaciones bioestratigráficas.

Los estudios concernientes a microfósiles provenientes de los sedimentos del Terciario Superior del Noroeste argentino fueron efectuados principalmente por Herbst y Zabert (1987), Gavriloff y Bossi (1992), Herbst *et al.* (2000), Marengo (2000), Leiva y Morton (2001), Leiva (2002 a y b), Gründwalt y Morton (2002), Espíndola (2003 y 2004), Espíndola y Morton (2004 y 2008), Morton y Espíndola (2005 y 2006), pero los mismos no han sido puntuales, no han tenido continuidad y muchos de ellos carecen de descripciones completas e ilustraciones (Herbst *et al.*, 2000).

En la presente tesis se llevó a cabo el relevamiento de ostrácodos y foraminíferos¹ fósiles continentales hallados en afloramientos del Terciario Superior del Valle de Santa María, en las provincias de Catamarca, Salta y Tucumán, Argentina, y se analizó la microfauna procedente de las Formaciones San José (Mioceno Medio) y Chiquimil

1. Los foraminíferos *per se* no son continentales, pero pueden habitar estos ambientes.

(Mioceno Superior), integrantes del Grupo Santa María, el cual aflora en el valle homónimo.

Se actualizó la información referida a los taxones presentes, completando y ampliando el registro paleontológico de la microfauna fósil del área de estudio. Se procedió a la identificación taxonómica y se realizaron observaciones tafonómicas e inferencias paleoecológicas.

Resulta de suma importancia el conocimiento de estos nuevos registros de taxones en las localidades exploradas del valle de Santa María, ya que aportan datos relacionados al paleoambiente, contribuyendo por lo tanto con los estudios que se vienen realizando en este sector del país.

Es sustancial, pues, señalar que se realiza el primer análisis integral de microfósiles calcáreos, con ilustraciones y determinaciones taxonómicas de ostrácodos y foraminíferos del Neógeno del Valle de Santa María, provincias de Catamarca, Tucumán y Salta, Argentina.

Se levantaron nueve perfiles estratigráficos parciales en el valle de Santa María, aquí sólo se presentan seis de ellos.

El material fosilífero estuvo representado por moldes, caparazones, valvas y conchillas, como así también por sus impresiones.

Las condiciones de preservación fueron muy variables (buena a muy mala), lo que en muchos casos impidió la determinación sistemática a nivel específico.

La información aportada por los registros de vertebrados, leños, hojas, palinomorfos y moluscos estudiados por diferentes investigadores permitió realizar un análisis integral, permitiendo mejorar la información referida a las características del ambiente en el que vivían dichas paleocomunidades en el área de estudio durante el Neógeno.

Los fundamentos planteados aportan connaturalmente a la interpretación paleoambiental de ambas Formaciones a través de las inferencias paleoecológicas y tafonómicas llevadas a cabo en la presente tesis.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

- a. Contribuir al conocimiento de los microfósiles del Mioceno de Argentina, a través del estudio de ostrácodos y foraminíferos de las Formaciones San José y Chiquimil (Grupo Santa María).
- b. Relevar y analizar la paleofauna de ostrácodos y foraminíferos de las Formaciones San José y Chiquimil (valle de Santa María), a fin de realizar identificaciones taxonómicas y relaciones paleoecológicas.
- c. Aportar datos sobre la microfauna fósil de ambas Formaciones a fin de avanzar en la caracterización paleoambiental del área de estudio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Levantar perfiles estratigráficos
- b. Identificar los taxones de ostrácodos, foraminíferos y fauna asociada, procedentes de los afloramientos del Mioceno (Formaciones San José y Chiquimil), del valle de Santa María, en el Noroeste de Argentina.
- c. Actualizar la sistemática de los grupos en cuestión y el registro fósil de nuevas localidades del área de estudio.
- d. Realizar análisis tafonómicos y paleoecológicos que permitan llevar a cabo inferencias paleoambientales.
- e. Determinar las paleoasociaciones en diferentes niveles de las secuencias estratigráficas.

f. Utilizar diferentes análisis estadísticos a fin de lograr comparar y visualizar variaciones en las comunidades de ostrácodos y foraminíferos fósiles.

g. Teorizar una reconstrucción de las comunidades pasadas, mediante el uso de los datos obtenidos en esta tesis.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES



ANTECEDENTES

Geomorfología y tectónica

Los afloramientos de las formaciones neógenas estudiadas están comprendidos dentro de las unidades morfoestructurales de las Sierras Pampeanas Noroccidentales (Suayter, 1984) en el Noroeste Argentino (Caminos, 1979). Hacia el Este, el valle de Santa María está limitado por dos bloques de basamento: el bloque Norte conformado por las Cumbres Calchaquies y el bloque Sur, con la sierra de Aconquija, ambos levantados durante el Terciario (Sosa Gómez y Gómez Omil, 1993; Bossi *et al.*, 1994; Bossi *et al.*, 1997; Georgieff, 1996; González y Mon, 1996; Georgieff e Ibáñez, 1999). Al Oeste, el valle está limitado por la sierra de Quilmes o del Cajón.

La estructura de bloques del cordón montañoso Aconquija-Cumbres Calchaquies y de la Sierra del Cajón que determinan la morfología de las Sierras Pampeanas, se caracteriza por presentar un perfil asimétrico con una falda abrupta, que corresponde a la vertiente formada por falla o fallas que han ocasionado el vuelco del bloque, y otra con pendiente más suave (Ruiz Huidobro, 1972). Los cordones más elevados superan los 5.500 m de altitud (Mon y Mansilla, 1998).

El río Saladillo y su continuación, el río Santa María están insertos en esta estructura y están controlados por las fallas que limitan estas sierras. Primero corre de Norte a Sur y con el nombre de Santa María, de Sur a Norte. Este río es permanente y tiene como afluentes principales los ríos Entre Ríos, Andalhuala, Pajanguillo, Ampajango y Río Seco.

El desarrollo de formas de erosión, merced a la acción combinada de clima y tectónica, ha permitido identificar en los sedimentos terciarios un *relieve apalachiano* (Ferreiro y Mon, 1973) desarrollado en areniscas gruesas algo friables, con niveles conglomerádicos causantes de las formas en relieve. Localmente se comprobó, además, entre Amaicha del Valle y Santa María una *inversión del relieve* demostrada por la presencia de un *sinclinal suspendido*, desarrollado entre Amaicha del Valle y el arroyo Caspinchango (Ferreiro y Mon, 1973).

Los movimientos andinos alcanzaron mayor intensidad en el Mioceno-Plioceno, después del depósito del Grupo Santa María, continuando hasta épocas muy recientes (Pleistoceno Superior) observable por la presencia de sedimentos cuaternarios parcialmente dislocados y plegados que acompañan las estructuras del Grupo Santa María.

Antecedentes Geológicos

Durante los últimos 45 Ma. el borde occidental de Sudamérica estuvo sometido a esfuerzos compresivos derivados de la convergencia de las placas de Nazca y Sudamericana. Esta compresión causó un importante acortamiento y engrosamiento cortical cuya manifestación geográfica actual está representada por la Cordillera de los Andes. Concomitantemente, con el crecimiento de la cadena Andina se desarrollaron cuencas relacionadas que albergaron importantes espesores de rocas sedimentarias. Las cuencas terciarias relacionadas con la Cordillera Oriental se desarrollaron sobre una cuenca Cretácica-Eoterciaria de naturaleza distensiva (Starck y Vergani, 1996).

En cambio, en el ámbito de las Cumbres Calchaquies (Strecker *et al.*, 1987, 1989; Kleinert y Strecker, 2001) las rocas más antiguas de la región corresponden a metamorfitas de edad Precámbrica Superior-Paleozoico Inferior, intruidas por rocas graníticas de edad ordovícica. La sedimentación en estas cuencas se produjo durante el desarrollo de las fases orogénicas Quechua I, II y Diaguita.

Durante las dos primeras (Quechua I y II), estratigráficamente no se registran importantes discontinuidades asociadas. Solamente se debe destacar que a la subsidencia de la primera se sumaron los efectos de un importante pico eustático que provocó la inundación, por parte del mar Paranaense, de vastos sectores de Argentina. El ambiente de depósito estaba caracterizado por tierras bajas con areniscas y limolitas y cursos de agua dendriformes y entrecruzados.

No obstante, se produjo una etapa de vulcanismo activo (entre los 7-6 Ma.) alrededor de dos núcleos volcánicos que se tornaron de alto relieve (Agua de Dionisio y Cerro Las Ánimas), lo que trajo aparejado una sedimentación volcanoclástica.

Finalizado el Terciario se produjo la fase diastrófica Diaguíta (4-2.5 Ma.) (quizás aún vigente), que provocó una importante estructuración dando lugar a la elevación de las Sierras Subandinas, Pampeanas y gran parte de la Cordillera Oriental, Sierras de Quilmes o del Cajón, Aconquija y Cumbres Calchaquies y desmembrando la cuenca de antepaís generada en las fases anteriores.

Como consecuencia, el depósito sedimentario quedó restringido a las cuencas intermontanas, afectado por distintos tipos de fallas, corrimientos y pliegues. Estas cuencas intermontanas son los actuales valles de Lerma, Calchaquí, Santa María, Seclantas, del Cajón, etc. a los que la mayoría de las interpretaciones tratan como cuencas separadas.

Resumiendo, las condiciones sedimentarias pasaron desde lagos poco profundos a planicies fluviales y finalmente a valles intermontanos (Bossi *et al.* 1993 y 2001).

La estratigrafía en el valle de Santa María o Yocavil ha sido estudiada por numerosos autores, y los afloramientos terciarios de la zona son conocidos como localidades fosilíferas desde 1876, cuando Stelzner mencionó la presencia de moluscos en forma de moldes en las márgenes de un “*uadi*” en la localidad de San José, Catamarca.

Doering (1882) fue el primero en analizar los bivalvos hallados y denominados como *Corbicula stelzneri* y *Azara* sp., pero no describió el material.

Ameghino (1889) estudió el piso Araucano en el valle de Santa María, con restos de moluscos y apoyó la idea de Doering colocando las capas de Santa María en el Araucano (Mioceno).

Entre 1910 y 1912, Bodenbender acuñó el término “Calchaqueño” para los estratos aflorantes hacia la ladera occidental del Famatina. Halló también restos de moluscos (similares a los descubiertos por Stelzner) en la zona de Los Ángulos.

Los primeros en realizar un bosquejo geológico de Tucumán fueron Bonarelli y Pastore (1919), quienes señalan la serie terciaria del Valle Calchaquí, destacando los moluscos fósiles de Santa María como pertenecientes a un horizonte diferente, más antiguo que la “serie araucana con mamíferos”.

Bodenbender (1924) manifiesta su desacuerdo con la utilización que Penck (1920) le otorga al término "Calchaquense" definiéndolo mejor, reconociendo un Famatinense (Cretácico) en discordancia sobre el Paganzo, y por encima mediante discordancia, se apoyaría el Calchaqueño, dividiéndolo en inferior (donde se encuentran los bivalvos fósiles) y en superior.

La edad que Bodenbender asigna al Calchaqueño, en base a criterios geológicos, es Supracretácica o Terciaria Inferior.

Bodenbender (1924) reunió bajo la denominación de “Estratos Calchaqueños” a los estratos con *Corbicula* del valle de Santa María, designando como localidad tipo el pueblo de San José, asignándolos al Plioceno-Pleistoceno.

Groeber (1929) estudió el conjunto de sedimentos terciarios que se hallan al pie de las Sierras de Palao-Co, Neuquén, donde encontró un horizonte fosilífero de 1 ó 2 cm de espesor, con *Corbiculas* que correlacionó con las capas de Santa María, Catamarca. En base a criterios netamente tectónicos-regionales, le asignó a los Estratos Calchaqueños una edad supramiocénica.

Frenguelli (1936) realizó el estudio en la zona Norte del valle de Santa María y dividió los estratos relevados en dos series: una superior Araucaniano (Formación Andalhuala) y otra inferior Santamariano (equivalente al Calchaquense de Bodenbender, 1924). Dividió la secuencia en tres horizontes, de los cuales el superior contiene *Corbicula stelzneri*, señalando tres discordancias: base del Santamariano, entre

Santamariano y Araucaniano y en el techo del Araucaniano. Para la edad de estos estratos se basó en criterios geológicos, asignándole las edades que se muestran en el Cuadro 1.

-----discordancia-----		
ARAUCANIANO	Punense	
	Araucanense Superior	Plioceno
	Araucanense Inferior	
-----discordancia-----		
SANTAMARIANO	Calchaquense	Mioceno Superior
	Famatinense Superior	Oligoceno-Mioceno Inferior
	Famatinense Inferior	Eoceno

Cuadro 1: Cuadro estratigráfico propuesto por Frenguelli en 1936. (Tomado y modificado de Frenguelli, 1936).

En 1926, Stahlecker realizó las primeras descripciones sedimentológicas que luego fueron publicadas por Riggs y Patterson en 1939.

Riggs y Patterson (1939) siguiendo los criterios y descripciones de Stahlecker (1926) dan a conocer el resultado de las observaciones de la “*Second Marshall Field Paleontological Expedition*” del *Field Museum of Natural History* (Chicago) realizada en 1926, en el valle de Santa María.

Esta localidad considerada típica del Araucanense, les permitió clasificar los fósiles de los yacimientos de Chiquimil y Andalhuala (Loma Rica), asignándoles una edad Miocena tardía-Pliocena.

Estos autores, mencionan la presencia de *Corbicula stelzneri* y restos de un vertebrado (*Parahoplophorus?* sp.), en la región de Santa María, en la provincia de Catamarca.

Stahlecker (1926) no observó discordancias regionales entre los estratos, sólo algunas discordancias locales y la edad que asigna a la secuencia, en su mayor parte, basándose en criterios faunísticos y en menor medida en criterios físicos, es Mioceno Superior - Plioceno.

Peirano (1943, 1945a-b y 1946) estudió varias localidades del valle y dio a conocer una serie de trabajos sobre la estratigrafía de los sedimentos en la zona de la Quebrada de Amaicha. En 1943 señaló una nueva localidad fosilífera en el Molle Grande, valle del Cajón, donde encontró *Corbicula*, gastrópodos, restos de aves y roedores. El esquema estratigráfico (Peirano, 1945b) propuesto para la quebrada de Amaicha, contiene ocho secciones o subdivisiones, basado netamente en la litología a las que denominó Hiladas (destacando el ambiente continental de depósito), considerando a las divisiones realizadas por Frenguelli (1936) para el valle de Santa María, como unidades litoestratigráficas (de arriba abajo):

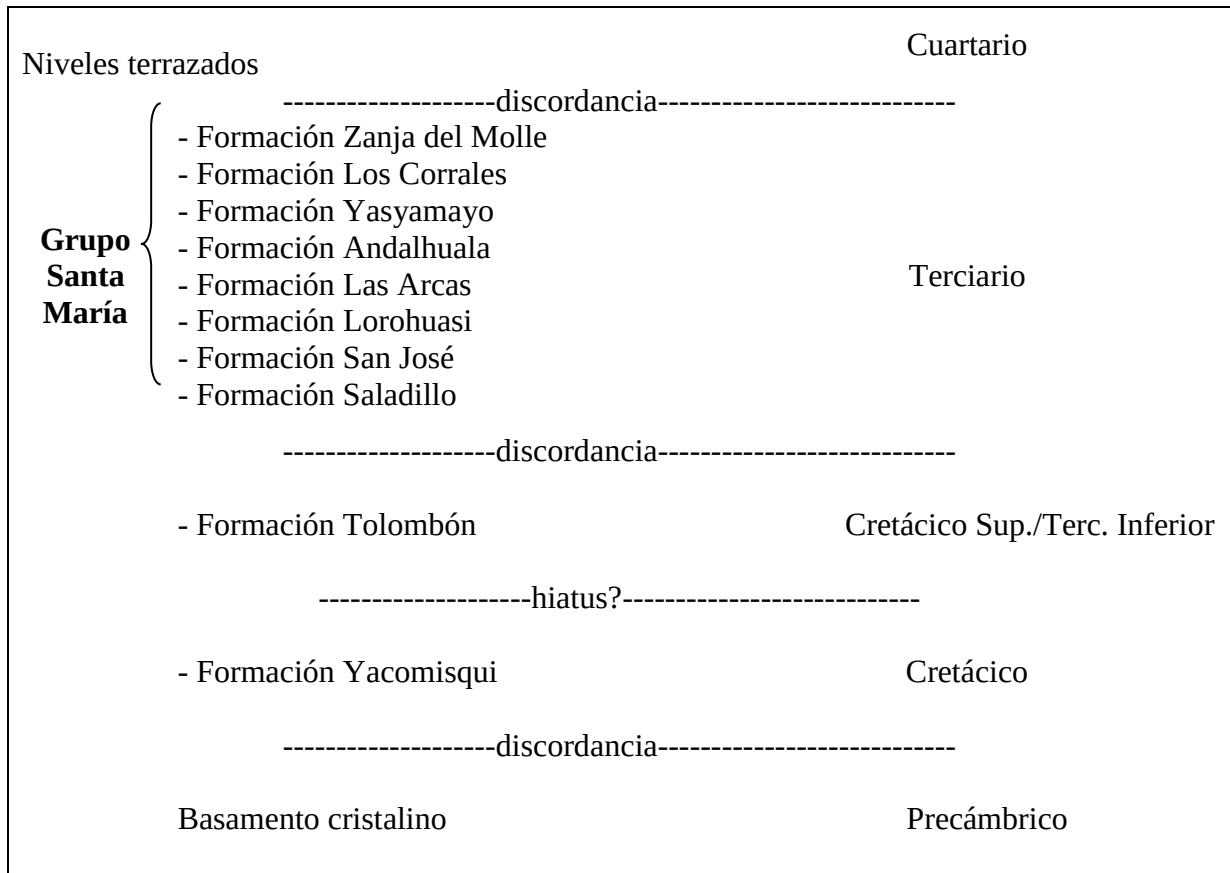
- Hiladas de La Aguadita
- Hiladas de la Zanja del Molle
- Hiladas de los Corrales
- Hiladas de Los Corpitos
- Hiladas de El Rincón
- Hiladas de Zurita

- Hiladas del Castillo de las Brujas
- Hiladas de El Saladillo

Peirano (1945b) señala la existencia de capas con moluscos fósiles en las Hiladas de El Rincón y en las Hiladas del Castillo de las Brujas, mencionando también restos de plantas. Asimismo correlacionó toda esta secuencia con las sedimentitas expuestas al Este y al Oeste de las Cumbres Calchaquíes y sierra del Aconquija, e indicó que toda la secuencia es continental, por cuanto no encontró elementos marinos.

Peirano (1956b) en un trabajo más extenso sobre la tectónica y depósitos terciarios del Noroeste, indicó que en toda la región "*...no se observan más que estratos terciarios y cuaternarios*" y que "*...no hemos encontrado nunca en el paquete terciario una discordancia angular que se repitiese en otras partes... siempre comprobamos que se trataba de accidentes locales...*" Además concluye que la acumulación de sedimentos terciarios debió ocurrir durante el Plioceno.

Ruiz Huidobro (1960) y Galván y Ruiz Huidobro (1965) introducen una nueva nomenclatura para la secuencia y establecen la localidad tipo frente a la población de Santa María. Hacen referencia a la estratigrafía del Mesozoico - Terciario, reconociendo seis Formaciones geológicas en el complejo sedimentario continental, agrupadas bajo el nombre de **Grupo Santa María**, donde incluyen revisiones estratigráficas (Cuadro 2). También se refieren a la importancia de no emplear las denominaciones de Calchaquense y Araucanense, agrupadas en el Santamariano y Araucaniano (Frenguelli, 1936) separadas por discordancias.



Cuadro 2: Sucesiones sedimentarias Mesozoicas y Terciarias (Tomado y modificado de Galván y Ruiz Huidobro, 1965).

La edad del Grupo Santa María asignada por Galván y Ruiz Huidobro (1965) es Terciario Superior, aunque luego aceptan los argumentos expresados por Peirano (1956b) restringida al Plioceno.

Castellanos (1969) siguiendo criterios paleontológicos, dividió las sedimentitas del valle de Santa María en dos grupos: Calchaquiano (Formaciones Tiopunco-Julipao-Calimonte) y el Yocahuilense (sección inferior, medio y superior), pero esta nomenclatura nunca fue utilizada por subsiguientes autores.

Yrigoyen (1969) en la revisión general de la estratigrafía del Terciario argentino, propuso provisoriamente una edad Miocena Superior a las Formaciones Saladillo, San José y Las Arcas. A las Formaciones Andalhuala, Los Corrales y Zanja del Molle las ubica en el Plioceno.

Spiegelman (1971) realizó un estudio sedimentológico en el Grupo Santa María, con análisis petrográficos macro y microscópicos; reconoció cinco de las Formaciones descritas por Galván y Ruiz Huidobro (1965): San José, Las Arcas, Andalhuala, Los Corrales y Zanja del Molle. No reconoció la Formación Yasyamayo que describen Galván y Ruiz Huidobro (1965) en la quebrada de Yasyamayo, El Rincón y Los Zurita. Además, en los lugares que recorrió no aflora la Formación Saladillo. Realizó además una revisión de la nomenclatura propuesta por Galván y Ruiz Huidobro (1965) reuniendo a las Formaciones Yasyamayo y Andalhuala en una sola Formación: Andalhuala; las Formaciones Lorohuasi y Las Arcas en la Formación Las Arcas y las Formaciones Saladillo y San José en la Formación San José.

Porto (1972) para el Terciario del valle de Amaicha reconoce las Formaciones Saladillo, San José, Loro Huasi, Las Arcas y Andalhuala.

Fernández (1973) y Carrión (1973) trabajaron en las quebradas de Yasyamayo y Julipao, registrando las siguientes Formaciones: Saladillo, San José, Las Arcas, Andalhuala y Yasyamayo.

Según De Faveri (1978) esta unificación podría aceptarse para las Formaciones Las Arcas y Lorohuasi, debido a la uniformidad litológica, pero no a las Formaciones Saladillo y San José, ya que Saladillo es una facies fluvial roja y San José es lacustre verde, perfectamente diferenciables en el campo.

Lo mismo ocurriría con las Formaciones Andalhuala y Yasyamayo, entre las cuales media una discordancia erosiva bien nítida, que según esta autora fue reconocida por Carrión (1973), Fernández (1973), Toscano (1973) y Valladares Carrillo (1974).

Díaz Saravia (1980) en un estudio paleogeográfico y paleontológico, correlacionó la Formación San José con la Formación Río Salí, aflorante en la vertiente oriental de las sierras de Aconquija y Cumbres calchaquies, como pertenecientes a ambientes lacustres, indicando una diferenciación facial entre ambas (Cuadro 3).

EDAD	BONDENBENDER (1924)	FRENGUELLI (1936)	RIGGS Y PATTERSON (1939)	PEYRANO (1946)	GALVAN Y RUIZ HUIDOBRO (1965)	STAHLEKER (en MAR- HALL Y PATTEN 1981)		
MIOCENO	ARAUCANENSE	ARAUCANIANO	CORRAL QUEMADO	HILADAS DE LA AGUADITA	FORMACIÓN ZANJA DEL MOLLE	CORRAL QUEMADO		
				HILADAS DE ZANJA DEL MOLLE				
				HILADAS DE LOS CORRALES				
			ARAUCANENSE	ARAUCANIANO	ARAUCANENSE	HILADAS DE LOS CORPITOS	FORMACIÓN LOS CORRALES	ARAUCANENSE
							FORMACIÓN YASYAMAYO	
							FORMACIÓN ANDALHUALA	
	CORRAL QUEMADO	ARAUCANIANO	ARAUCANENSE	HILADAS DE LOS CORPITOS	CHIQUMIL B	CHIQUMIL B		
					CALCHAQUENSE	SANTAMARIANO	CALCHAQUI	HILADAS DEL RINCON
	HILADAS DE ZURITA	FORMACIÓN LORO HUASI						
	HILADAS CASTILLO DE LAS BRUJAS	FORMACIÓN SAN JOSE						
HILADAS DE SALADILLO	FORMACIÓN SALADILLO							
EOCENO?								
BASAMENTO CRISTALINO								

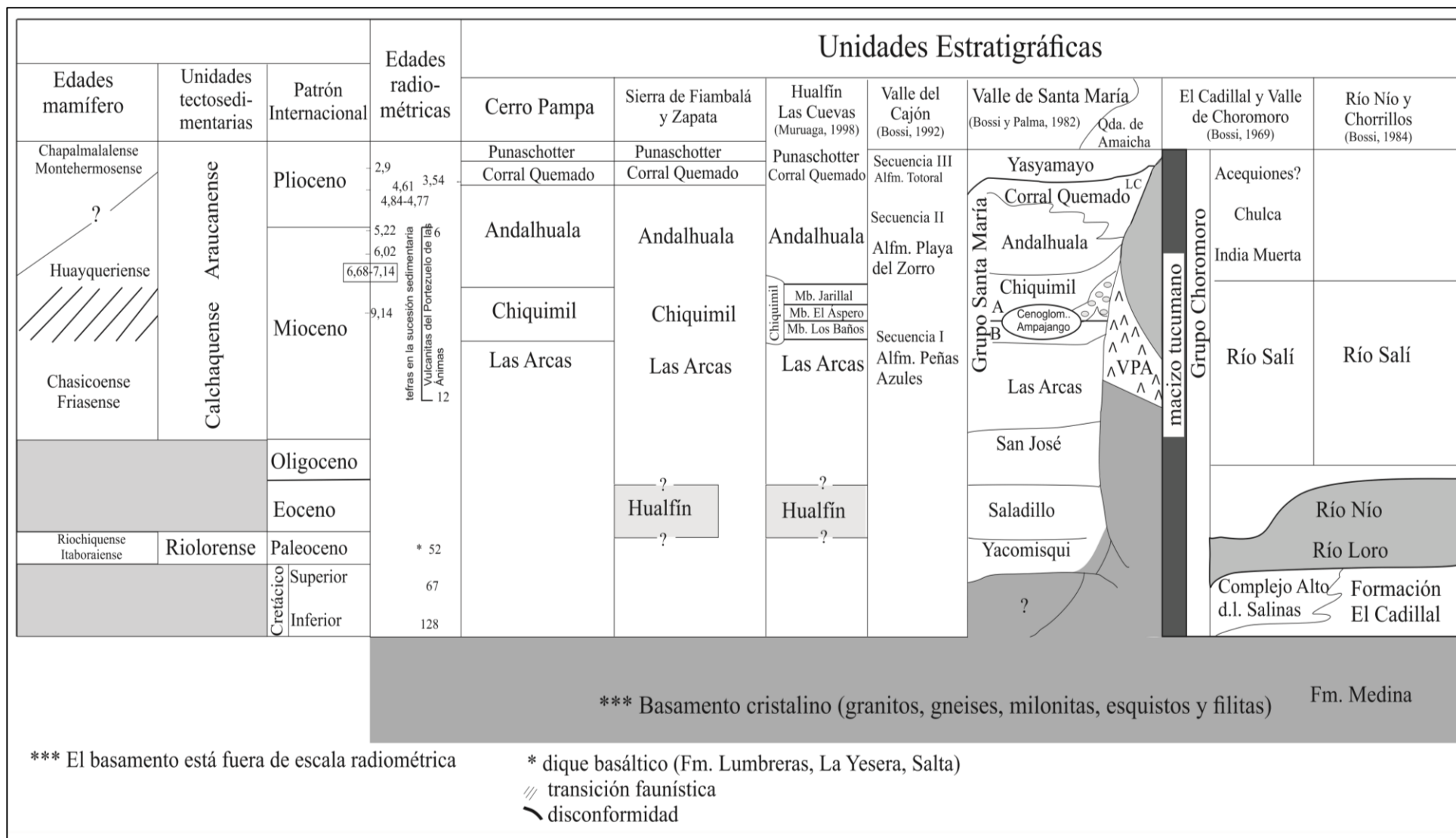
Cuadro 3: Cuadro estratigráfico de varios autores (Tomado y modificado de Morton, 2004).

Marshall y Patterson (1981) publicaron los perfiles levantados: uno de la zona de Chiquimil, en el valle de Santa María y otro de Puerta de Corral Quemado, en el río del mismo nombre, al Sudoeste del Valle de Villavil, distinguiendo cinco divisiones, de arriba hacia abajo:

- Corral Quemado
- Araucanense
- Chiquimil A
- Chiquimil B
- Calchaquí

Bossi y Palma (1982) realizan una reconsideración de la estratigrafía del valle de Santa María. El perfil tipo fue ubicado en la Quebrada de Añaco, frente a la localidad de Santa María, estableciéndose la validez definitiva del **Grupo Santa María**.

En el Cuadro 4 puede observarse la cronoestratigrafía y geocronología del valle de Santa María.



Cuadro 4: Cuadro cronoestratigráfico comparativo de distintas regiones de la cuenca de Santa María-Hualfín (Tomado de Bossi y Muruaga, 2009).

Antecedentes micropaleontológicos de las Formaciones San José y Chiquimil (Grupo Santa María)

Se conocen estudios referidos a los microfósiles calcáreos de las Formaciones del Grupo Santa María. Pero, excepto unas pocas descripciones de foraminíferos y ostrácodos de los Valles Calchaquíes llevadas a cabo por Bertels y Zabert (1980) y Zabert (1982), la mayoría de los citados en la literatura deben ser revisados (Herbst *et al.*, 2000), pues muchos de ellos carecen de continuidad, ilustraciones y/o determinaciones certeras.

Trabajos concernientes a ostrácodos y foraminíferos realizados por Herbst y Zabert (1987), Gavriloff y Bossi (1992), Herbst *et al.* (2000), Marengo (2000), Leiva y Morton (2001), Leiva (2002 a y b), Gründwalt y Morton (2002), Espíndola (2003 y 2004), Espíndola y Morton (2004 y 2008), Morton y Espíndola (2005 y 2006) no han sido puntuales y no han tenido continuidad.

A continuación se presentan los datos de la microfauna calcárea relevados hasta el momento.

Foraminíferos (Tabla 1)

Zabert y Herbst (1977) informaron sobre la presencia de *Ammonia beccarii parkinsoniana* y *Nonion demens*.

Bertels y Zabert (1980) citan a *Streblus* (= *Ammonia*) *compactus* y *Ammonia parkinsoniana* (*Streblus parkinsonianus*).

Zabert (1982) da a conocer a *Nonion demens* y *Nonion demens* forma *santamariana*.

Chaia (en Vergani *et al.*, 1991) hallaron siete taxones: *Protelphidium tuberculatum*, *Ammoni beccarii parkinsoniana* (= *Streblus* = *Ammonia parkinsoniana*, *Ammonia* sp., *Buccella frigida*, *Nonion demens*?, "*Nonionella* sp.", *Trochammina* sp. y uniloculares indeterminados.

Gavriloff y Bossi (1992) señalaron la presencia de cinco especies de foraminíferos: *Ammonia parkinsoniana* (= *Streblus parkinsonianus*), *Buccella frigida*, *Buccella* aff. *B. frigida*, *Protelphidium tuberculatum* y *Rotalia beccarii*.

Marengo (2000) enumeraron varias especies de foraminíferos, los cuales no fueron descritos: *Trochammina* sp., *Ammonia compacta*, *Ammonia parkinsoniana*, *Buccella peruviana*, *Nonion demens* forma *santamariana*, *Nonion* sp., "*Nonionella*" sp. y *Prothelphidium tuberculatum*.

Gründwalt y Morton (2002) hallaron ejemplares que se asemejan a *Ammonia* aff. *A. beccarii parkinsoniana*.

Espíndola (2003) reconoció la presencia de *Rotalia beccarii parkinsoniana* y *Nonion demens* forma *santamariana*.

Espíndola y Morton (2004) encontraron ejemplares de *Ammonia beccarii parkinsoniana* y *Nonion demens*.

Espíndola (2004) citó a *Rotalia beccarii parkinsoniana* y *Nonion demens*.

Morton y Espíndola (2005) vuelven a mencionar a *Ammonia* aff. *becarii parkinsoniana* y *Nonion demens* forma *santamariana* para distintas localidades donde aflora la Formación San José.

Morton y Espíndola (2006) citaron a *Ammonia beccarii*.

Espíndola y Morton (2008) reconocieron la presencia de *Ammonia beccarii* y *Nonion demens* para distintas localidades donde asoma el Grupo Santa María.

Tabla 1: Listado de foraminíferos del Mioceno de las Formaciones San José y Chiquimil.

Especie	Autor/es
<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i> (<i>Streblus parkinsonianus</i> = <i>Ammonia parkinsoniana</i>)	Zabert y Herbst, 1977 Bertels y Zabert, 1980 Chaia (en Vergani <i>et al.</i> , 1991) Gavriloff y Bossi, 1992 Marengo, 2000 Gründwalt y Morton, 2002 Espíndola, 2003 y 2004 Espíndola y Morton, 2004 y 2008 Morton y Espíndola, 2005 y 2006
<i>Ammonia compacta</i>	Marengo, 2000
<i>Ammonia</i> sp.	Chaia (en Vergani <i>et al.</i> , 1991)
<i>Bucella frigida</i>	Chaia (en Vergani <i>et al.</i> , 1991) Gavriloff y Bossi, 1992
<i>B. aff. Bucella frigida</i>	Gavriloff y Bossi, 1992

<i>B. peruviana</i>	Marengo, 2000
<i>Nonion demens</i>	Chaia (en Vergani <i>et al.</i> , 1991)
<i>Nonion demens forma santamariana</i>	Zabert, 1982 Marengo, 2000 Espíndola, 2003 y 2004 Morton y Espíndola, 2005
<i>Nonion</i> sp.	Marengo, 2000
<i>“Nonionella”</i> sp.	Chaia (en Vergani <i>et al.</i> , 1991) Marengo, 2000
<i>Protelphidium tuberculatum</i>	Gavriloff y Bossi, 1992 Chaia (en Vergani <i>et al.</i> , 1991)
<i>Rotalia beccarii</i>	De Faveri, 1978 Bossi y Palma, 1982 Gavriloff y Bossi, 1992 Marengo, 2000
<i>Streblus compactus</i>	Bertels y Zabert, 1980
<i>Trochammina</i> sp.	Chaia (en Vergani <i>et al.</i> , 1991) Marengo, 2000

Ostrácodos (Tabla 2)

De Faveri (1978) señaló la presencia de *Cyprideis* sp. en la Formación San José.

Bertels y Zabert (1980), son las primeras en precisar una especie de ostrácodo en la Formación San José con el hallazgo de *Cyprideis herbsti*.

Gavriloff (1990) encontró, además de la ya citada, otras tres formas distintas, en la Quebrada de la Salina. No las determina y las denomina bajo nomenclatura abierta en Gavriloff y Bossi (1992).

Gavriloff (1991) anunció para la Formación San José la presencia de “ostracoditas” (calizas calcáreas) de 20 a 30 cm de espesor, compuestas por valvas de *Cyprideis herbsti* densamente empaquetadas.

Chaia (en Vergani *et al.*, 1991) estableció la presencia de *Cyamocytheridea* sp., *Cyamocytheridea* cf. *C. ovalis*, *Cyprideis herbsti*, *Darwinula* sp. y *Perissocytheridea* sp.

En Herbst *et al.* (2000) se presentó una pequeña lista, en la que de 11 formas citadas sólo una posee designación completa: *Cyprideis herbsti* Bertels y Zabert (1980), 5 tienen denominación abierta y el resto figura como Forma-Tipo o Gen. et sp. indet.

Marengo (2000) citó cuatro especies de ostrácodos: *Cyprideis herbsti*, *C.* sp., *Darwinula* sp., *Perissocytheridea* sp., *Pumilocytheridea herbsti*, aunque ninguna de ellas fue descripta ni localizada.

Leiva y Morton (2001) indicaron la presencia de cuatro géneros de ostrácodos con seis especies: *Cyprideis herbsti*, *Cyprideis salebrosa*, *Cyamocytheridea ovalis*, *Limnocythere* sp., *Cyprinotus cingalensis* y *Cyprideis* cf. *torosa*.

Leiva (2002 a) señaló a *Cyprinotus* sp. *Cyprideis* cf. *torosa* y *Cyprideis salebrosa* para la localidad de Tiopunco.

Leiva (2002 b) estableció la presencia de *Cyprideis similis*, *Cyprideis* cf. *torosa*, *Cyprideis hartmanni* y *Chlamydotheca* sp. en Río Caspinchango.

Espíndola y Morton (2004) nombraron a *Cyprideis herbsti* para las localidades de La Quenquiada, Km 107 y Morro de las Brujas (Tucumán) y *Limnocythere* sp. en La Quenquiada y Quebrada de Julipao (Tucumán) y Zigzag Norte, La Soledad y Río Seco (Catamarca).

Espíndola (2004) enumeró las siguientes especies de ostrácodos hallados en diversas localidades de Tucumán y Catamarca: *Cyprideis herbsti* (La Quenquiada, Km107, Quebrada de Julipao y Tiopunco –Tucumán- y Zigzag Norte, Al Norte del Castillo y Río Seco –Catamarca-) *Limnocythere* sp. (La Quenquiada y Quebrada de Julipao –Tucumán-, Zigzag Norte, La Soledad y Río Seco –Catamarca-), *Eucypris* sp. (Lomas Pistas de Aviación y Km 107 –Tucumán-, Zigzag Norte y Río Seco –Catamarca-), *Darwinula* sp. (Morro de las Brujas –Tucumán- y Las Salinas –Catamarca-), *Cyprideis* cf. *C. torosa* (La Quenquiada y Tiopunco –Tucumán- y Río Seco –Catamarca-), *Cyprideis salebrosa* (La Quenquiada y Tiopunco –Tucumán- y La Aguadita –Catamarca-) y *Cyamocytheridea ovalis* (La Quenquiada, Tucumán).

Morton y Espíndola (2005) indicaron la presencia de *Cyprideis* cf. *C. torosa*, *Cyprideis salebrosa*, *Cyprideis herbsti*, *Cyamocytheridea ovalis*, *Cyprinotus cingalensis*, *Limnocythere* sp. y *Darwinula* sp. Las autoras mencionan 20 localidades estudiadas, pero no especifican cuáles.

Morton y Espíndola (2006) determinan la presencia de 3 géneros: *Darwinula* sp., *Cyprideis* sp. y *Eucypris* sp. Las localidades de donde proceden los fósiles son: La Aguadita, Ojo de Agua, NE de Tiopunco (Tucumán) y Agua Verde (Catamarca).

Espíndola y Morton (2008) citan a *Paracythereis* sp., *Perissocytheridea* sp., *Eucypris* sp., *Potamocypris* sp., *Ilyocypris* sp., *Darwinula* sp., *Limnocythere* sp., *Candona* sp. y *Cyprideis* sp.

Tabla 2: Listado de ostrácodos del Mioceno de las Formaciones San José y Chiquimil.

Especie	Autor/es
<i>Candona</i> sp.	Espíndola y Morton, 2008
<i>Chlamydotheca</i> sp.	Leiva 2002 b
<i>Cyamocytheridea</i> cf. <i>C. ovalis</i>	Chaia (en Vergani <i>et al.</i> , 1991) Morton y Espíndola, 2005
<i>Cyamocytheridea ovalis</i>	Leiva y Morton, 2001 Espíndola, 2004
<i>Cyamocytheridea</i> sp.	Chaia (en Vergani <i>et al.</i> , 1991)
<i>Cyprideis</i> cf. <i>C. torosa</i>	Leiva y Morton, 2001 Leiva, 2002 a y b Espíndola, 2004 Morton y Espíndola, 2005
<i>Cyprideis hartmanni</i>	Leiva, 2002 b
<i>Cyprideis herbsti</i>	Bertels y Zabert, 1980 Gavriloff, 1990, 1991 y 1992 Chaia (en Vergani <i>et al.</i> , 1991) Herbst <i>et al.</i> , 2000 Marengo, 2000 Leiva y Morton, 2001 Espíndola y Morton, 2004 Espíndola, 2004 Morton y Espíndola, 2005

<i>Cyprideis salebrosa</i>	Leiva y Morton, 2001 Leiva, 2002 a Morton y Espíndola, 2005
<i>Cyprideis similis</i>	Leiva, 2002 b
<i>Cyprideis</i> sp.	De Faveri, 1978 Marengo, 2000 Morton y Espíndola, 2006 Espíndola y Morton (2008)
<i>Cyprinotus cingalensis</i>	Leiva y Morton, 2001 Morton y Espíndola, 2005
<i>Cyprinotus</i> sp.	Leiva, 2002 a
<i>Darwinula</i> sp.	Chaia (en Vergani <i>et al.</i> , 1991) Marengo, 2000 Espíndola, 2004 Morton y Espíndola, 2005 Morton y Espíndola, 2006 Espíndola y Morton, 2008
<i>Eucypris</i> sp.	Espíndola, 2004 Morton y Espíndola, 2006 Espíndola y Morton, 2008
<i>Ilyocypris</i> sp.	Espíndola y Morton, 2008
<i>Limnocythere</i> sp.	Leiva y Morton, 2001 Espíndola y Morton, 2004 Espíndola, 2004

	Morton y Espíndola, 2005 Espíndola y Morton, 2008
<i>Paracythereis</i> sp.	Espíndola y Morton, 2008
<i>Perissocytheridea</i> sp.	Chaia (en Vergani <i>et al.</i> , 1991) Marengo, 2000 Espíndola y Morton, 2008
<i>Potamocypris</i> sp.	Espíndola y Morton, 2008
<i>Pumilocytheridea herbsti</i>	Marengo, 2000

Los autores arriba mencionados coligen que los microfósiles hallados en la Formación San José estarían indicando ambientes lacunares salobres, con fluctuaciones de profundidad, tal vez afectadas por la ingresión marina paranaense, aunque deben exceptuarse condiciones marinas nítidas (Bertels y Zabert (1980), Espíndola (2004), Gründwalt y Morton (2002).

La temperatura del lugar fluctuó entre templado y frío, evidenciado por la escasa fauna característica de aguas cálidas (Espíndola, 2004), en disidencia, Leiva (2002 a) infiere que la paleotemperatura media considerada habría sido en el momento de mayor calentamiento global.

Por su parte, la Formación Chiquimil es sin dudas de origen continental, evidenciada netamente por la fauna de moluscos presentes (Espíndola y Morton, 2008).

CAPÍTULO 3

MATERIALES Y

MÉTODOS



MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron metodologías convencionales de la Micropaleontología para la recolección, muestreo, procesamiento y estudio de los microfósiles calcáreos hallados, las mismas se detallan en el presente Capítulo e incluyen los siguientes aspectos:

1. **Área de trabajo:** implica la extracción de muestras de los sedimentitas y/o sedimentos objeto de estudio (Lámina 1).

2. **Análisis de las muestras:** incluye una serie de procedimientos, tales como procesamiento de las muestras, extracción de los fósiles, análisis cualitativos y cuantitativos de las faunas halladas (Lámina 2).

1. ÁREA DE TRABAJO

a. Durante las campañas paleontológicas se recorrieron extensos afloramientos para observar y obtener muestras de las sedimentitas fosilíferas de las Formaciones San José y Chiquimil (Miembro B) del Grupo Santa María, en el valle homónimo, provincias de Tucumán, Catamarca y Salta, Argentina.

b. Se prospectaron y recolectaron sedimentitas provenientes de diferentes niveles de las Formaciones en estudio, correspondientes a 31 localidades muestreadas durante las campañas efectuadas entre los años 2003-2016, a las provincias de Catamarca, Tucumán y Salta, Argentina (Cuadro 5).

c. Se levantaron 9 perfiles estratigráficos, en diferentes localidades de las provincias arriba mencionadas (Cuadro 5 y 6).

d. Se seleccionaron 6 perfiles, 4 correspondientes a la Formación San José y 2 a la Formación Chiquimil (Figura 7, Cuadro 6).

e. Se ubicaron los niveles portadores de microfósiles en los perfiles estratigráficos, se observaron y describieron las distintas litologías, se realizaron las mediciones correspondientes, se tomaron fotografías y se registraron los datos de coordenadas geográficas (Cuadro 5, Figura 7).

f. Se realizaron algunas observaciones tafonómicas, a fin de enriquecer la información conferida por los depósitos fósiles.

g. Se tomaron 152 muestras (de las cuales, 52 resultaron fértiles para ostrácodos y/o foraminíferos) de los niveles seleccionados (como se detalla a continuación), utilizando piquetas, picos y pala.

Perfil N°	Número de muestras fósiles para ostrácodos y/o foraminíferos
1	12
2	6
3	5
4	13
5	13
6	3

h. Se extrajeron, en forma sistemática, 500 gr de muestras de cada nivel, con el fin de obtener una cantidad representativa de microfósiles. Las mismas fueron transportadas al laboratorio en bolsas de plástico, con sus etiquetas correspondientes.

Provincia	Localidad	Formación
Catamarca	Quebrada de Jujuil	SAN JOSÉ
	Quebrada de Julipao	
	Río Añaco	
	Río Seco I *	
	Río Seco II	
	Río Seco III	
	San José	
	Puerta de Corral Quemado	
Tucumán	Al Norte del Castillo	
	Camino nuevo entre Colalao del Valle y Yasyamayo *	
	Campo de Aviación *	
	Km 104	
	Km 107	
	La Aguadita	
	La Quenquiada	
	Las Salinas	
	Lomas Amarillas	
	Lomas frente a La Soledad	
	Lomas Pista de Aviación	
	Morro Las Brujas	
	Tiopunco *	
	Zig-Zag N	
Salta	Tolombón	
Catamarca	Agua Verde	CHIQUEMIL
	Puerta de Corral Quemado	
	Río Añaco	
	Río Seco	
Tucumán	Lomas Amarillas	
	Río Caspinchango	
	Río Salinas *	
	Tiopunco *	

Cuadro 5: Procedencia estratigráfica y geográfica del material de estudio. *Perfiles estratigráficos presentados en esta tesis.

2. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

En el laboratorio, las sedimentitas se desagregaron mediante técnicas convencionales de procesamiento de microfósiles calcáreos, a fin de obtener ejemplares plausibles de medición, análisis y descripción taxonómica, para ello se llevaron a cabo los siguientes procedimientos:

a. Desagregado mecánico: se realizó la ruptura del sedimento con un martillo pequeño, obteniéndose fracciones de 1 a 2 cm³ aproximadamente, a fin de facilitar, mediante el aumento de la relación volumen/superficie, la acción de los métodos químicos de desagregación.

b. Desagregado químico: se procedió al uso del método de agua oxigenada (H₂O₂).

Para ello se colocaron 300 gr (Peso Inicial) de sedimento de cada muestra obtenida en campo, en un vaso de precipitado, con 500 ml de agua oxigenada de 30 volúmenes al 10%, durante 30-60 minutos.

El peróxido de hidrógeno oxida la materia orgánica, liberando O₂, el cual rellena los poros y canalículos de la roca, desagregándola, sin involucrar ataque químico a los microfósiles.

El Peso Final varió en las distintas muestras desagregadas.

Ambos pesos (inicial y final) de las muestras fueron obtenidos con balanza de precisión.

c. Lavado de muestras: posterior al desagregado químico, se procedió a lavar las muestras con agua de grifo, a través de un tamiz con apertura de malla número 200 (0.074 mm), hasta que el agua corriera límpida, indicativo de que el material pelítico fue completamente eliminado.

d. Secado de las muestras: El residuo obtenido de cada muestra se colocó en una placa de Petri y fue sometido a secado en plancha termostática aproximadamente a 40°C, durante 1 o 2 horas o hasta que no queden rastros de humedad.

e. Del residuo de cada muestra procesada se extrajeron 10 gr de material para ser analizado, para ello fue rotulado y guardado en recipientes de plástico o de vidrio.

f. Extracción de los microfósiles mediante la técnica denominada *picking*: se extrajo la totalidad de los fósiles del material sedimentario (desagregado) analizado, bajo lupa binocular Olympus SZ40, utilizando agujas histológicas y pinceles linner de pelo de marta N° 00 y 000.

g. Las valvas desarticuladas y los caparzones de ostrácodos aquí son consideradas como un único individuo.

h. Montaje: los ejemplares extraídos fueron colocados en portamicrofósiles de 7.5 cm x 2.5 cm, con fondo negro cuadriculado.

i. Fotografiado de los microfósiles: los ejemplares mejor preservados fueron fotografiados con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) JSM-5800, perteneciente a la Universidad Nacional del Nordeste. Para ello, los fósiles fueron previamente montados en papel metálico mediante cinta adhesiva doble faz y bañados con oro-paladio.

Análisis cualitativo

Consistió en la observación, medición, descripción y determinación sistemática de ostrácodos y foraminíferos presentes en las asociaciones recuperadas.

También se llevaron a cabo observaciones referidas al estado de preservación de los mismos, a fin de realizar inferencias de índole tafonómica.

Análisis cuantitativo

Esta instancia se basó en el recuento de los microfósiles rescatados, con el objeto de recabar datos de las asociaciones estudiadas.

Los análisis de riqueza y diversidad fueron empleados como parámetros numéricos, siendo demostrados como índices de diversidad.

La diversidad de manera general fue medida con el índice de Berger-Parker (el cual expresa la importancia proporcional de las especies más abundantes y es independiente del número total de especies) y el índice de Shannon (basado en la teoría de la información, y por lo tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema dado (Magurran, 2004), además asume que los individuos son muestreados por azar de una población indefinidamente grande, y que todas las especies presentes en la comunidad se hallan representadas en la muestra (Laprida, 1997). Asimismo, es muy susceptible a la abundancia de los individuos.

También se utilizó el índice de Diversidad de Simpson (DS_i), el cual permite medir la riqueza de organismos. Tomando el total de especies presentes en un hábitat y su abundancia relativa.

Los cálculos se realizaron mediante el software BioDiversity Professional versión 2 (McAleece, Lamshead y Paterson, 1997).

Índice de Berger-Parker

$$d = \frac{N_{\max}}{N}$$

Donde:

$N_{\max}$ = número de individuos de la especie más abundante, y

N = número total de individuos.

Índice de Shannon

$$H' = -\sum p_i \cdot \ln p_i$$

Donde

p_i = es la proporción de individuos hallados en la especie i -ésima, la cual se estima mediante n_i/N .

Índice de Simpson:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde:

p_i = abundancia proporcional de la i ésima especie (representa la probabilidad de que un individuo de la especie i esté presente en la muestra, siendo entonces la sumatoria de p_i igual a 1)

n_i = número de individuos de la especie i

N = número total de individuos para todas las S especies en la comunidad.

Índice de Bray-Curtis

$$C_N = \frac{2jN}{(N_a + N_b)}$$

Donde N_a = número total de individuos en la estación A,

N_b = número total de individuos en la estación B, y

jN = suma de las abundancias menores de las especies halladas en ambas localidades.

La similaridad entre patrones de ocurrencia, abundancia o riqueza fue medida por el índice de similaridad de Bray-Curtis, utilizando ligamientos completos entre los clados, calculado por el software BioDiversity Professional versión 2 (McAleece, Lambshead y Paterson, 1997).

Las muestras se encuentran depositadas en el repositorio de la Colección Paleontológica de la UNNE "Dr. Rafael Herbst", bajo las siglas CTES-PMP (Preparados Micro Paleontológicos), especificando en cada caso: determinación taxonómica; procedencia geográfica y procedencia estratigráfica (Formación y Edad).

Las tareas de laboratorio fueron realizadas en las instalaciones del **CECOAL** (Centro de Ecología Aplicada del Litoral), Área Paleontología. CONICET-UNNE. Ruta 5 Km 2.5. Corrientes.

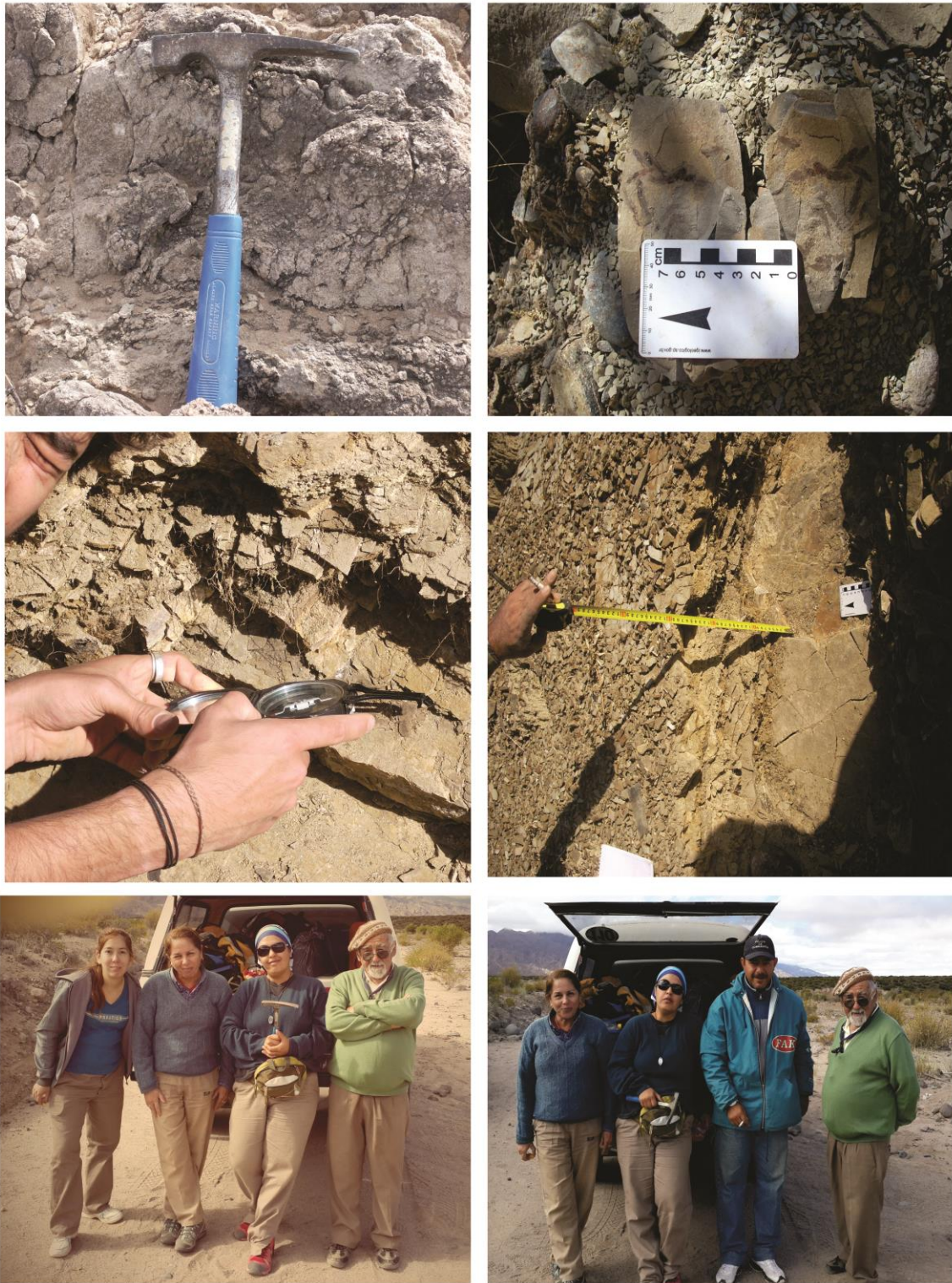


Lámina 1: Herramientas utilizadas en el trabajo de campo. Algunos integrantes del equipo de trabajo (Fuente propia).



Lámina 2: Materiales utilizados en el trabajo de laboratorio. A: Método del agua oxigenada. B: Plancha termostática. C: Shake. D-E: Tamices. F-G: Pinceles y portamicrofósiles. H-J: Lupa estereoscópica, portamicrofósiles, *picking* (Fuente propia).

CAPÍTULO 4

MARCO GEOLÓGICO Y ÁREA DE ESTUDIO



MARCO GEOLÓGICO Y ÁREA DE ESTUDIO

GEOLOGÍA

El área de estudio abarca los valles Calchaquíes, su nombre se debe a que estuvieron habitados por los pueblos originarios calchaquíes y diaguitas y comprende a los valles de Santa María, del Cajón, Villavil y Calchaquí.

Dicha región está ubicada en el Noroeste argentino, en las provincias de Salta, Tucumán y Catamarca, entre los 25°39'013" S – 66°04'140" O y 27°13'304" S – 66°5'536" O (Figura 1).

En el siglo XVI, la misión jesuítica denominada “Santa María de los Ángeles de Yocavil” llega al valle, de allí surge su nombre cristiano “*Yocavil*”, el cual habría sido el nombre originario del valle en la lengua *kakana* de las etnias que habitaban el lugar, y que según Lafone Quevedo y Villafuente podría tener como acepción: *yoka*: cerro, cordón y *vil*: pueblo, lugar, solar (Nastri, 2005).

El valle de Santa María se sitúa al Sur de la Provincia de Salta, y se extiende en dirección Norte-Sur hacia las provincias de Tucumán y Catamarca, abarcando el Noroeste y el Centro-Este de dichas provincias.

Tiene una extensión de aproximadamente 120 km de longitud y un ancho cercano a los 25 km. La altitud varía entre los 1800 y 2300 m.s.n.m.

Es una depresión tectónica intermontana, elongada en sentido Nornoreste-Sursureste, situada entre bloques de basamento levantados por fallas de gran rechazo y de notable importancia regional, que son dos grandes sistemas orográficos:

Sierras de Quilmes o del Cajón, al Oeste, de rumbo Norte-Sur, alcanzando alturas máximas aproximadas de 5000 m, y hacia el Este las Cumbres Calchaquíes y la Sierra del Aconquija (Figura 2).

En 1965, Galván y Ruíz Huidobro propusieron el Grupo Santa María para incluir las Formaciones neógenas continentales del valle de Santa María.

Este grupo (Mioceno-Plioceno) se divide en seis Formaciones: San José (base), Las Arcas, Chiquimil, Andalhuala, Corral Quemado y Yasyamayo (Bossi y Palma, 1982).

Formación San José

Véase en la Sección *Características Generales de las Formaciones Estudiadas* (pág. 51-58).

Formación Las Arcas

Se encuentra por encima de la Formación San José. Está representada por una secuencia de 300 a 2000 m de espesor de conglomerado fino, color rojizo, de grano grueso a fino, limolitas y arcilitas (Galván y Ruiz Huidobro, 1965; Bossi y Palma, 1982; Bossi *et al.*, 1987) (Figura 3).

El registro fósil en esta Formación es bastante limitado, con escasos foraminíferos (Zabert, 1982), algunos vertebrados (Esteban y Nasif, 2006) y maderas (Martínez y Lutz, 2005).

Formación Chiquimil

Véase en la Sección *Características Generales de las Formaciones Estudiadas* (pág. 59-64).

Formación Andalhuala

Posee entre 1100 y 1300 m de espesor, compuesta por una secuencia de areniscas grises de grano medio a grueso.

El límite de la Formación es gradacional, está marcado por la aparición de conglomerados y la desaparición de los ciclos de arcilita (Bossi y Palma, 1982, Bossi *et al.*, 1987, Grier *et al.*, 1998, Grier y Dallmeyer, 1990) (Figura 2).

La Formación Andalhuala tiene un importante registro fósil de vertebrados (Marshall y Patterson, 1981; Powell, 1998), plantas (Durango de Cabrera *et al.*, 1997; Anzótegui *et al.*, 2007b), e invertebrados: moluscos y ostrácodos (Morton *et al.*, 2011) (Figura 3).

Formación Corral Quemado

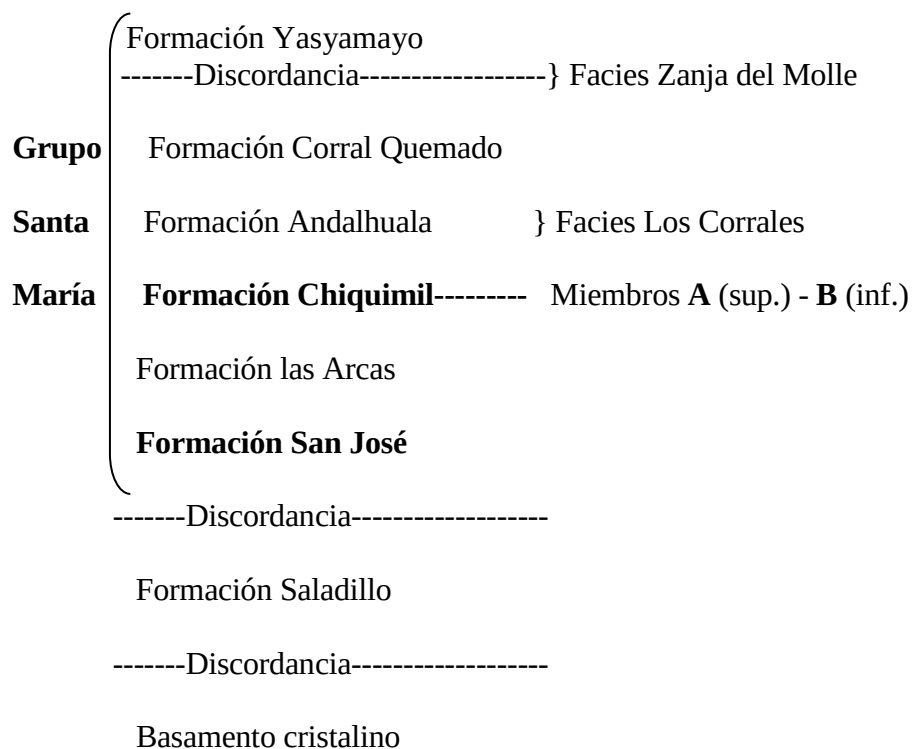
Su espesor varía entre 100 y 1000 m y consta de un conglomerado medio a grueso, con lentes intercaladas de arenisca gruesa y conglomerado arenoso (Bossi y Palma, 1982; Bossi *et al.*, 1987).

Los depósitos están conformados por conglomerados organizados en ciclos grano y estrato crecientes, interpretados como de ambientes de abanicos aluviales, los rodados son mayormente metamórficos (Georgieff *et al.*, 2014) (Figura 3).

Formación Yasyamayo

Es la Formación superior (Figura 3) del Grupo Santa María y está constituida por una secuencia de 100 a 150 m de espesor de conglomerado fino, mayormente formada por componentes volcánicos y que corresponden a una sedimentación de abanicos aluviales (Galván y Ruiz Huidobro, 1965, Georgieff *et al.*, 2014), arenisca gruesa con intervalos de areniscas finas, arcilitas y yeso (Bossi y Palma, 1982; Bossi *et al.*, 1987) (Figura 3).

El siguiente esquema fue propuesto por Galván y Ruiz Huidobro (1965) para representar la estructura formacional del Grupo Santa María:



Bossi y Palma (1982) basándose en la fauna de mamíferos y dataciones radimétricas asignan al Grupo una edad Mioceno Superior-Plioceno.

Bossi (1984) confirma este esquema, agregando únicamente el Paraconglomerado Ampajango, señalando que correspondería a una facies lateral del Miembro A de la Formación Chiquimil.

En 1987, Bossi, *et al.* efectuaron estudios frente a la localidad San José, en el valle de Santa María, correlacionando los perfiles de Entre Ríos (Chiquimil) y los de Hualfín-Puerta de Corral Quemado, basados en datos radimétricos, litológicos y paleontológicos, confirmando las correlaciones litológicas realizadas por Stahlecker (1926).

Aquí se sigue y adhiere la nomenclatura propuesta por Bossi y Palma, (1982).

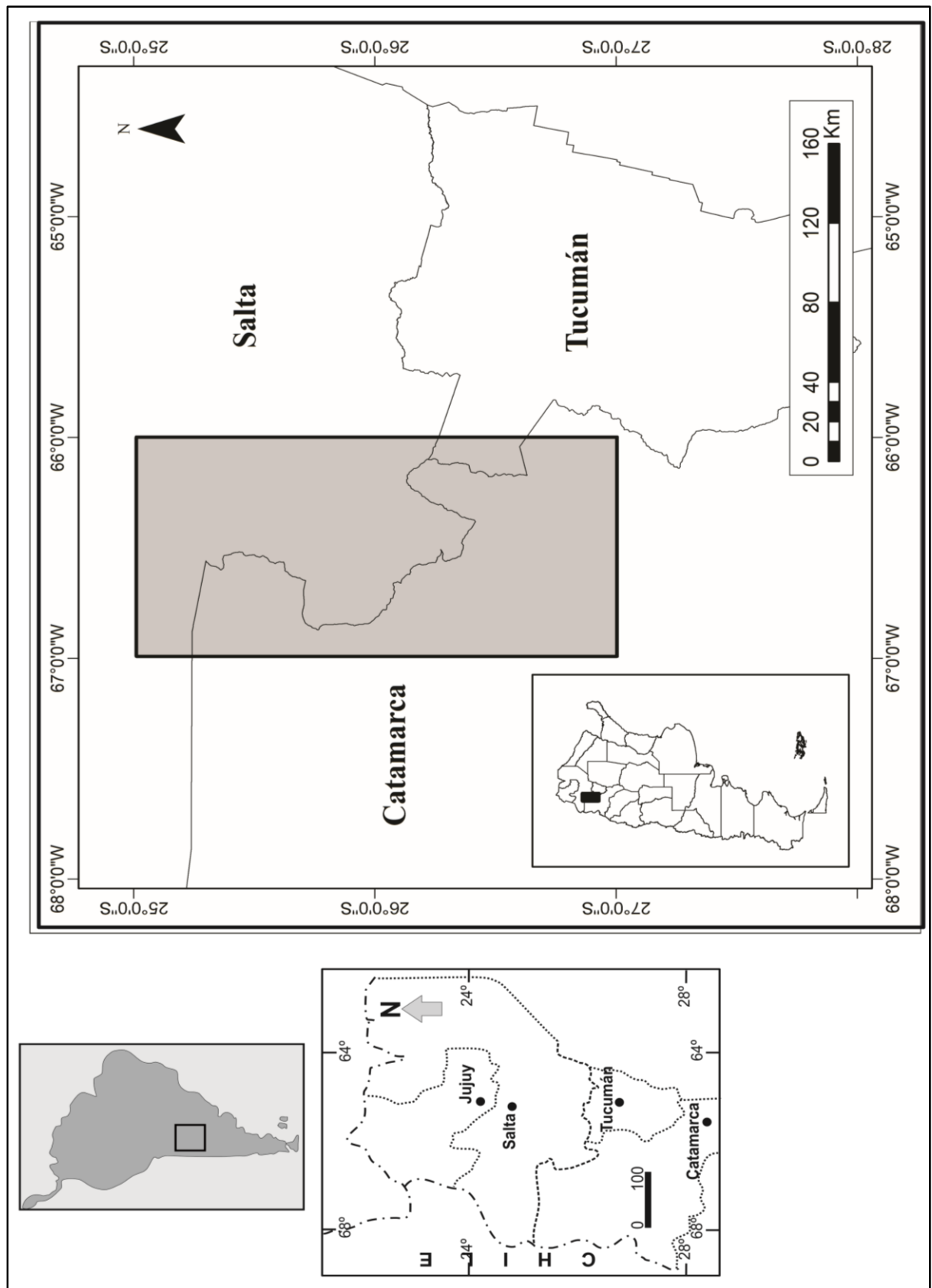


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio (Elaboración propia).

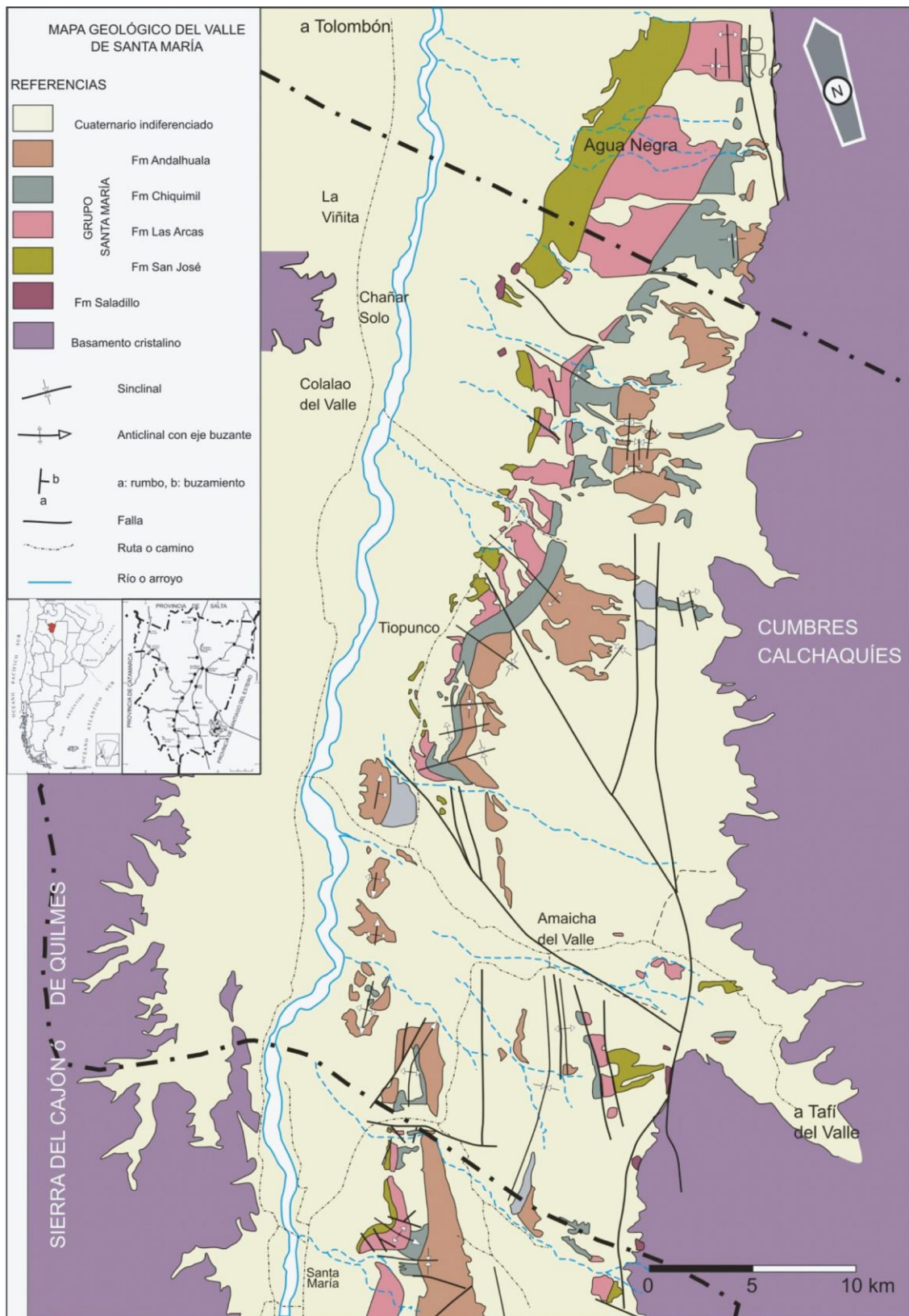


Figura 2: Ubicación y mapa geológico del valle de Santa María (Modificado de Ibañez, 2001) (Tomado de Georgieff *et al.*, 2014).

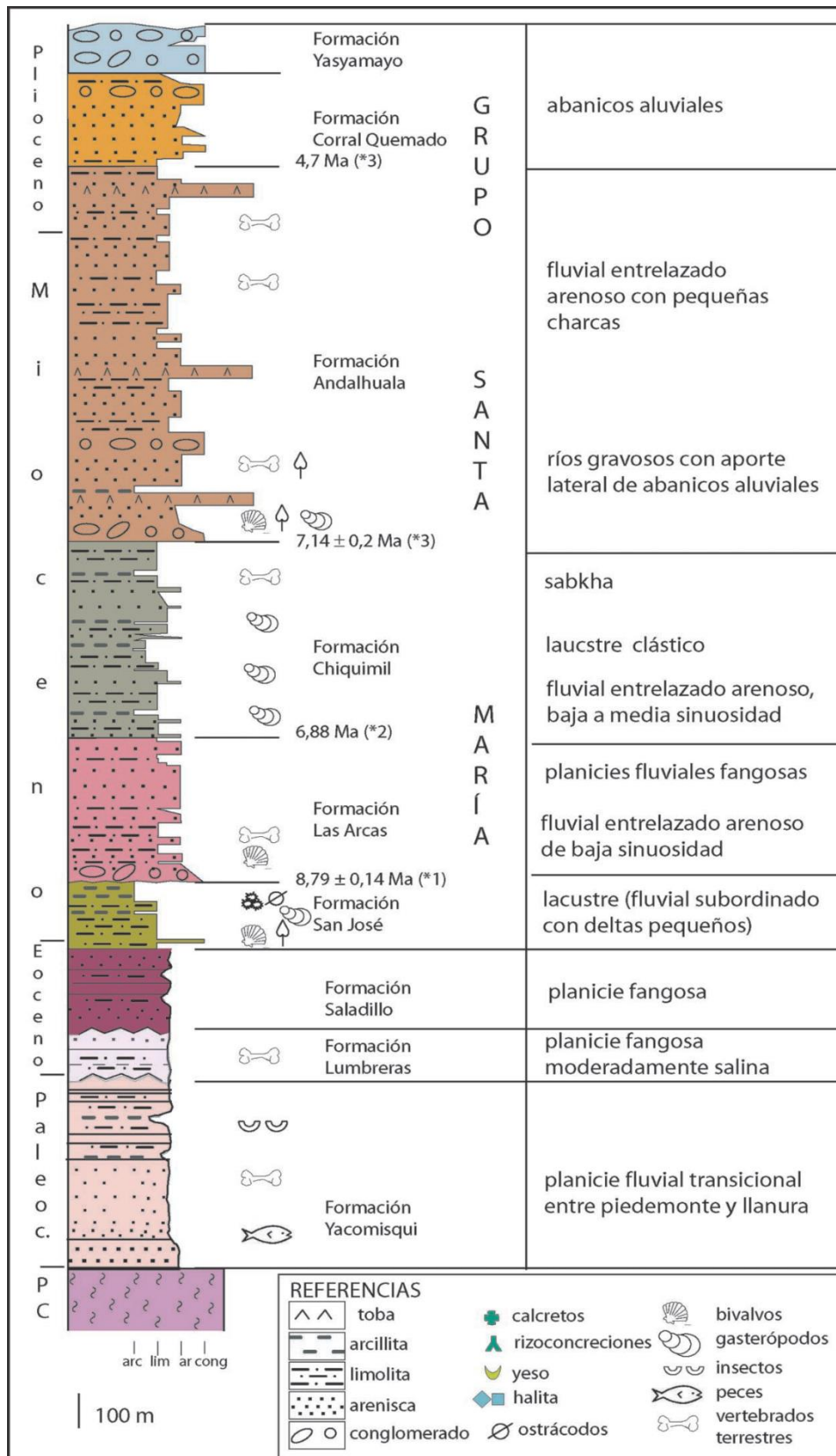


Figura 3: Columna simplificada de la sedimentación del Mioceno Medio y Superior en el valle de Santa María (provincia de Tucumán). *1 Spagnuolo *et al.*, 2010; *2 este trabajo; *3 Latorre *et al.*, 1997 (Tomado de Georgieff *et al.*, en Moyano *et al.*, 2014).

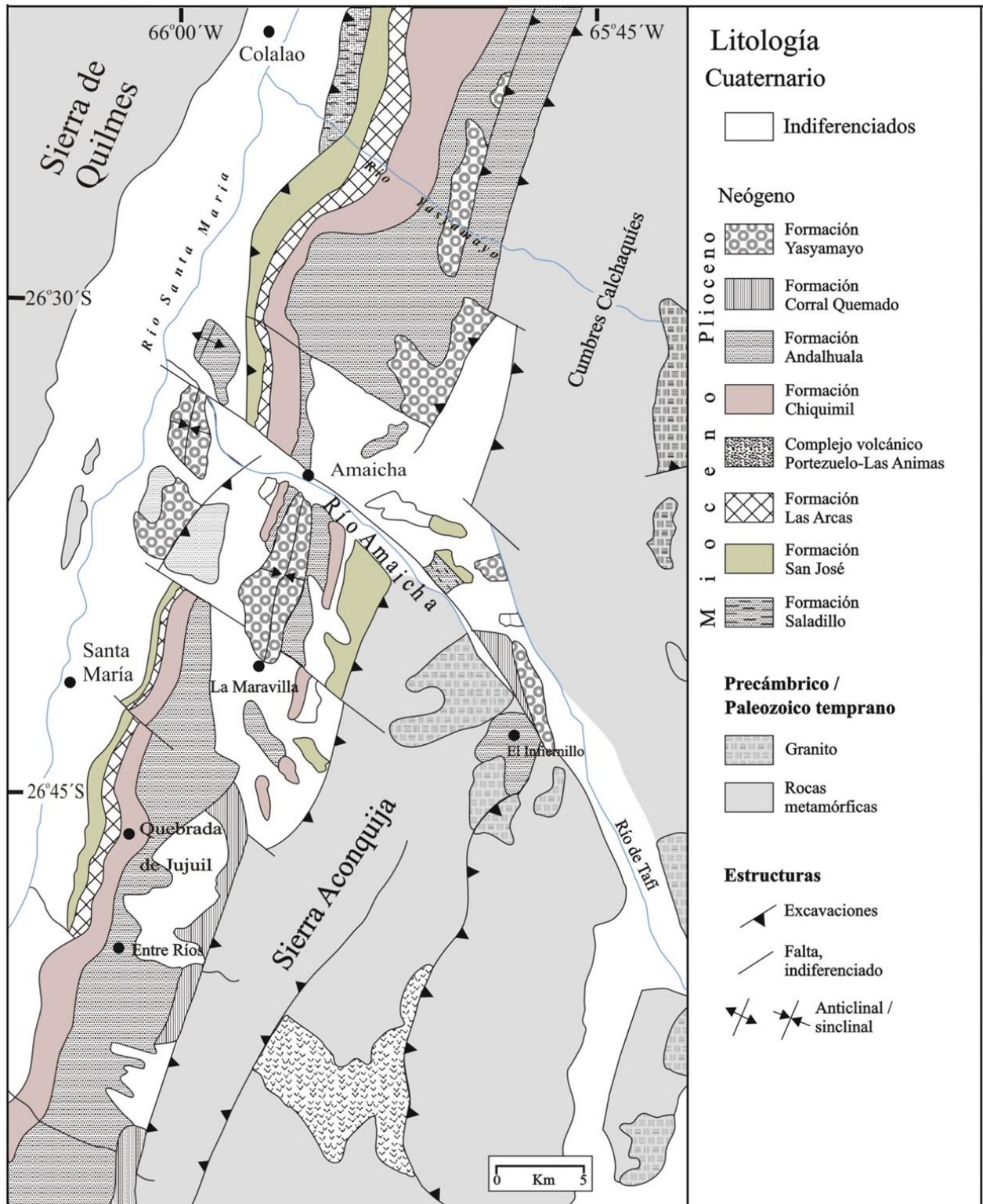


Figura 4: Distribución de las Formaciones San José y Chiquimil en el valle de Santa María (Tomado de Anzótegui, 2006).

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS FORMACIONES ESTUDIADAS

FORMACIÓN SAN JOSÉ (Galván y Ruiz Huidobro, 1965)

El nombre de esta Formación fue asido de la localidad homónima, en la provincia de Catamarca.

Geología

La Formación San José constituye la unidad basal del Grupo Santa María y su distribución areal, aunque algo discontinua y abarca una angosta franja, desde aproximadamente la latitud de San José (Catamarca) en el sur, hasta las cercanías del Cerro Paranilla (Salta) en el norte, a lo largo de unos 120 km (Morton y Herbst, 2003) (Figuras 4 y 5).

Esta Formación se encuentra distribuida a lo largo del valle de Santa María, siguiendo una orientación Norte-Sur. Aparece tanto en las cercanías del cauce del río o adosada al Oeste de las sierras Cumbres Calchaquíes o de la sierra del Aconquija.

Tiene un espesor que varía entre los 250 y 315 m, hacia el Norte alcanza los 1000 m a la altura de la Quebrada de Agua Negra (Salta) (Vergel *et al.*, en Moyano *et al.*, 2014).

Se la distingue netamente por su color dominante amarillo-verdoso.

Consiste en lutitas grises, verdes y amarillentas, limolitas y areniscas, con lechos lenticulares, ondulados, planares y cruzados (Bossi *et al.*, 1987; Gavriloff y Bossi, 1992).

Los depósitos lacustres corresponden a dos secuencias: una regresiva y una transgresiva, poseyendo esta última facies costeras (Gavriloff y Bossi, 1992) (Figuras 3 y 4).

Las pelitas, presentes en menor proporción que las areniscas, son de colores verde y castaño claro, pueden ser macizas o disponerse en laminación paralela, pocas veces ondulíticas (Bossi y Palma, 1982; Gavriloff y Bossi, 1992).

Las calizas, de origen organógeno (micríticas) son nodulares y están constituidas por coquinas y estromatolitos, y son más abundantes en los estratos inferiores de la Formación, aunque excepcionalmente, se encuentran también en los estratos superiores. En menor proporción se hallan conglomerados.

Desde el punto de vista de las facies, la Formación San José, según la región donde aflora, puede ser lacustre con cierta salinidad a hipersalina y hacia el Norte sus facies se hacen netamente fluviales, pero con sectores lacunares (Bossi y Palma, 1982).

Gavriloff y Bossi (1992) dividen la secuencia en dos megafacies, denominadas: LEA (“Lago Etapa Antigua”), que representaría una etapa regresiva y LEM (“Lago Etapa Moderna”), una etapa transgresiva con sedimentitas depositadas en un ambiente lacustre de salinidad relativamente baja. Herbst *et al.* (2000) sostienen que es posible que las llanuras fluviales de esa época hayan recibido sucesivos “pulsos” de agua marina que inundaron estas planicies, generando cuerpos de agua de bastante magnitud, relacionados principalmente a la “Ingresión Marina Paranense”.

La salinidad de estos paleolagos, producto de sucesivos aportes marinos y de la posterior desalinización, por la contribución de aguas dulces de los ríos del *hinterland*, ha generado una serie de opiniones sobre el ambiente general de estas unidades sedimentarias.

Sin embargo, la información paleontológica disponible no registra formas marinas; aunque algunos microfósiles puedan indicar hipersalinidad en algunos sectores, lo que se explica justamente por los aportes esporádicos de aguas marinas mencionado más arriba.

Si bien, a la fecha, todavía las opiniones son dispares sobre las relaciones estratigráficas, se acepta que esta unidad se asienta sobre la Formación Saladillo y subyace (paraconcordantemente?) a la Formación Las Arcas, de colores rojizos y de carácter netamente fluvial.

Edad

Todos los autores que estudiaron la Formación San José coincidieron en adjudicarla al Mioceno; no obstante, las opiniones fueron dispares, variando entre Mioceno Inferior-Medio (Díaz Saravia, 1980; Díaz, 1987) a Mioceno Superior (Bertels y Zabert, 1980; Herbst y Zabert, 1987).

Gavriloff y Bossi (1992) y Bossi *et al.* (1997) atribuyen a esta Formación una edad correspondiente al Mioceno Medio (13-12 Ma.), por la posición y relación estratigráfica de la misma con vulcanitas y tobas regionales de las que se tienen dataciones radimétricas y por su conexión episódica con el mar Paranaense y su relación con la Formación Paraná (Gavriloff y Bossi, 1992), este criterio también lo sostienen Kleinert y Strecker (2001) y Morton y Herbst (2003).

Paleontología

Esta Formación abarca un conjunto diverso de fósiles conformado por foraminíferos, moluscos, ostrácodos, charófitas, peces y plantas (polen, hojas y leños), los trabajos más recientes referidos a microfósiles calcáreos de esta Formación fueron

realizados por Morton, 1984, 1986, 2001, 2003, Espíndola, 2004, 2008; Espíndola y Morton, 2004, 2008; Morton y Espíndola, 2006, entre otros) y coprolitos (Gavriloff y Bossi, 1992; Herbst *et al.*, 2000, Anzótegui y Herbst, 2004).

Algunas consideraciones a tener en cuenta son las siguientes:

Morton y Herbst (2003) describen especies de moluscos (gastropodos y bivalvos) dulceacuícolas, con disímil grado de adaptación a determinadas condiciones ambientales, por ejemplo *Littoridina parchappii* (d'Orbigny) es típica de aguas dulces (Castellanos y Landoni, 1995), pero adaptada a ambientes dulceacuícolas y salobres, por efectos de evaporación o reducción de los cuerpos de agua de escasas dimensiones (Bonadonna *et al.*, 1995) y generalmente su hábitat es sobre algas Characeas (Farinati y Zavala, 1995), las cuales fueron halladas en dos de las tres localidades donde está presente esta especie.

Se ha observado la presencia de otros foraminíferos en localidades donde los moluscos están indicando condiciones de aguas dulces, pero la escasa información impidió utilizarlos para consideraciones paleoambientales más precisas (Morton y Herbst, 2003).

Carófitas tales como *Chara strobilocarpa* y *Chara* nov. sp. García y Herbst, 1997 estarían indicando ambientes oligohalinos a mesohalinos (García y Herbst, 1997).

La especie más difundida de ostrácodos es *Cyprideis herbsti* Bertels y Zabert, endémica de la Formación San José; uno de los foraminíferos citados de esta unidad que tiene amplia distribución areal en la Formación Paraná (*Nonion demens* Bik, en Zabert, 1982) es una especie adaptada a ambientes de baja salinidad hasta dulceacuícolas.

Zabert (1983) da a conocer el hallazgo de foraminíferos en sedimentitas del tercio superior de la Formación San José, los que podrían indicar condiciones de baja salinidad a presumiblemente dulces.

De Faveri (1978) cita peces de la Familia Poeciliidae, característicos de aguas dulces.

Troncos de Angiospermas de la subfamilia Mimosoideae y hojas de Malvaceae, entre otros, fueron citados por Anzotegui y Cristalli, 2000.

Anzótegui y Herbst (2004) dan a conocer impresiones de hojas y frutos provenientes de la Formación San José, aflorante en la localidad de Río Seco: hojas: *Malvaciphyllum quenquiadensis* y *Myrciophyllum* spp. (Myrtaceae), *Ficus tressensis* (Moraceae), *Schinopsis* aff. *lorentzii* (Anacardiaceae), *Ziziphus* sp. (Rhamnaceae), *Prosopis* sp. (Mimosaceae), *Senna* sp. (Caesalpinaceae) *Erythrina* aff. *dominguezii* Hassl. (Fabaceae) y frutos: *Cyperocarpus* spp. (Cyperaceae), *Tibouchina* sp. (Melastomataceae) y *Baccharis* sp. (Asteraceae). El conjunto de estos taxones permite señalar un ambiente con vegetación palustre, xerófila y de bosques higrófilos, desarrollado bajo un clima subtropical, con áreas secas.

Garralla *et al.* (2016) sobre la base del análisis de las paleofloras del Nordeste y Noroeste durante el Mioceno-Plioceno, postulan un mejoramiento de las condiciones ambientales por el registro de bosques ribereños y sabanas arboladas (equivalentes a los actuales bosques secos con estacionalidad) indicadores de mayor humedad.

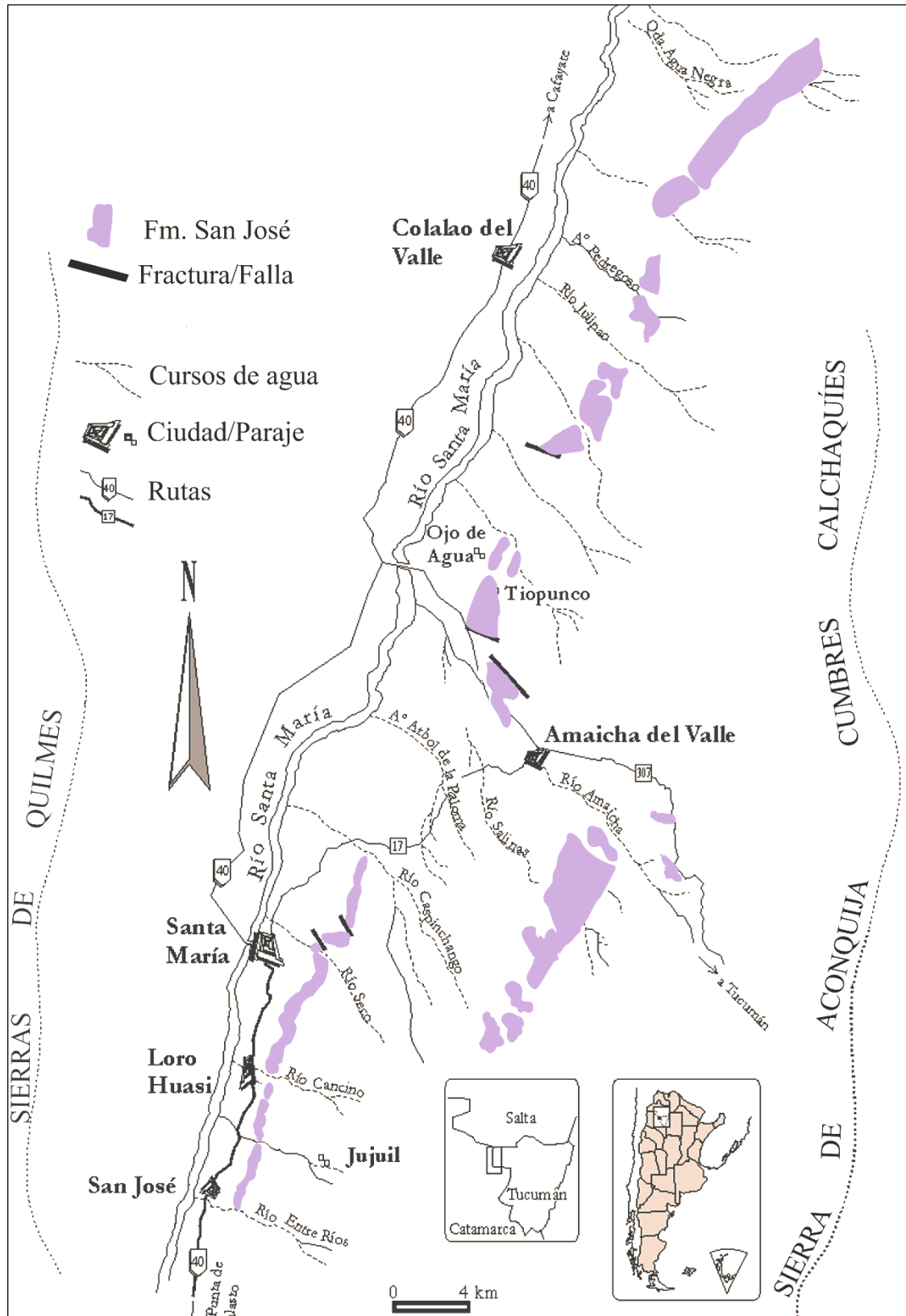


Figura 5: Mapa-bosquejo geológico-estratigráfico de los afloramientos de la Formación San José, en el valle de Santa María, provincias de Catamarca y Tucumán (Tomado y modificado de Morton, 2004).

Localidades fosilíferas exploradas - Formación San José

(Figura 7)

Catamarca:

1. Quebrada de Jujuil
2. Quebrada de Julipao
3. Río Añaco
4. Río Seco I
5. Río Seco II
6. Río Seco III
7. San José
8. Puerta de Corral Quemado

Tucumán:

1. Al Norte del Castillo
2. Camino nuevo entre Colalao del Valle y Yasyamayo
3. Campo de Aviación
4. Km 104
5. Km 107
6. La Aguadita
7. La Quenquiada
8. Las Salinas
9. Lomas Amarillas
10. Lomas frente a La Soledad
11. Lomas Pista de Aviación

12. Morro Las Brujas

13. Tiopunco

14. Zig-Zag N

Salta:

15. Tolombón

FORMACIÓN CHIQUIMIL Riggs y Patterson (1939)

Esta Formación toma el nombre de la localidad homónima (Entre Ríos), en la provincia de Catamarca e impuesto por Riggs y Patterson (1939).

Geología

La Formación Chiquimil se encuentra en el tope de la sección inferior del Grupo Santa María, distribuida a lo largo del valle de Santa María, siguiendo una orientación Norte-Sur. Continúa en concordancia por encima de la Formación Las Arcas, en forma transicional.

Al igual que la Formación San José, aparece tanto en las cercanías del cauce del río Santa María o adosada al Oeste de las sierras Cumbres Calchaquíes o de la sierra del Aconquija, siendo su límite Norte a la altura de Tiopunco (Tucumán) y al Sur en Catamarca, cercano a la localidad de Punta de Balasto. Aflora, también, en el valle de Villavil (Hualfin-Las Cuevas) (Figuras 4 y 6).

Es una secuencia de 750 a 900 m de espesor, compuesto por areniscas volcánicas amarillas, verdes y marrones, limolitas y arcilitas (Marshall y Patterson, 1981; Bossi *et al.*, 1987), como así también por conglomerados finos e intercalaciones de pelitas verdosas, amarillentas y pardas de origen fluvial, con algunos episodios lacustres (de fondo, costa, orla y barreales de lago) en la base y distintos tipos de planicies de inundación, intermedia o alejadas del canal y explayamiento (Ibáñez, 1998 y 2001).

Está caracterizada por depósitos lacustres amarillo verdosos en la porción inferior, mientras que la superior posee depósitos fluviales, arenosos y conglomerádicos, hacia el Norte los depósitos lacustres reemplazan a los fluviales y en el extremo Norte del valle se han depositado evaporitas, interpretados como sabkha continental (Ibáñez, 2001).

En general, la unidad (Figuras 3 y 4) ha sido dividida, sobre la base de la fauna de vertebrados, (Stahlecker en Marshall y Patterson, 1981) en:

Miembro A (superior): de 340 m de espesor, con areniscas volcánicas gruesas a medianas, a menudo conglomerádicas, amarillo claras, macizas o con estratificación cruzada, con intercalación de areniscas finas y limolitas finamente estratificadas yesíferas (Bossi y Palma, 1982; Bossi y Gavriloff, 1998).

Miembro B (inferior): de 140 m de espesor, con areniscas limosas gris claras, muy friables, limolitas, arcilitas pardo oscuras, gris claras. De aquí provienen los microfósiles estudiados.

En el sector sur del valle, se han identificado facies de conglomerados de abanicos aluviales que se encuentran intercaladas dentro de la Formación Chiquimil y que han sido denominadas como Paraconglomerado Ampajango (Georgieff *et al.*, 2014).

Muruaga (1999 y 2001) describió los Miembros El Jarillal, El Áspero y Los Baños para el valle de Villavil.

El primero y el tercero pueden ser correlacionados con los Miembros A y B del valle de Santa María, mientras que el Miembro "El Áspero" es un conglomerado volcánico no estrictamente correlacionable con el Paraconglomerado Ampajango.

El Miembro B se apoya concordamente sobre la Formación Las Arcas y el Miembro A tiene como techo a la Formación Andalhuala.

Edad

Por mediciones radimétricas (Latorre *et al.*, 1997) y por su fauna de vertebrados (Powell *et al.*, 1995) la Formación Chiquimil es asignada al Mioceno Superior (véase también Bossi *et al.*, 1998 y Kleinert y Strecker, 2001), es decir que se depositó entre los 9.3 y 7.14 Ma $\pm$.

Los resultados de la datación K-Ar, obtenidos por Marshall *et al.* (1979) en la localidad de Entre Ríos dan una edad de 6,02 Ma., mientras que en el Valle del Río Bolsón (frontera entre los miembros A y B) la fecha aproximada es de unos 6,68 Ma. (Marshall y Patterson, 1981) (Figuras 3 y 4).

Paleontología

Los depósitos de la Formación Chiquimil poseen un variado registro fósil, distinguiéndose, entre los vertebrados, algunos mamíferos de edad Friasense (Marshall y Patterson, 1981) y pequeños peces asignados a la Familia Poecillidae (De Faveri, 1978; Cione *et al.*, 1995) pero que aún no han sido estudiados en detalle (Herbst *et al.*, 2000).

Existen numerosas contribuciones referidas al análisis de palmeras y otras angiospermas representadas por registros polínicos, leños fósiles e impresiones de hojas, de tallos y de frutos.

Franco *et al.* (2014) tras el descubrimiento de *Palmoxylon romeroi* sp. nov., (Arecaceae) deducen para la Formación Chiquimil un clima tropical-subtropical, seco a estacionalmente seco, en tierras altas poco húmedas como sabanas.

Mautino y Anzótegui (2014) registran la presencia de nuevos taxones palinológicos, entre ellos, *Kyllinga* (Ciperáceas), asociada a ambientes palustres dulceacuícolas.

Garralla *et al.* (2016) infieren, sobre la base de los hallazgos de granos de polen, un desmejoramiento climático, a partir del registro de bosques ribereños acompañados de sabanas herbáceas.

Morton y Herbst (2003) citan la presencia de *Neocorbicula anzoteguae* nov. sp., *Bulimulus* sp., *Potamolithus bertelsae* nov. sp. y *Littoridina gavriloffi* nov. sp.

Estas especies estarían indicando un ambiente indubitavelmente dulceacuícola, inciertamente oligohalino, adaptadas a determinadas condiciones ambientales.

Salvo unos pocos microfósiles bien descriptos (Bertels y Zabert, 1980; Zabert, 1982) la mayoría de los citados en la literatura deben ser revisados, ya que son menciones sin descripción (Vergani *et al.*, 1991, en Gavriloff *et al.*, 1998).

Mediante la información paleontológica disponible, no se registran formas decididamente marinas; aunque algunos microfósiles puedan indicar hipersalinidad en ciertos sectores, lo que se explica por los aportes esporádicos de aguas marinas (Herbst *et al.*, 2000).

Es interesante señalar que el conocimiento de los microfósiles calcáreos (foraminíferos y ostrácodos) es bastante magro (Herbst *et al.*, 2000).

Localidades fosilíferas exploradas - Formación Chiquimil

(Figura 7)

Catamarca:

1. Agua Verde
2. Puerta de Corral Quemado
3. Río Añaco
4. Río Seco

Tucumán:

1. Lomas Amarillas
2. Río Caspinchango
3. Río Salinas
4. Tiopunco

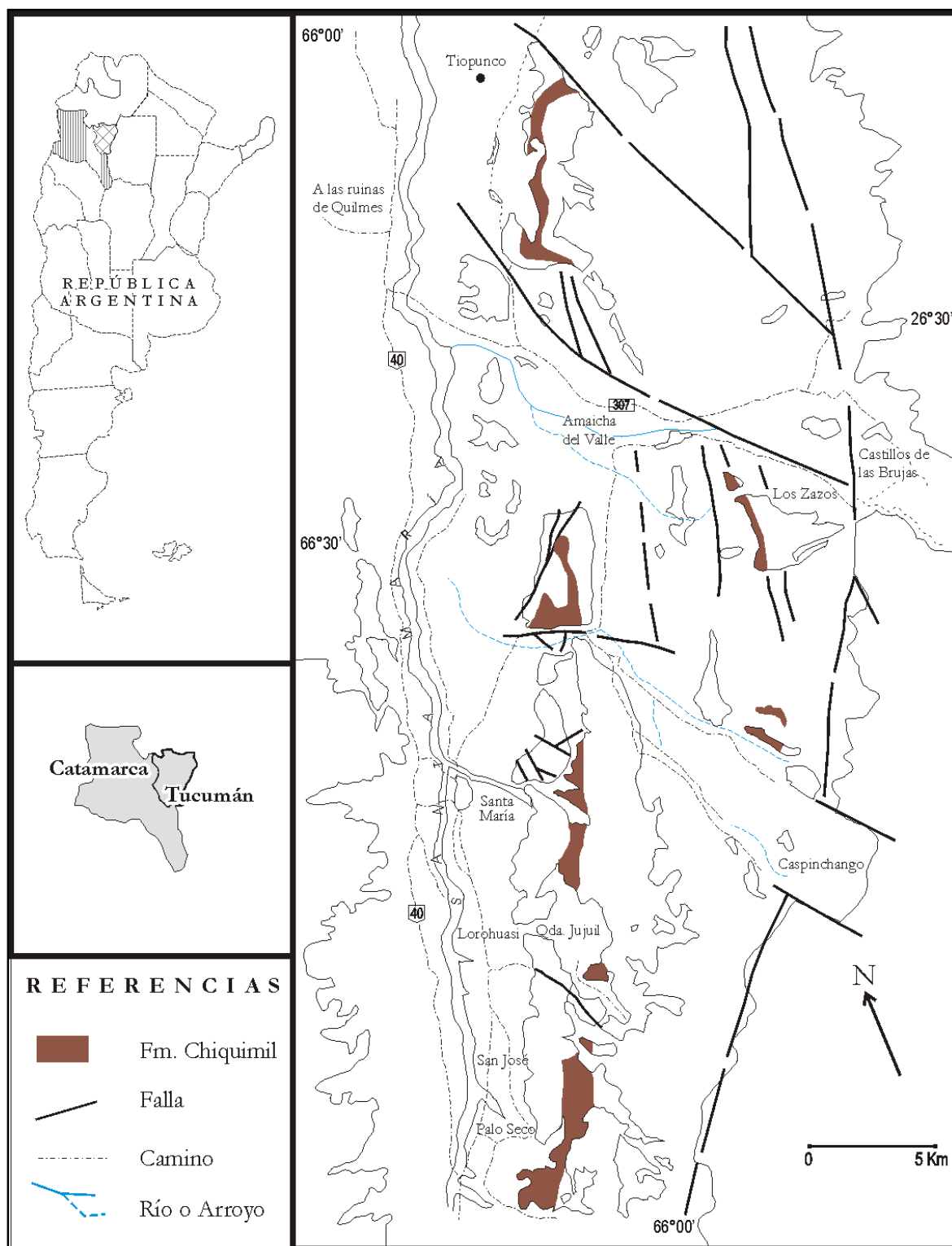


Figura 6: Mapa-bosquejo geológico-estratigráfico de los afloramientos de la Formación Chiquimil, en el valle de Santa María, provincias de Catamarca y Tucumán (Tomado de Morton, 2004).

PERFILES ELABORADOS EN ESTA TESIS

PROVINCIA	LOCALIDAD	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	FORMACIÓN
Catamarca	Tiopunco	26°36'533'' S 65°55'345'' O	San José
	Río Seco I	26°41'714'' S 66°01'562'' O	
	Río Seco II	26°42'560'' S 66°01'286'' O	
	Río Seco III	26°42'654'' S 66°01'264'' O	
	Campo de aviación 3	26°13'581'' S 65° 50'038'' O	
	Camino entre Colalao del Valle y Yasyamayo	26°24'203'' S 65°54'164'' O	
Salta	Tolombón	26°13'631'' S 65°48'293'' O	Chiquimil
Tucumán	Tiopunco	26°27' 590'' S 65°55' 438'' O	
	Río Salinas	26°36'516'' S 65°56'355'' O	

Cuadro 6: Ubicación geográfica y estratigráfica de los perfiles realizados en esta tesis.

Localidad	Perfil N°	Formación	Coordenadas geográficas
Río Seco I	1	San José	26°41'714'' S 66°01'562'' O
Río Salinas	2	Chiquimil	26°36'516'' S 65°56'355'' O
Tiopunco	3	San José	26°36'533'' S 65°55'345'' O
Campo de aviación 3	4		26°13'631'' S 65°48'293'' O
Camino entre Colalao del Valle y Yasyamayo	5		26°24'203'' S 65°54'165'' O
Tiopunco	6	Chiquimil	26°27' 590'' S 65°55' 439'' O

Cuadro 7: Perfiles estratigráficos analizados y esquematizados en esta tesis.

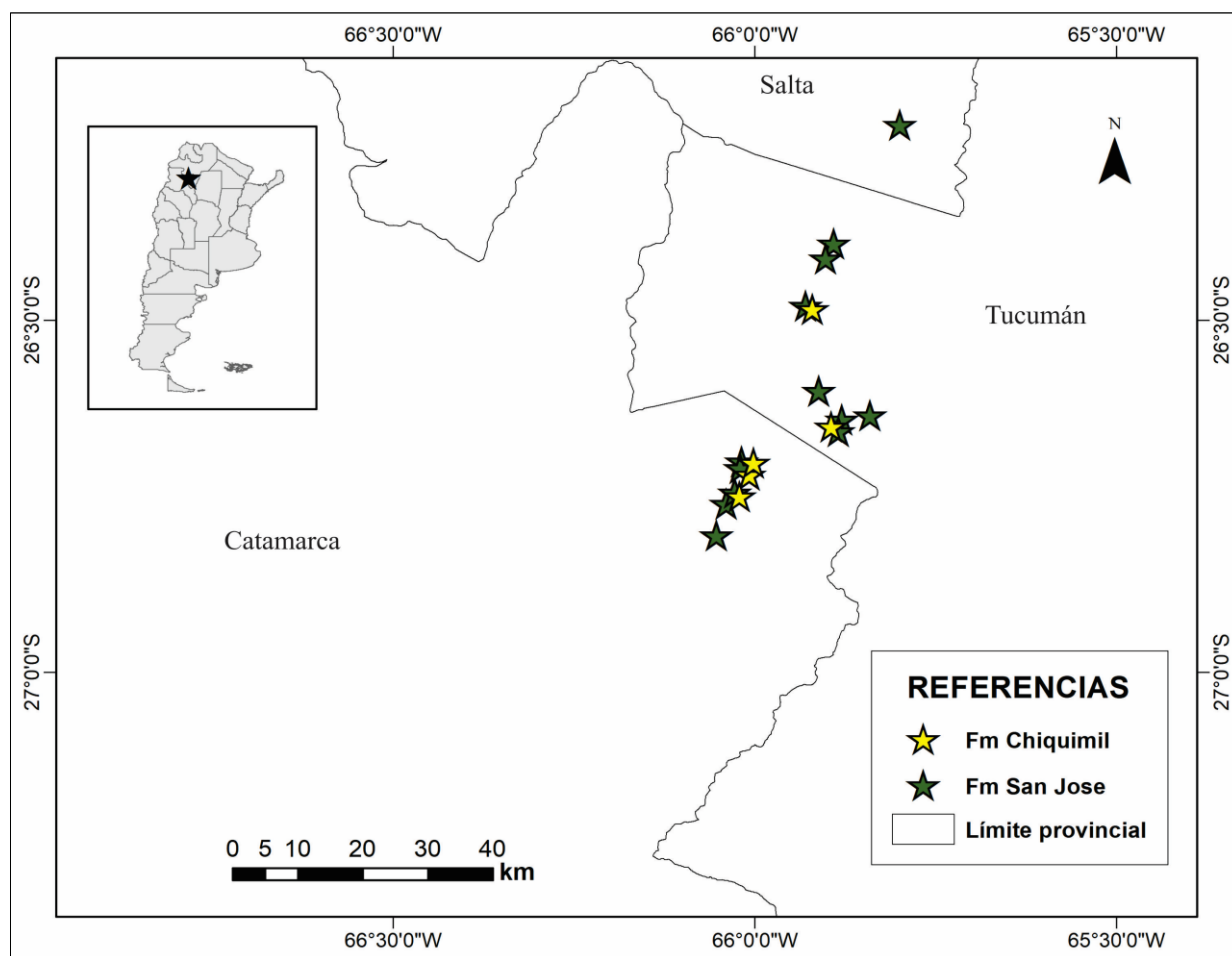


Figura 7²: Mapa de ubicación de las localidades muestreadas. Formaciones San José y Chiquimil.

Elaboración propia. Fuente: Morton y Herbst (2003).

²: Según Morton y Herbst (2003) y a la escala de representación del mapa. Muchos de los puntos de muestreos se encuentran incluidos en los representados.

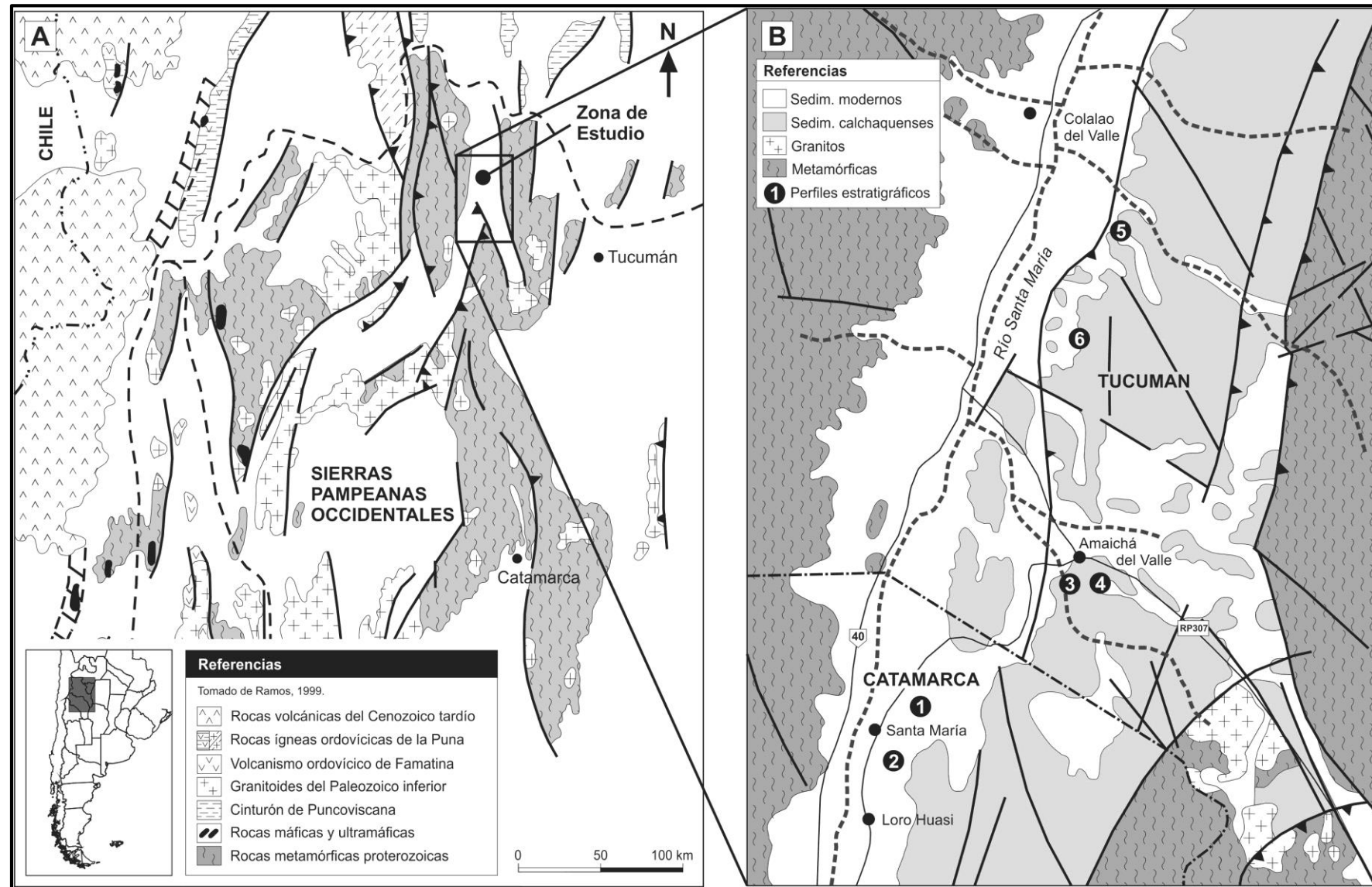


Figura 8: Ubicación de los perfiles realizados en esta tesis (Para referencias de los perfiles ver Cuadro 6).

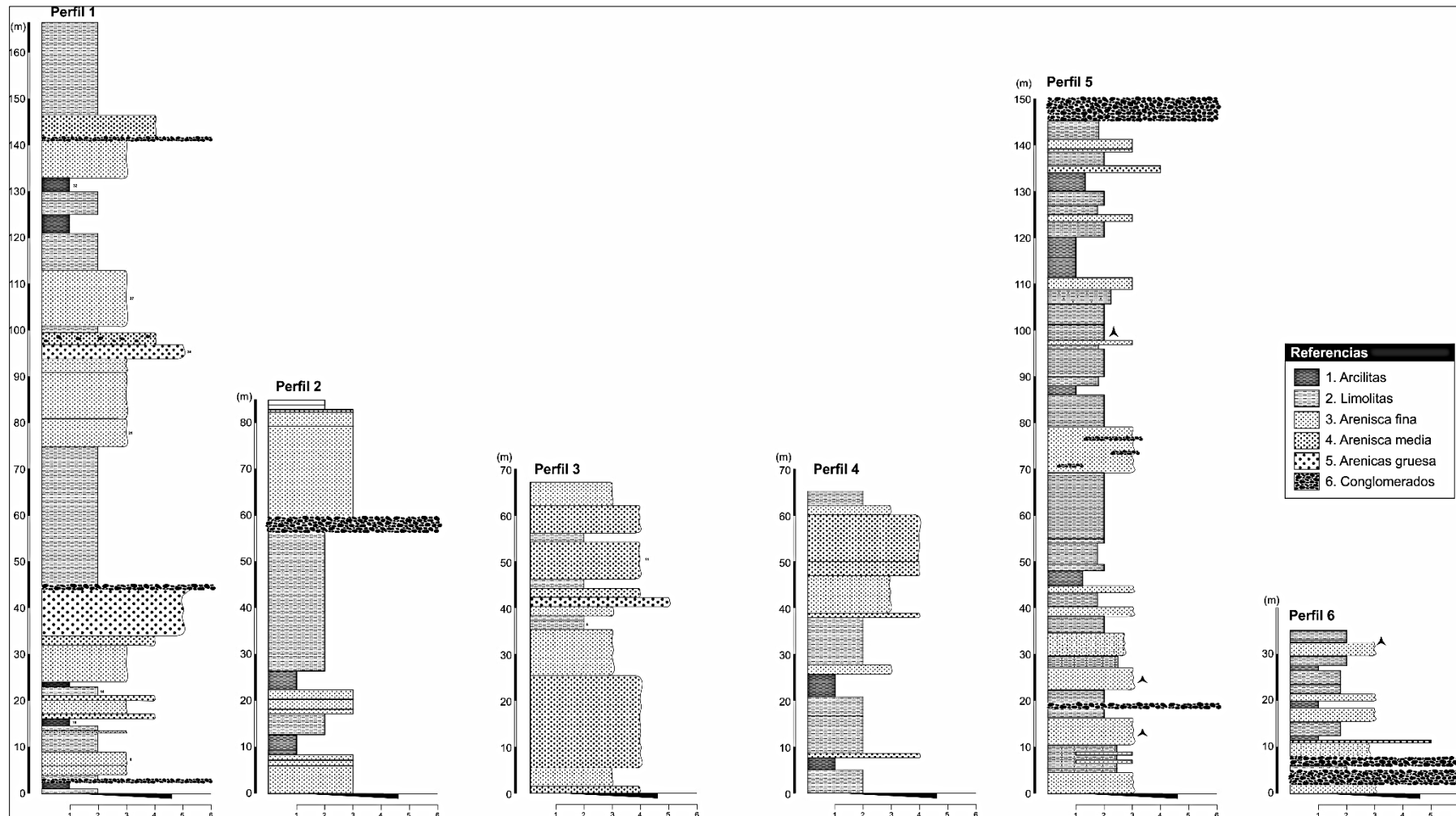


Figura 9: Perfiles estratigráficos. Perfil 1: Loc. Río Seco, Fm. San José. . Perfil 2: Loc. Río Salina, Fm. Chiquimil. Perfil 3: Loc. Tiopunco, Fm. San José. Perfil 4: Loc. Campo de Aviación, Fm. San José. Perfil 5: Camino entre Colalao del valle y Yasyamayo, Fm. San José. Perfil 6: Tiopunco, Fm. Chiquimil.



Lámina 3: Afloramientos de la Formación San José en Río Seco (Catamarca) (Fuente propia).



Lámina 4: Afloramientos de la Formación Chiquimil en Río Salinas (Tucumán) (Fuente propia).



Lámina 5: Afloramientos de la Formación San José en Tiopunco (Tucumán) (Fuente propia).



Lámina 6: Afloramientos de la Formación San José en Campo de Aviación 3 (Tucumán) (Fuente propia).

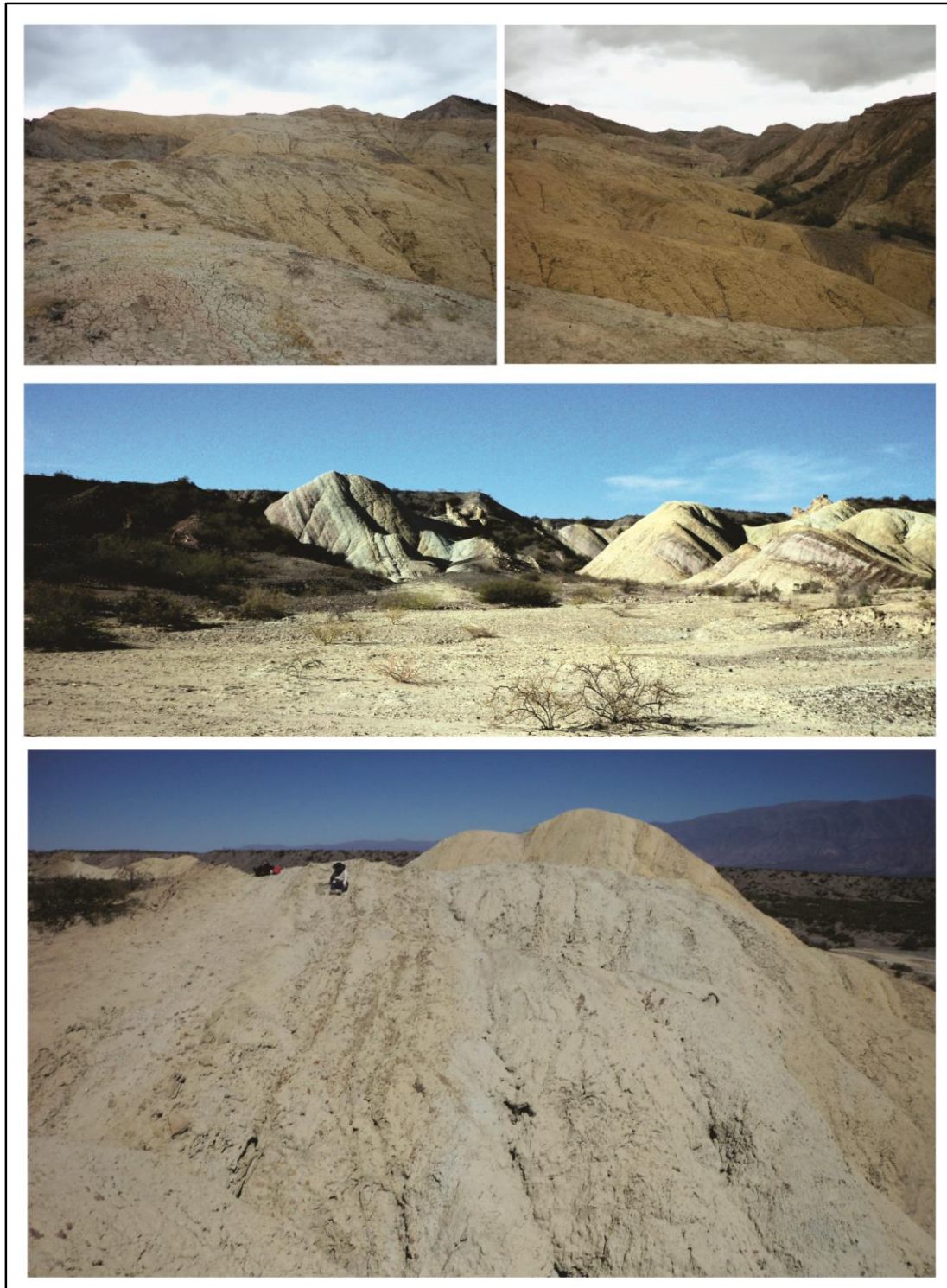


Lámina 7: Afloramientos de la Formación San José en el Camino nuevo entre Colalao del Valle y Yasyamayo (Tucumán) (Fuente propia).



Lámina 8: Afloramientos de la Formación Chiquimil en Tiopunco (Tucumán) (Fuente propia).

CAPÍTULO 5

OSTRÁCODOS Y

FORAMINÍFEROS



CARACTERÍSTICAS DE OSTRÁCODOS Y FORAMINÍFEROS

Los **ostrácodos** y los **foraminíferos**, gracias a su variabilidad y a su sensibilidad al ambiente resultan muy útiles para la reconstrucción de las condiciones ecológicas de épocas pasadas, ya que aportan datos referidos a parámetros ambientales tales como salinidad, temperatura, profundidad y naturaleza del sustrato, entre otros.

Estas circunstancias revelan su importancia en investigaciones referidas a paleoecología, paleoambientes y zonaciones bioestratigráficas.

Foraminíferos y ostrácodos pueden coexistir en ambientes marinos, en tanto que los ostrácodos habitan todo tipo de ambientes, razón por la cual aportan datos en aquellos ambientes en que los foraminíferos son exiguos o están ausentes.

OSTRÁCODOS

Importancia

Los ostrácodos componen una Clase bien definida dentro del Subphylum Crustacea (Phylum Arthropoda). La clase presenta un rango bioestratigráfico desde el Ordovícico Superior al Reciente.

Son microcrustáceos con caparazón calcáreo, fácilmente preservable en el registro fósil (Rodríguez-Lázaro y Ruiz-Muñoz, 2012), compuesto por dos valvas (izquierda y derecha), fundamentalmente bentónicos, poseen un amplio espectro ecológico (habitan ambientes de agua dulce, salobres, marinos e hipersalinos y ambientes terrestres), además son muy sensibles a los cambios ecológicos,

Los fósiles abundan desde el Ordovícico; durante el Paleozoico la mayoría eran marinos y bentónicos.

Las formas planctónicas surgieron a comienzos del Ordovícico y las primeras formas de agua dulce aparecieron a finales del Carbonífero.

La mayoría de los géneros post-paleozoicos y recientes pertenecen al Orden Podocopida (Swain, 1990, Horne *et al.*, 2002).

Las valvas tienen un elevado potencial de preservación en el ambiente, lo que les permite tener el registro fósil más completo de los artrópodos y por tanto los hace particularmente útiles en estudios paleoecológicos (Rodríguez-Lázaro y Ruiz-Muñoz, 2012).

En este uso también ayuda que posean un extenso biocrón (Martens y Horne, 2009).

Gracias a su larga historia geológica los ostrácodos han llegado a ser el grupo con mayor diversidad entre los crustáceos, pues se conocen entre 10.000 y 15.000 especies actuales, llegando a más de 60.000 si también consideramos el registro fósil (Meisch, 2000).

Características generales

El **caparazón** (Figura 10) está formado por dos valvas laterales que cubren todo el cuerpo y están articuladas en la parte superior (Horne *et al.*, 2002). Está formado por calcita, secretada por la epidermis de la lamela externa y la parte periférica de la lamela interna; cuando el animal está vivo las valvas calcáreas están cubiertas por una capa de cutícula.

El tamaño de los adultos varía entre 0.5 y 2-3 mm de longitud, algunas formas intersticiales miden 0.2 mm.

Asimismo, existen especies dulceacuícolas que alcanzan los 8 mm; las de *Gigantocypris* los 32 mm y algunas paleozoicas del género *Leperditia* llegaron a los 50 mm (Horne *et al.*, 2002).

Las valvas se cierran por la acción de los músculos aductores que corren a lo largo de la parte central del cuerpo y se insertan en la superficie interna de la lamela externa calcificada, donde se forman las impresiones características.

El patrón que adoptan los paquetes de músculos aductores es un carácter de importancia taxonómica, particularmente usada para determinaciones a nivel de superfamilia (Moore, 1961, Horne *et al.*, 2002).

Las dos valvas están articuladas en el margen dorsal por lo que se conoce como charnela, la cual puede ser muy simple o bastante compleja. Está formada por pequeños

surcos y barras, y/o dientes y fosetas, cuya organización general reviste importancia taxonómica. Los elementos de articulación de una valva, en el caso de estar presentes, son complementarios de los de la otra.

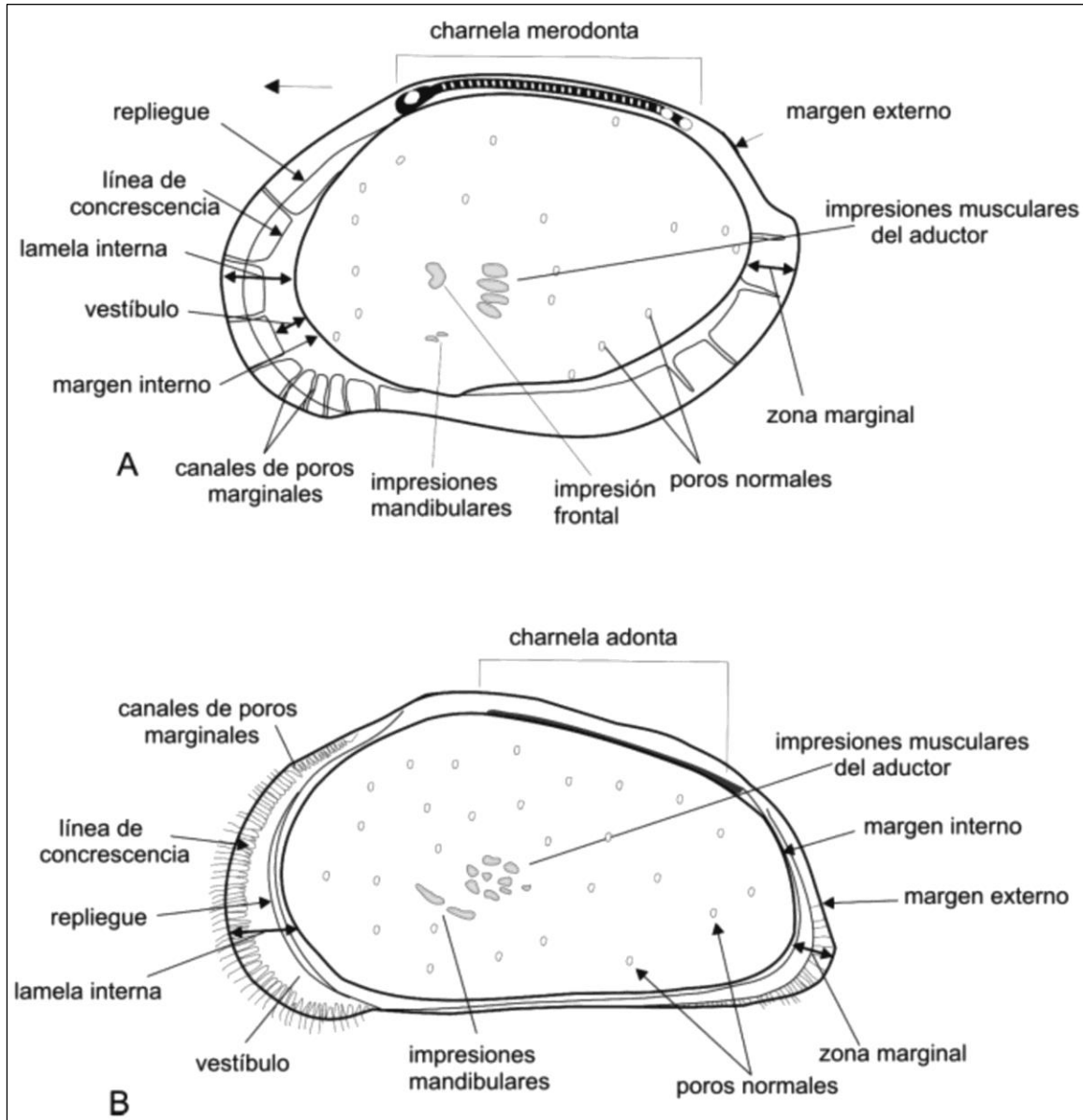


Figura 10: Esquemas de la morfología interna en Podocopida. **A.** valva derecha de *Loxoconcha paranensis* (Cytheroidea). **B.** valva derecha de *Sclerocypris exserta* (Cypridoidea) (Tomado de Laprida y Ballent, en Camacho, 2007).

El caparazón de los ostrácodos es extremadamente variable en cuanto a tamaño y ornamentación; pueden ser esferoidales, elongados, globosos o comprimidos (lateral o

ventralmente). La superficie externa de las valvas puede ser lisa u ornamentada con pequeñas puntuaciones o depresiones largas, separadas por muros y formando un patrón de reticulación; otros tipos de ornamentación incluyen costillas, espinas, tubérculos, nódulos y pueden presentar hendiduras.

Habitualmente las mediciones realizadas en las valvas de los ostrácodos son alto y largo máximos (Figura 11).

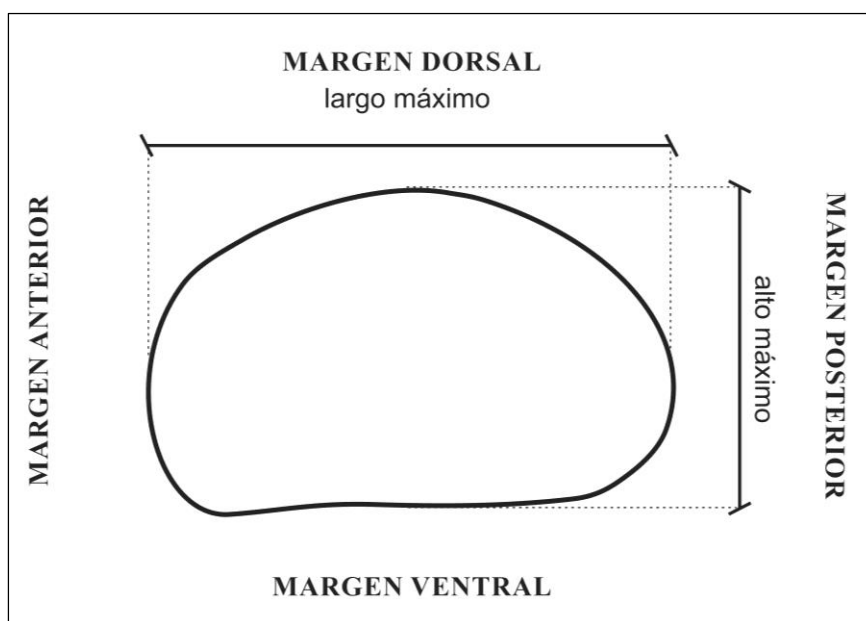


Figura 11: Morfología externa de *Cypridopsis vidua* (Podocopida, Cypridoidea). Vista lateral (Modificado de Van Morkhoven, 1959).

Como regla general, el caparazón no es simétrico, ya que una valva es normalmente mayor y sobrepasa levemente a la otra. Se reconocen, mediante diversos caracteres, una valva derecha y una valva izquierda.

El contorno del cuerpo es de importancia diagnóstica a nivel genérico.

En los ostrácodos existe un proceso de muda, típico del phylum, mediante el cual el exoesqueleto completo es eliminado (Delorme, 2001; Smith, 2015), para ser reemplazado por uno nuevo de mayor tamaño en respuesta a los requisitos del crecimiento corporal.

Los estadios se designan como: “A” para el adulto, y el resto de los estadios como “A-1”, “A-2”... en orden decreciente de tamaño, siendo el “A-8” el primer estadio juvenil de vida libre tras la eclosión del huevo.

Aunque se los ha llegado a clasificar como una subclase de los Maxillopoda, actualmente está más aceptado que los ostrácodos forman una clase separada dentro de los crustáceos. Se dividen en dos subclases (Martin y Davis, 2001).

La subclase Myodocopa (con los órdenes Myodocopida y Halocyprida) únicamente tiene representantes marinos.

La subclase Podocopa (Figura 12) posee tres órdenes: Platycopida (con especies marinas y unas pocas de aguas salobres), Palaeocopida (conocida exclusivamente por representantes fósiles) y Podocopida (grupo más diverso de ostrácodos con representantes en aguas dulces, salobres y marinas) (Martens *et al.*, 2008).

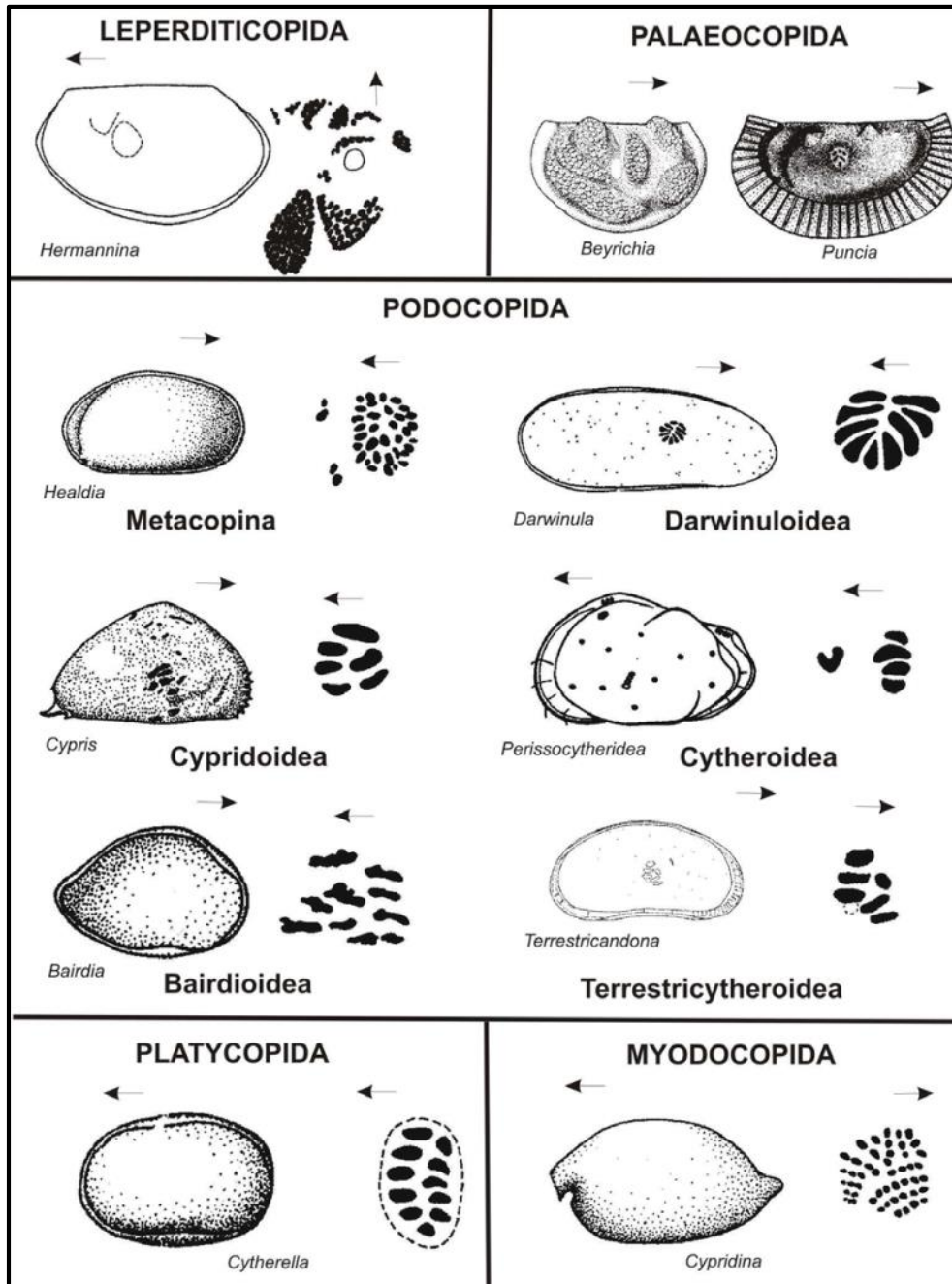


Figura 12: Representantes de los órdenes de Ostracoda. Esquemas del aspecto general de los caparazones indicando su orientación y detalle de las impresiones musculares (Tomado de Laprida y Ballent, en Camacho, 2007).

Ecología

De acuerdo a los registros fósiles, los primeros ostrácodos fueron marinos (Ordovícico) y a partir del Carbónico invadieron ambientes acuáticos continentales.

Los medios en los cuales los ostrácodos son habitantes frecuentes son: acuáticos continentales lenticos y loticos, transicionales, marinos litorales, marinos de plataforma interna y de plataforma externa, aunque también algunos taxones están adaptados a la vida semi-terrestre, como musgo húmedo y hojarasca (Pinto *et al.*, 2005a, b; Martens *et al.*, 2012), también ambientes subterráneos y hasta lagos de los altiplanos de todo el planeta (Laprida y Ballent, 2008).

Los principales factores ecológicos que influyen en la distribución de las especies de ostrácodos son la **salinidad**, la **temperatura**, el sustrato, la **profundidad**, el aporte **alimenticio** y la **química** del agua, siendo los dos primeros parámetros los que más influyen en su distribución y abundancia.

Delorme (2001) estableció que el nivel de bicarbonato, sulfato, cloro y carbonato interfiere en la biología de los ostrácodos. En este sentido, la valva calcárea se ve afectada por el pH del hábitat y la disponibilidad de carbonato.

La temperatura del agua afecta al desarrollo, fecundidad y supervivencia de manera específica.

El oxígeno disuelto es crucial para la supervivencia de los organismos acuáticos. Las necesidades medias de oxígeno para los ostrácodos de agua dulce oscilan entre 7.3 y 9.5 mg L⁻¹ (Delorme, 2000), aunque debido al tipo de vida bentónico, algunas especies están adaptadas a tolerar condiciones de hipoxia (Rossi *et al.*, 2002).

La dispersión a larga distancia ocurre por transporte pasivo gracias a vectores como los invertebrados, vertebrados y el viento.

Muchas especies ponen huevos de resistencia, los que pueden ser transportados largas distancias durante mucho tiempo. Por ejemplo, la superfamilia Cypridoidea desarrolló la capacidad de producir huevos resistentes a la desecación, permaneciendo viables entre 50 y 100 años (Martens, 1994).

FORAMINÍFEROS

Desde la segunda mitad del siglo XX, los foraminíferos se han convertido en un grupo de interés para los paleontólogos, en los últimos 30 años han aumentado considerablemente las investigaciones, debido a que los análisis de estos microorganismos pueden proveer evidencias confiables para la comprensión de los cambios ambientales que acontecieron en el pasado geológico.

Sus conchillas son factibles de preservarse en el registro fósil y son componentes importantes de los sedimentos marinos (Lee *et al.*, 2000; Langer, 2008).

Su uso tiene un enorme potencial para evaluar la calidad de las aguas marinas y de los posibles agentes de contaminación (Debenay *et al.*, 2001; Armynot du Châtelet *et al.*, 2004).

Estos individuos son especialmente sensibles a los rápidos cambios del medio (e.g. salinidad, niveles de oxígeno, concentración de materia orgánica), siendo particularmente útiles para realizar reconstrucciones paleoambientales (Náñez y Malumián, 2008), lo que permite comprender modificaciones que acontecieron en el pasado geológico.

Su aplicación en la exploración petrolera dio gran impulso al estudio de estos protistas. Asimismo, han sido y son de gran atención en el estudio de perforaciones de fondos oceánicos.

Tienen un extraordinario registro geológico que se remonta al Cámbrico y se extiende hasta el Reciente.

Su pequeño tamaño es una de las razones de su intensivo uso en la exploración de subsuelo (hasta miles de ejemplares/cm³ de rocas de perforación), razón que facilita recuentos confiables y aplicaciones estadísticas.

Gracias a la rápida evolución y amplia distribución geográfica, los foraminíferos planctónicos son utilizados para realizar biozonaciones para el Cretácico y el Cenozoico, como las de Bolli (1966), Blow (1969), Stainforth *et al.* (1975), Bolli *et al.* (1985), Arz y Molina (2002), entre otras.

Características generales

Estos organismos pertenecen al Phylum Protozoa (Subphylum Sarcodina, Clase Foraminiferida).

Se han descrito más de 30.000 especies de foraminíferos, entre vivos y extintos.

Están presentes en prácticamente todos los ambientes marinos, tienen una amplia gama de diversidad taxonómica.

Son protistas unicelulares, marinos, bentónicos y planctónicos. Su tamaño varía entre 0.1 y 1 mm. Presentan caparazones que protegen el protoplasma. Los mismos pueden estar formados por materia orgánica en su totalidad, mezclada con granos de arena o compuestas por una capa interna fina de materia orgánica y una capa externa gruesa de naturaleza calcárea. Presentan un ciclo corto de reproducción, con alternancia de fases sexuales y asexuales (Sen Gupta, 1999; Náñez y Malumián, 2008)

El caparazón puede presentar uno o más compartimientos llamados cámaras; cuando existe más de una, la pared que las separa se denomina septo (Figura 13).

Los septos suelen presentar pequeñas perforaciones o forámenes, que comunican cámaras contiguas.

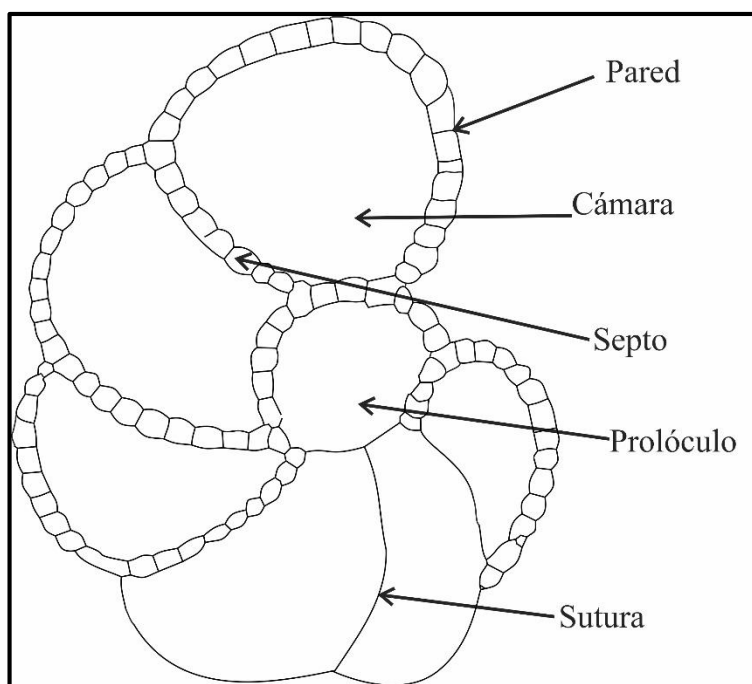


Figura 13: Morfología básica de un foraminífero (Tomado y modificado de www.geopaleontologia.wordpress.com).

El protoplasma suele estar restringido a la última cámara y se proyecta hacia el exterior a través de una abertura, y rodea completamente el caparazón.

La forma del caparazón, la forma y la disposición de las cámaras, la textura de la pared, ornamentación y la forma y posición de la abertura principal son de gran importancia taxonómica.

Los parámetros morfométricos utilizados para el análisis y descripción de los foraminíferos son, entre otros, altura media de la barra septal en la sutura entre la penúltima y última cámaras, grado de apertura de la zona umbilical, grado de ornamentación dentro de las suturas, altura y largo (Figura 14), diámetro máximo (utilizado en esta tesis para medir los ejemplares colectados) (Roberts *et al.*, 2016).

De acuerdo con el número de cámaras que presenta su caparazón, los foraminíferos se clasifican en uniloculares y multiloculares.

Los uniloculares poseen una sola cámara: el prolóculo, seguido muchas veces por una segunda cámara. La forma que adopta esta cámara puede ser variada: esférica, con forma de botella o clava, enrollada o tubiforme. También existen formas radiadas, arborescentes y aún irregulares.

En los foraminíferos multiloculares, las cámaras pueden adoptar las diferentes disposiciones: serial, planoespiral, trocoespiral o miliólido.

Con respecto a la pared de la conchilla, su naturaleza y características son de gran importancia taxonómica, ya que define subórdenes.

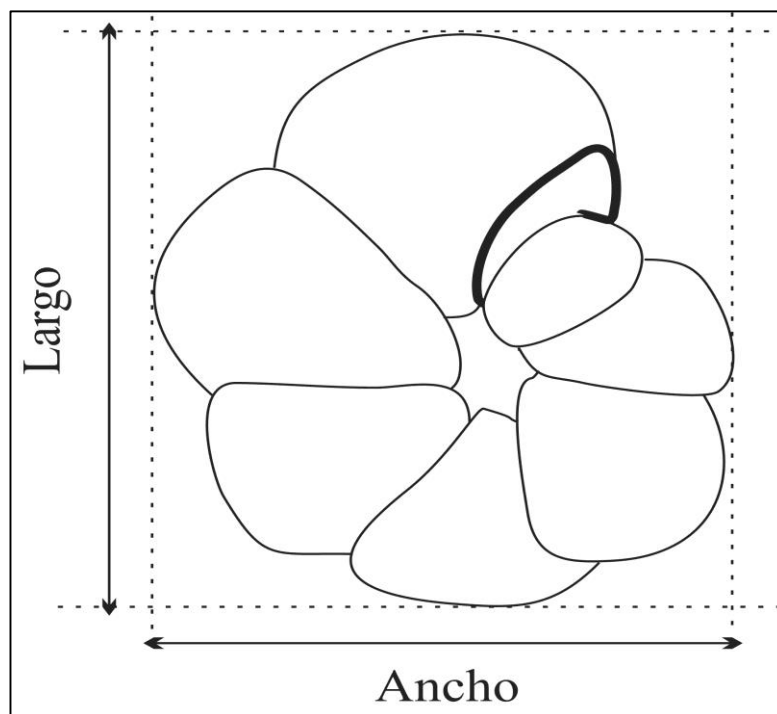


Figura 14: Parámetros utilizados en el análisis biométrico de foraminíferos (Tomado y modificado de Arenillas *et al.*, 2007).

ECOLOGÍA

Los foraminíferos bentónicos viven en la superficie de los sedimentos o en la porción superior, hasta una profundidad de 15 cm. La mayoría de estos organismos unicelulares prefieren aguas salinas (25 a 40 ppm) (Murray, 2006).

Algunas especies son abundantes sólo en el océano profundo, otras exclusivamente en ambientes salobres como estuarios y marismas y otras a determinadas profundidades y temperaturas (Hayward y Hollis, 1994).

Existen algunas especies que pueden habitar aguas mixohalinas tales como lagunas litorales (siempre en relación con cuerpos marinos vecinos) y representan condiciones marginales de supervivencia.

El análisis paleoecológico en foraminíferos incluye, además de la autoecología, parámetros tales como diversidad, abundancia, relación entre planctónicos y bentónicos, proporción de los diferentes tipos de pared de los foraminíferos bentónicos, microhábitats e isótopos estables (Náñez y Malumián, en Camacho, 2007).

La autoecología de especies recientes puede aplicarse a sus representantes fósiles para interpretar paleoambientes. Esta atención es especialmente útil para el Neógeno, dado que la mayoría de las especies recientes se originaron en el Mioceno (Náñez y Malumián, en Camacho, 2007).

La colonización de un ambiente de aguas continentales por un foraminífero no es un proceso frecuente aunque, al menos desde el Terciario hay un registro de que esto ha sucedido y, además, en zonas geográficas bien distintas.

Schultze (1854) (en Boltovskoy y Wright, 1976) fue el primero señalar la presencia de foraminíferos habitando cuerpos de agua dulce.

No obstante, la primera cita de foraminíferos vivos de agua dulce en su medio corresponde a Boltovskoy (1958) en el río de la Plata. Otras observaciones de este tipo han sido las de Arnal (1961), Closs y Medeiros (1965), Boltovskoy y Boltovskoy (1968) y Boltovskoy y Lena (1971) que llegan a la conclusión de que existen foraminíferos que pueden sobrevivir en zonas donde las aguas dulces prevalecen la mayor parte del año.

Es importante señalar características particulares referidas a *Ammonia beccarii*, puesto que es una de las especies halladas en el presente estudio y que presenta características interesantes, tales como ser un taxón común en la zona infralitoral de los mares y océanos actuales, lo cual hace deducir que también habitó esta zona en épocas pasadas.

Sin embargo, esta especie también ha sido encontrada en ambientes distintos al marino, tales como lagunas litorales, marismas, estuarios, marjales, etc. (Boltovskoy y Wright, 1976; Murray, 1991).

La dinámica poblacional esperable es, en principio, diferente en ambos medios, siendo la de un estratega *k* en mar abierto y la de un estratega *r* en aguas restringidas (Uzera y Blazquez, 1998).

CAPÍTULO 6

RESULTADOS



RESULTADOS

El presente capítulo consta de las siguientes secciones: 1. *Estratigrafía*, 2. *Sistemática Paleontológica*, 3. *Análisis Cuantitativos* y 4. *Consideraciones ecológicas, paleoecológicas y tafonómicas*.

1. ESTRATIGRAFÍA

Localidades fértiles

Se confeccionaron nueve perfiles estratigráficos (Cuadro 5).

Aquí se presentan seis de ellos (Cuadro 6), seleccionados en función de la relevancia de la microfauna hallada (abundancia y riqueza de especies), es decir, se exhiben los perfiles que resultaron con muestras fértiles significativas para microfósiles.

Perfil 1

(Figura 15, Cuadro 8 y Lámina 3)

Localidad: Río Seco.

Ubicación Geográfica: Provincia de Catamarca. 26°41'714"S, 66°01'562"O.

Procedencia estratigráfica: Formación San José.

Edad: Mioceno Medio.

Contenido fosilífero: Se identificaron 12 muestras fértiles para ostrácodos y/o foraminíferos a lo largo de la columna estratigráfica. Otros fósiles hallados corresponden a gasterópodos, bivalvos y carófitas.

Espesor total del perfil: 165 metros.

Edad	Formación	Muestra N°	Contenido fosilífero
Mioceno Medio	San José	1	<i>Cyprideis torosa</i> Carofitas
		2	? <i>Physocypria</i> <i>C. torosa</i>
		3	<i>Limnocythere</i> sp. 1 Carofitas
		4	<i>Limnocythere</i> sp. 1 <i>C. torosa</i>
		5	<i>Ilyocypris bradyi</i> <i>C. salebrosa</i> <i>C. torosa</i>
		6	<i>C. salebrosa</i> <i>C. torosa</i> <i>Ammonia tepida</i> <i>Ammonia parkinsoniana</i>
		7	<i>C. salebrosa</i> <i>C. torosa</i> <i>Ammonia tepida</i> <i>Ammonia parkinsoniana</i>
		8	<i>Ilyocypris bradyi</i> <i>Limnocythere</i> aff. <i>L. reticulata</i> <i>C. torosa</i>
		9	<i>Ilyocypris bradyi</i> <i>Limnocythere</i> sp. 1 <i>C. torosa</i>
		10	<i>Ilyocypris bradyi</i> <i>Limnocythere</i> sp. 1 <i>C. salebrosa</i>
		11	<i>Ilyocypris bradyi</i> <i>Limnocythere</i> sp. 1 <i>C. salebrosa</i>
		12	<i>Ilyocypris bradyi</i> <i>C. torosa</i> <i>A. tepida</i>

Cuadro 8: Distribución de los fósiles hallados en las muestras fértiles del perfil 1.

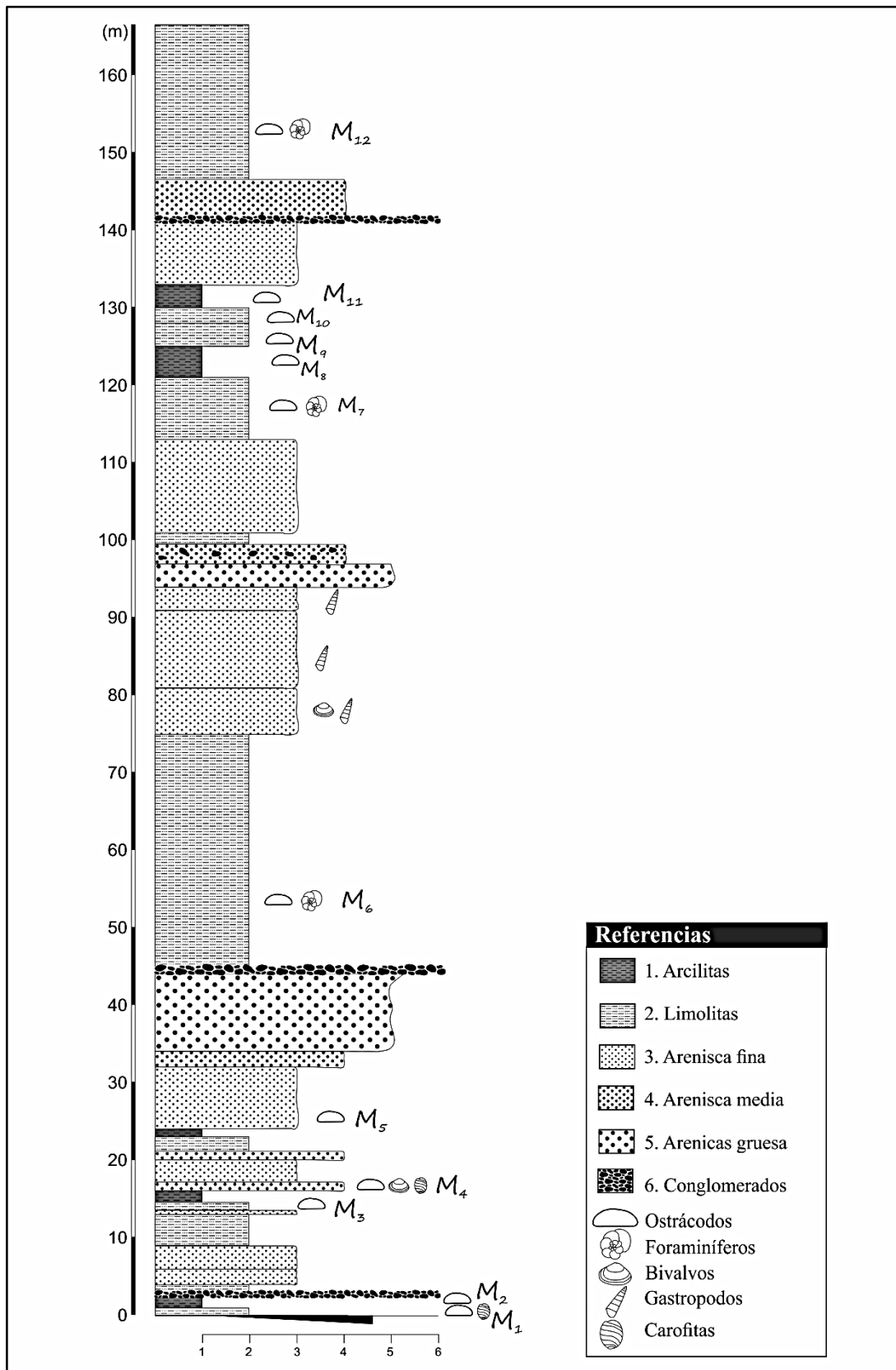


Figura 15: **Perfil 1**. Localidad: Río Seco. Formación: San José. M_n = muestra.

Perfil 2

(Figura 16, Cuadro 9 y Lámina 4)

Localidad: Río Salinas.

Ubicación Geográfica: Provincia de Tucumán. 26°36'516"S, 65°56'355" O.

Procedencia estratigráfica: Formación Chiquimil.

Edad: Mioceno Superior.

Contenido fosilífero: De las muestras analizadas, 6 resultaron fértiles para ostrácodos y/o foraminíferos. También fue posible observar la presencia de escamas de peces y gasterópodos en distintos niveles sedimentarios.

Espesor total del perfil: 85 metros.

Edad	Formación	Muestra N°	Contenido fosilífero
Mioceno Superior	Chiquimil	13	<i>A. tepida</i>
			<i>Heterocypris incongruens</i>
			<i>C. salebrosa</i>
		14	<i>A. tepida</i>
			<i>H. incongruens</i>
			<i>C. salebrosa</i>
		15	<i>L. sp. 2</i>
			<i>H. incongruens</i>
			<i>H. sp.</i>
		16	<i>I. bradyi</i>
			<i>L. aff. L. reticulata</i>
			<i>H. incongruens</i>
		17	<i>H. sp.</i>
			<i>I. bradyi</i>
			<i>C. torosa</i>
		18	<i>V. danielopoli</i>
			<i>I. bradyi</i>
			<i>C. torosa</i>

Cuadro 9: Distribución de la microfauna en las muestras fértiles del perfil 2.

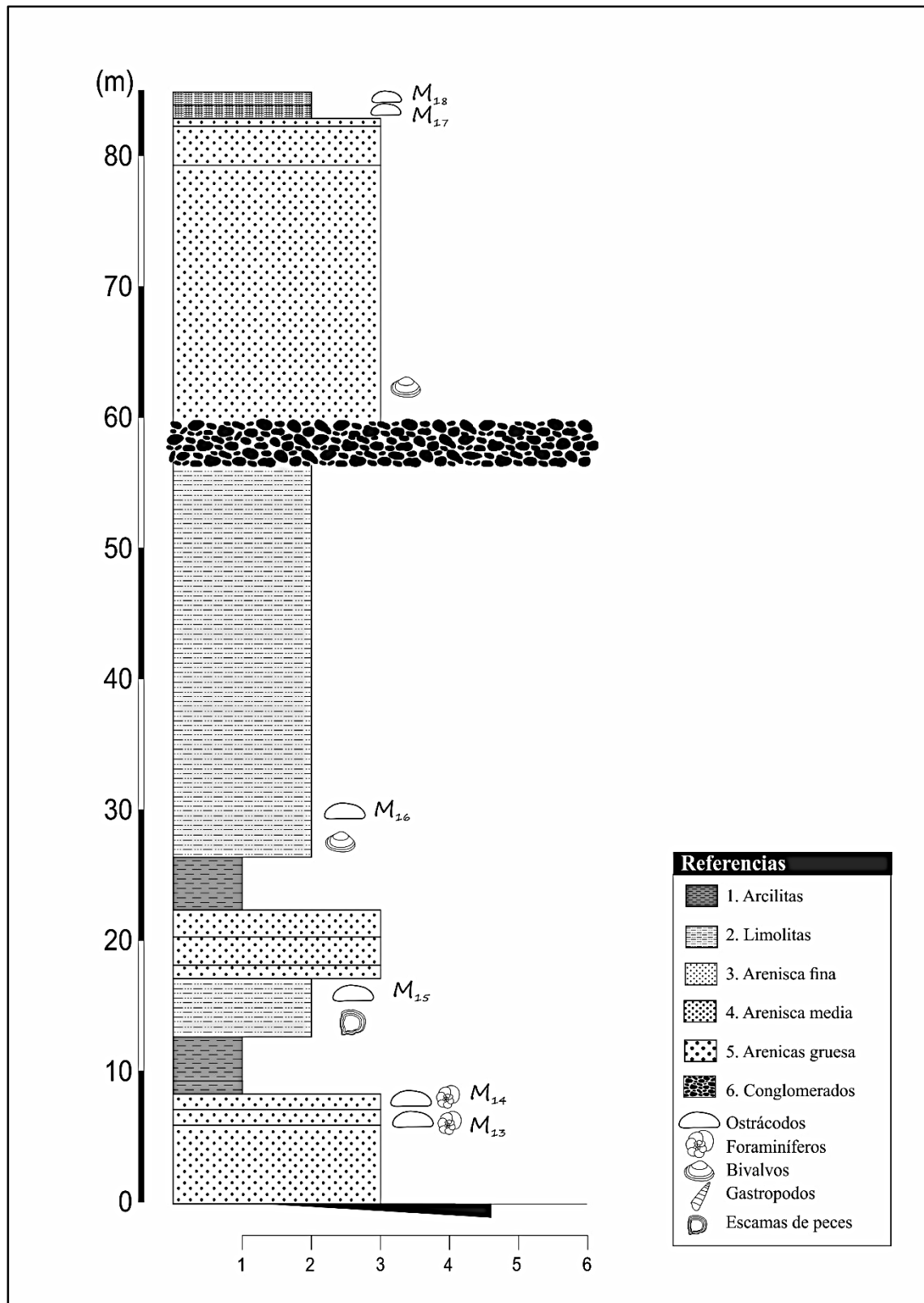


Figura 16: **Perfil 2.** Localidad Río Salinas. Formación Chiquimil. M_n = muestra.

Perfil 3

(Figura 17, Cuadro 10 y Lámina 5)

Localidad: Tiopunco

Ubicación Geográfica: Provincia de Tucumán. 26°36'533''S, 65°55'345'' O

Procedencia estratigráfica: Formación San José.

Edad: Mioceno Medio.

Contenido fosilífero: Se identificaron 5 muestras fértiles para ostrácodos y/o foraminíferos. Otras muestras contenían restos de hojas y moluscos bivalvos.

Espesor total del perfil: 65 metros.

Edad	Formación	Muestra N°	Contenido fosilífero
Mioceno Medio	San José	19	<i>A. tepida</i>
			<i>Nonion demens</i> forma <i>santamariana</i>
			<i>C. salebrosa</i>
			<i>C. torosa</i>
		20	<i>H. sp.</i>
			<i>Eucypris</i> sp.
			<i>C. torosa</i>
			Impresiones de hojas
		21	Bivalvos
			<i>H. sp.</i>
			<i>Eucypris</i> sp.
			<i>C. torosa</i>
		22	<i>C. salebrosa</i>
			Bivalvos
			<i>A. tepida</i>
			<i>L. sp. 1</i>
		23	<i>C. torosa</i>
			<i>A. tepida</i>
			<i>L. sp. 1</i>
			<i>C. torosa</i>

Cuadro 10: Distribución de los fósiles hallados en las muestras fértiles del perfil 3.

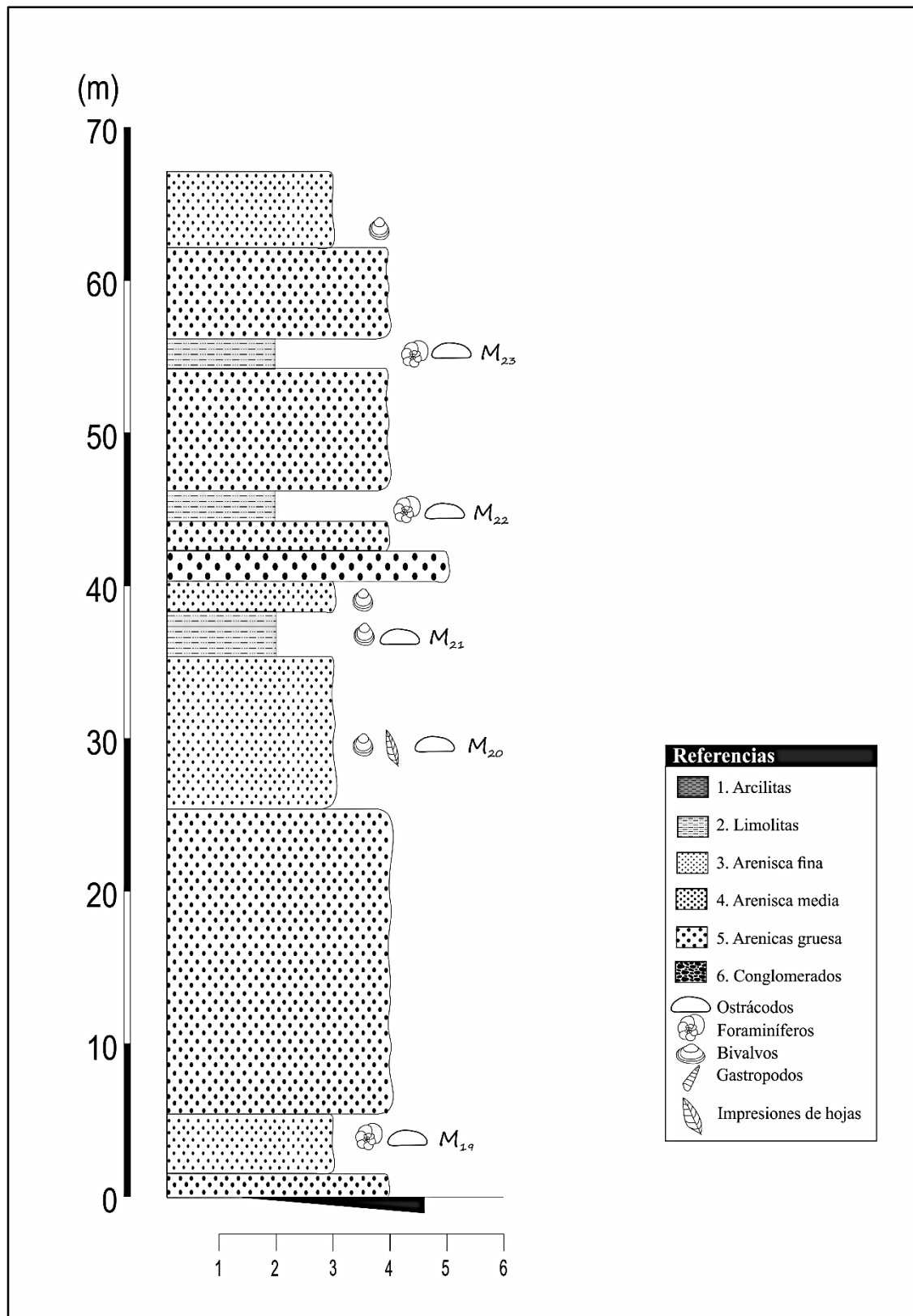


Figura 17: **Perfil 3.** Localidad: Tiopunco. Formación San José. M_n = muestra.

Perfil 4

(Figura 18, Cuadro 11 y Lámina 6)

Localidad: Campo de Aviación 3

Ubicación Geográfica: Provincia de Catamarca. 26°24'203''S 65°54'165''O

Procedencia estratigráfica: Formación San José.

Edad: Mioceno Medio.

Contenido fosilífero: Se registraron 13 muestras fértiles para ostrácodos y/o foraminíferos. También se identificaron restos de hojas, leños y bivalvos.

Espesor total del perfil: 72 metros.

Edad	Formación	Muestra N°	Contenido fosilífero
Mioceno Medio	San José	24	<i>Darwinula stvensoni</i> <i>C. torosa</i>
		25	<i>H. incongruens</i> <i>Eucypris</i> sp. <i>C. torosa</i> Impresiones de hojas
		26	<i>A. tepida</i> <i>H. sp.</i> <i>C. torosa</i>
		27	<i>A. tepida</i> <i>H. sp.</i> <i>C. torosa</i>
		28	<i>H. sp.</i> <i>C. torosa</i>
		29	<i>A. tepida</i> <i>H. sp.</i> <i>C. salebrosa</i>
		30	<i>H. incongruens</i> <i>C. salebrosa</i>
		31	<i>H. incongruens</i> <i>C. salebrosa</i>
		32	<i>A. tepida</i> <i>H. incongruens</i> <i>C. salebrosa</i>
		33	<i>A. tepida</i> <i>H. incongruens</i> <i>C. salebrosa</i>
		34	<i>H. incongruens</i> <i>C. salebrosa</i>
		35	<i>C. torosa</i> Bivalvos
		36	<i>H. sp.</i> <i>C. torosa</i>

Cuadro 11: Distribución de los fósiles hallados en las muestras fértiles del perfil 4.

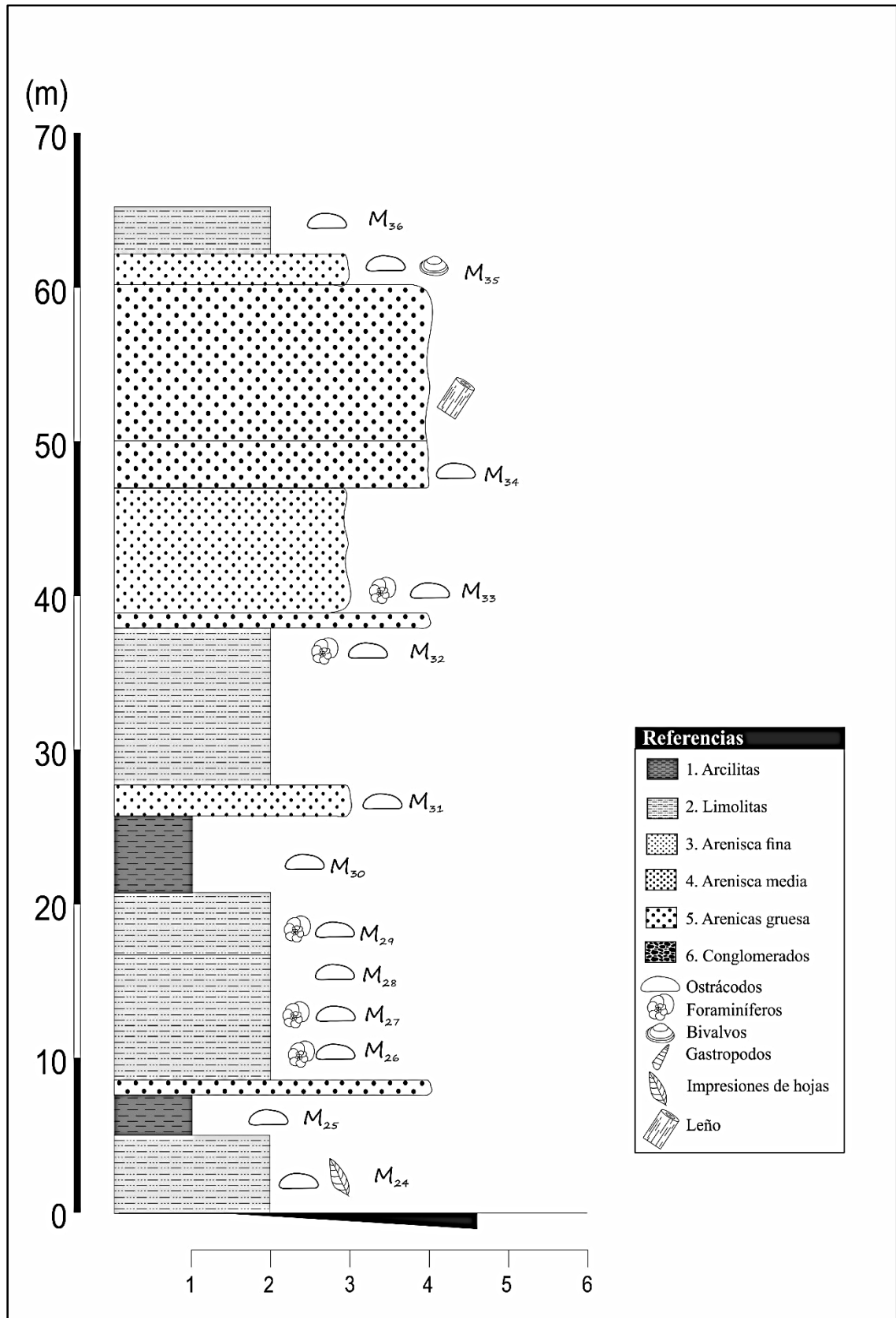


Figura 18: **Perfil 4.** Localidad: Campo de Aviación 3. Formación San José. M_n= muestra.

Perfil 5

(Figura 19, Cuadro 12 y Lámina 7)

Localidad: Camino nuevo ente Colalao del Valle y Yasyamayo.

Ubicación Geográfica: Provincia de Tucumán. 26°24'203''S 65°54'165''O.

Procedencia estratigráfica: Formación San José.

Edad: Mioceno Medio.

Contenido fosilífero: Se registraron 13 muestras fértiles para ostrácodos y/o foraminíferos a lo largo de la columna estratigráfica. Otras muestras contenían gasterópodos, bivalvos, escamas de peces y leños.

Espesor total del perfil: 150 metros.

Edad	Formación	Muestra N°	Contenido fosilífero
Mioceno Medio	San José	37	<i>V. danielopoli</i> <i>Darwinula stevensoni</i> <i>L. aff. L. reticulata</i> Bivalvos
		38	<i>V. danielopoli</i> <i>D. stevensoni</i> Bivalvos
		39	<i>V. danielopoli</i> <i>D. stevensoni</i> <i>L. sp. 1</i> <i>L. sp. 2</i>
		40	<i>H. sp.</i> <i>D. stevensoni</i> <i>C. torosa</i> <i>Penthesilenula inca</i>
		41	<i>H. sp.</i> <i>P. brasiliensis</i> <i>C. salebrosa</i> <i>Cypridopsis sp.</i> Gasterópodos
		42	<i>P. brasiliensis</i> <i>C. salebrosa</i>
		43	<i>D. stevensoni</i> <i>C. salebrosa</i> Gasterópodos Bivalvos
		44	<i>D. stevensoni</i> <i>C. salebrosa</i> Gasterópodos

45	<i>Microdarwinula</i> sp.
	<i>Alicenula</i> sp. aff. <i>A. serricaudata</i>
	<i>D. stevensoni</i>
	<i>H. incongruens</i>
	<i>L. sp. L. reticulata</i>
46	<i>C. salebroso</i>
	Bivalvos
	<i>H. sp.</i>
	<i>P. brasiliensis</i>
	<i>C. toroso</i>
47	Bivalvos
	<i>H.incongruens</i>
	<i>A. sp. aff. A. serricaudata</i>
	<i>D. sp.</i>
	<i>C. toroso</i>
48	<i>Cypridopsis</i> sp.
	<i>H.incongruens</i>
	<i>D. sp.</i>
	<i>C. toroso</i>
	<i>Cypridopsis</i> sp.
49	<i>H.incongruens</i>
	<i>D. sp.</i>
	<i>C. toroso</i>
	<i>Cypridopsis</i> sp.
	<i>Cypridopsis</i> sp.

Cuadro 12: Distribución de los fósiles hallados en las muestras fértiles del perfil 5.

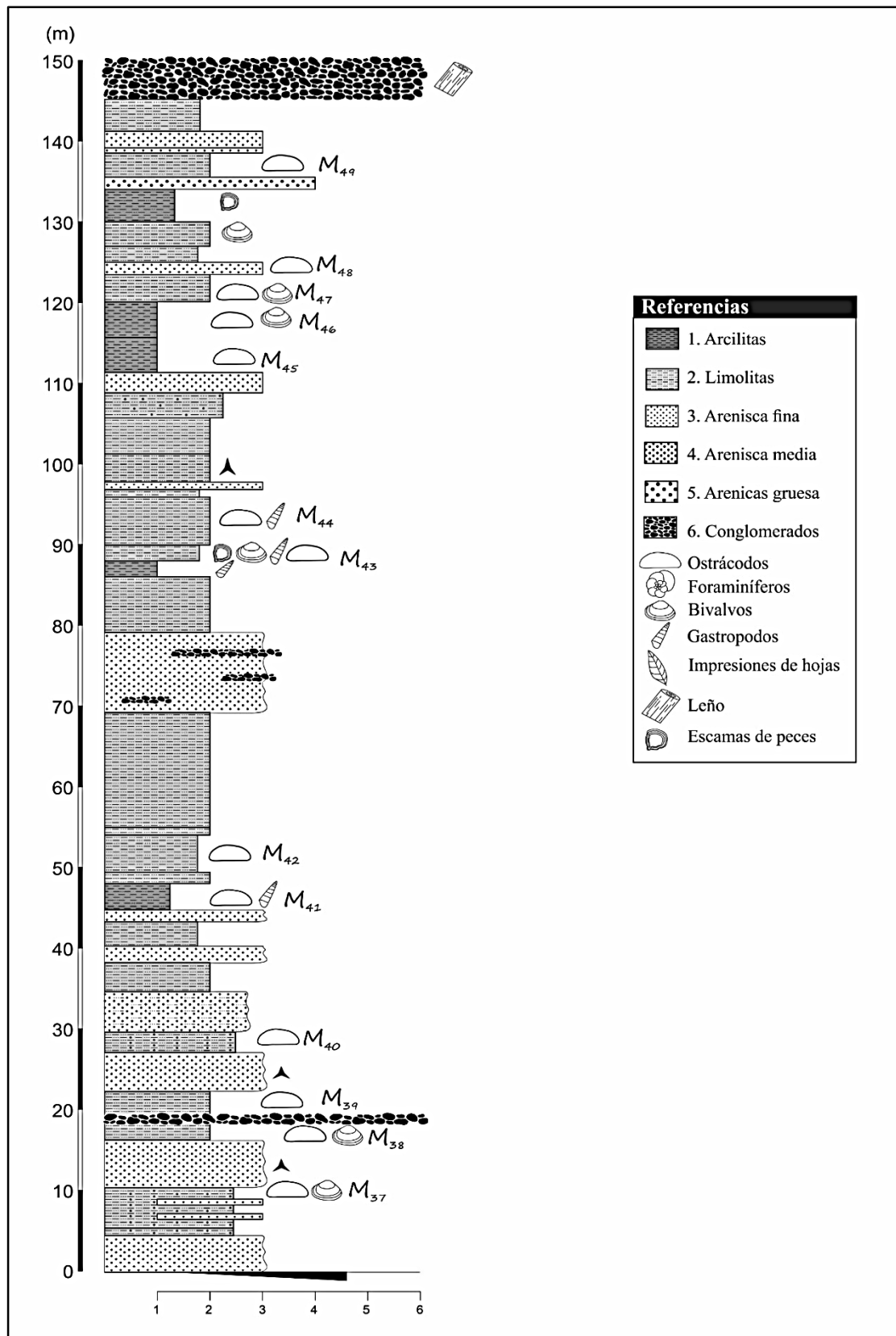


Figura 19: Perfil 5. Localidad: Camino nuevo entre Colalao del valle y Yasyamayo Formación San José. M_n = muestra.

Perfil 6

(Figura 20, Cuadro 13 y Lámina 8)

Localidad: Tiopunco.

Ubicación Geográfica: Provincia de Tucumán. 26°27' 591''S 65°55' 442''O.

Procedencia estratigráfica: Formación Chiquimil.

Edad: Mioceno Superior.

Contenido fosilífero: Se distinguieron 3 muestras fértiles para ostrácodos y/o foraminíferos a lo largo de la columna estratigráfica. Otras muestras contenían exclusivamente bivalvos.

Espesor total del perfil: 35 metros.

Edad	Formación	Muestra N°	Contenido fosilífero
Mioceno Superior	Chiquimil	50	<i>H. incongruens</i> <i>D. stevensoni</i> <i>P. inca</i> <i>L. sp. 2</i> <i>L. sp. L. reticulata</i>
		51	<i>H. incongruens</i> <i>L. sp. 2</i> <i>A. tepida</i>
		52	<i>H. incongruens</i> <i>C. salebrosa</i> <i>L. sp. 2</i> <i>A. tepida</i>

Cuadro 13: Distribución de los fósiles hallados en las muestras fértiles del perfil 6.

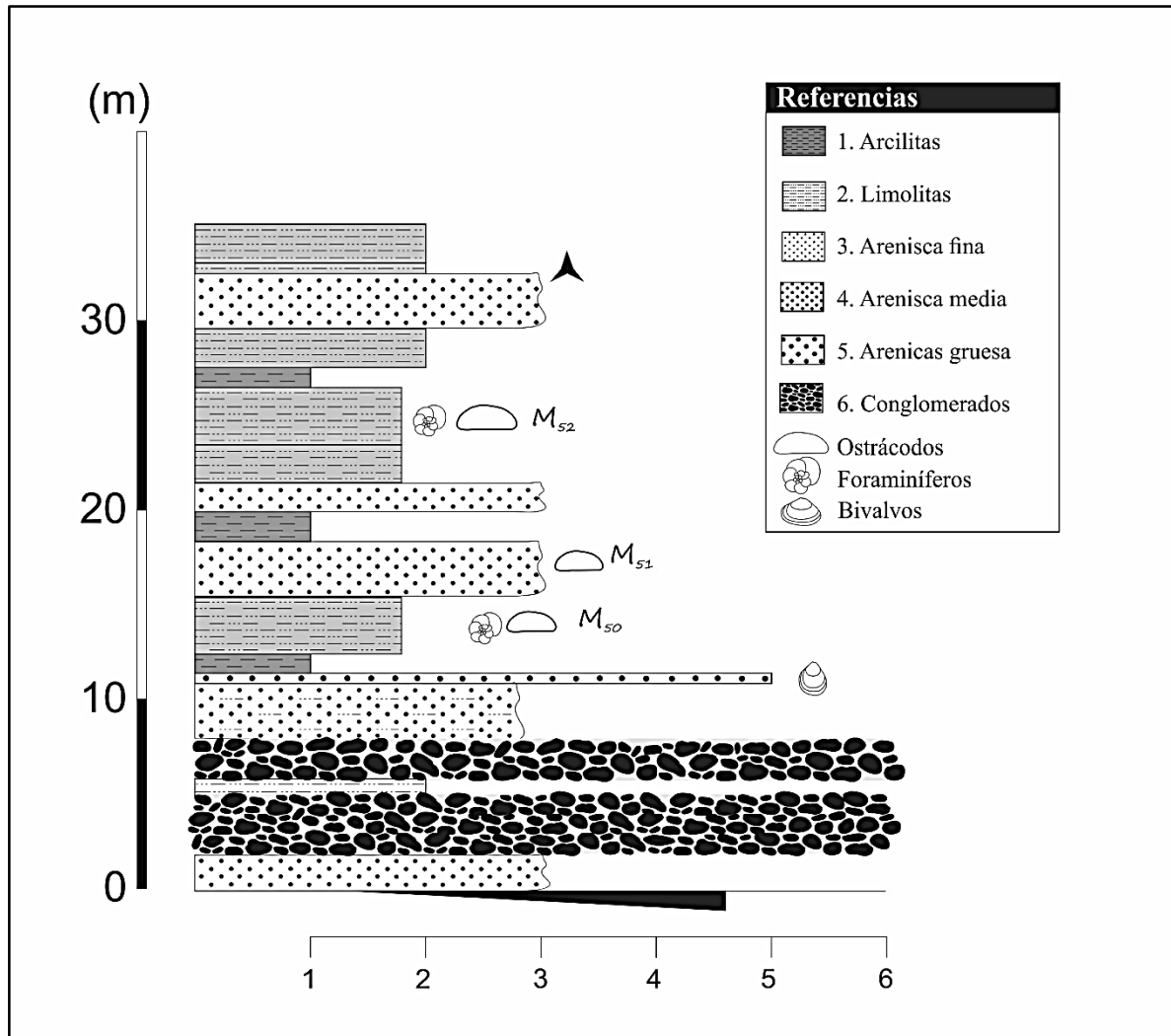


Figura 20: **Perfil 6.** Localidad: Tiopunco. Formación Chiquimil. M_n = muestra.

2. PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

En esta sección se abordan las descripciones y clasificaciones sistemáticas de foraminíferos y ostrácodos.

Repositorio y Procedencia: Aquí se indica el acrónimo y número/s utilizado/s para su incorporación a la Colección Paleontológica de la UNNE “Dr. Rafael Herbst”, en todos los casos corresponde a CTES-PMP (Corrientes-Preparados Micropaleontológicos), asimismo, se indica procedencia de los materiales fósiles.

Observaciones: En este apartado se incluyen datos de relevancia, como ecología (caracterización ambiental vinculada a la especie en consideración, salinidad del medio, regímenes de los cuerpos de agua, tolerancia a los cambios (profundidad, salinidad), preferencia por ciertos hábitats, etc.), distribución (indica el conocimiento referido por otros autores) y otros datos de interés.

Para las **determinaciones taxonómicas** de los diferentes ejemplares colectados se utilizó el siguiente material bibliográfico:

Foraminíferos. A nivel supraespecífico se siguió la sistemática propuesta por Loeblich y Tappan, 1992; reformulada por Sen Gupta, 1999, 2002. A nivel específico se empleó bibliografía pertinente para tal fin.

Ostrácodos. A nivel genérico se siguió a Moore y Pitrat (1961) y van Morkhoven (1963). La identificación está basada en la morfología general de la valva.

Asimismo, se consultaron numerosos trabajos afines a la temática.

Para las determinaciones taxonómicas infragénico se usó bibliografía específica.

FORAMINÍFEROS

Phylum: Protozoa Goldfuss 1818, em. Von Siebold, 1845

Subphylum: Sarcodina Schmarda, 1871

Clase: Granuloreticulosia de Saedeleer, 1934

Orden: Foraminiferida Eichwald, 1830

Suborden: Rotaliina Delage y Hérouard, 1896

Superfamilia: Rotaliacea Eherenberg, 1839

Familia: Rotaliidae Eherenberg, 1839

Subfamilia: Rotaliinae Eherenberg, 1839

Género: *Ammonia* Brünnich, 1772

Especie tipo: *Nautilus beccarii* Linné. 1758 (*1859), p. 710: SD Frizzell y Keen. 1949 (*1187) p. 106.

Ammonia tepida (Cushman, 1926)

Lám. 9 - Fig. P-Q

1926. *Rotalia beccarii* (Linne) var. *tepida* Cushman, pág. 79, Lám. 1.

1960. *Rotalia beccarii parkinsoniana* (d'Orbigny) forma *typica*?; Closs y Barberena, Lám. 2, figs. 2a-b

1962. *Rotalia beccarii* ex gr. *parkinsoniana* (d'Orbigny); Closs y Barberena, pág. 41, Lám. 4, fig. 5, non figs. 1-4

1971. *Strewa tepidus* (Cushman); Hoflcer, pág.23, Lám.68, figs.16-22, fig. 30, figs. 1-3.

1971. *Discorbis tepida* (Cushman), 1926; Siebold, pág.44, Lám S, figs.4-6, Lám.6, figs.1-3.
1975. *Rotalia becarii* (Linné) sensu lato; Boltovskoy y Gualancañay, pág. 44, Lám. 9, figs.7-8.
1978. *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny) forma *tepida*.-Poag, p.397, pl. 1, figs. 1-4, 10-12, 17, 18; Poag, 1981, p. 37, 38, pl. 45, 46, figs. 2, 2 a-b. Golfo de México.
1980. *Ammonia* ex gr. *A. parkinsoniana* (d'Orbigny).Boltovskoy *et al.*, p.15, pl.1, figs. 8 y 9.
1982. *Rotalia becarii parkinsoniana* (d'Orbigny); Bertels, Kotzian y Madeira-Falcetta, pág. 136, Lám. 3, fig.10-b.
1998. *Ammonia beccarii tepida* (Cushman).-Laprida, p. 468, pl. 1, fig. 4.
2009. *Ammonia beccarii tepida* (Cushman).-Ferrero, 2009, p. 654, lám. 8, figs. 20-21.

Descripción: Caparazón trocoespiral biconvexo. Contorno subcircular, periferia redondeada, cámaras sucesivas con escasa superposición. Lado espiral convexo con dos vueltas y media y dieciséis cámaras visibles; sutura espiral al ras de la superficie en la primera vuelta, luego netamente deprimidas; suturas camerales limbadas y subrectas, sobre elevadas a excepción de las tres últimas, que pasan a ser deprimidas entre las dos últimas cámaras.

Lado umbilical con siete cámaras en la última vuelta; suturas ligeramente deprimidas, subrectas a ligeramente curvadas o sigmoides; región proximal de las suturas con indentación próxima a la región umbilical.

Área umbilical abierta, sin relleno. Periferia ligeramente lobulada. Pared perforada con excepción del extremo próximo al área umbilical de cada cámara, que es imperforada. Abertura interiomarginal en forma de arco alto.

Dimensiones: Diámetro máximo: 0,33 mm.

Material: 300 individuos.

Repositorio y Procedencia:

CTES-PMP N° 3563 (lote de 33 individuos): Localidad Río Seco (Catamarca).
Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3564 (lote de 141 individuos): Localidad Tiopunco (Tucumán).
Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3565 (lote de 58 individuos): Localidad Campo de Aviación (Tucumán). Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3566 (lote de 26 individuos): Localidad Río Salinas (Tucumán).
Formación Chiquimil (Mioceno Superior).

CTES-PMP N° 3567 (lote de 42 individuos): Localidad Tiopunco (Tucumán).
Formación Chiquimil (Mioceno Superior).

Observaciones: Conchillas de menor tamaño que las de los ejemplares asignados a *A. parkinsoniana*. Esta forma es pequeña, lobulada, sin ornamentación ni botón umbilical.

Esta asignación es ampliamente utilizada y apoyada en la literatura (Pawloswki *et al.*, 1995; Yanko *et al.*, 1994, 1998; Buzas-Stephens *et al.*, 2002; Cearreta *et al.*, 2006).

***Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny, 1839)**

Lám. 9 - Fig. R

1758. *Nautilus becarrii* Lineé, pág.710, Lám. 1, figs. 1a-c.
1839. *Rosalina parkinsoniana* d'Orbigny, pág. 99, Lám. 4, figs. 25-27.
1960. *Rotalia becarrii parkinsoniana* (d'Orbigny); Closs y Barberena, Lám.2, figs. 1 a-b.
1962. *Rotalia becarrii* ex gr. *parkinsoniana* (d'Orbigny); Closs y Barberena, pág. 41, Lám. 4, figs. 1-4, non fig. 5.
1978. *Streblus parkinsonianus* (d'Orbigny); Zabert, Lám l, fig. 4.
1980. *Ammomia* ex gr. *A. parkinsoniana* (d'Orbigny); Boltovskoy *et al.*, pág. 15, Lám. 1, figs. 8 y 9.
2009. *Ammonia beccarii parkinsoniana* (d'Orbigny); Ferrero, 2009. pág. 654.

Descripción: Conchilla calcárea, trocoespiral, de contorno circular. Lado espiral fuertemente convexo casi acuminado, donde se distinguen tres vueltas, la última presenta un número variable de cámaras (8–10), con suturas curvas y nítidas. Lado umbilical suavemente convexo, formado por la última vuelta, con suturas bien marcadas, dispuestas radialmente, el ombligo presenta variaciones de tamaño, deprimido o relleno con carbonato de calcio. Abertura en la última cámara del lado umbilical.

Dimensiones: Diámetro: 0.39 mm.

Material: 76 individuos.

Repositorio y Procedencia: CTES-PMP N° 3561 (lote de 76 moldes): Localidad Río Seco (Catamarca). Formación San José (Mioceno Medio).

Observaciones: La determinación de esta especie siempre ha presentado dificultades por la gran variabilidad que presenta su morfología. La forma sin ornamentación corresponde a *Ammonia beccarii* var. *parkinsoniana*, como la que se halló en este trabajo.

Jorissen (1988), Sen Gupta *et al.* (1996), Hayward *et al.* (1999) y Buzas-Stephens *et al.* (2002) sugieren que el nombre *A. beccarii* sea utilizado para describir a las formas ornamentadas provenientes del Mediterráneo y que *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny) constituya el nombre válido de la variante no ornamentada presente en las aguas sudamericanas.

Superfamilia: Cassidulinacea d'Orbigny, 1839

Familia: Nonionidae Schultze, 1854

Subfamilia: Nonioninae Schultze, 1854

Género: *Nonion* De Montfort, 1808

Especie tipo: *Nonion demens* Bick, 1964

***Nonion demens* Bick, 1964 forma *santamariana* Zabert, 1982**

Lám. 9 - Fig. O

1964. *Nonion demens* Bick, Notizbl. Hess Amt Bodenforsch 92: 68-73, 3 fig., pl. 5

Nonion demens Bick, 1964 forma *typica* nov. forma.

Nonion demens Bick, 1964 forma *santamariana* nov. forma Zabert, 1982. Lám. 1, fig. 1a-3b. Lám. II, fig. 4a-7.

Descripción: Conchilla planoespiral, circular, pequeña. Cámaras globosas de forma subtriangular, subesférica u ovalada, aumentando levemente de tamaño. En la última vuelta se pueden observar 5 o 6 cámaras. Suturas nítidas, las cuales van haciéndose más amplias hacia el ombligo. Área umbilical grande, poco a muy deprimida. Periferia lobulada. Superficie fuertemente perforada. Abertura amplia en forma de ranura umbilical extraumbilical. Se caracteriza por presentar numerosas modificaciones en el número y disposición de las cámaras.

Dimensiones: Diámetro: 0.2 mm.

Material: 15 individuos.

Repositorio y Procedencia: CTES-PMP N° 3562 (lote de 15 moldes): Localidad Tiopunco (Tucumán). Formación San José (Mioceno Medio).

OSTRÁCODOS

Phylum: Arthropoda Latreille, 1829

Subphylum: Crustacea Pennant, 1777

Clase: Ostracoda Latreille, 1806

Subclase: Podocopa Müller, 1894

Orden: Podocopida Sars, 1866

Suborden: Podocopina Sars, 1866

Infraorden: Darwinulocopina Sohn, 1988

Superfamilia: Darwinuloidea Brady y Norman, 1889

Familia: Darwinulidae Brady y Norman, 1889

syn.: Microdarwinulidae Kashevarova y Neustrueva, 1982

Género: *Microdarwinula* Danielopol, 1968

? *Microdarwinula* sp.

Lám. 9 - Fig. L

Descripción: Ostrácodos pequeños. Caparazón elongado en vista lateral. Bordes anterior y posterior redondeados. Borde dorsal convexo, suavemente inclinado en la sección posterior de la valva. Borde ventral ligeramente cóncavo. Superficie lisa con algunas puntuaciones. No fue posible observar impresiones musculares ni otros caracteres internos debido al deficiente estado de preservación de los fósiles recuperados.

Dimensiones: Largo: 0.39 mm. Alto: 0.20 mm.

Material: 13 individuos.

Repositorio y Procedencia: CTES-PMP N° 3568 (lote de 13 caparazones): Localidad Camino nuevo entre Colalao del Valle y Yasyamayo (Tucumán), Formación San José (Mioceno Medio).

Observaciones: En líneas generales, responde a la descripción llevada a cabo por Danielopol (1968), asignándolo con dudas a este género, debido a la mala preservación del material, lo que impide asignarlo con certeza.

Este género es claramente diferenciable de los demás integrantes de la Familia Darwinulidae por el tamaño visiblemente menor.

El género *Microdarwinula* es considerado monoespecífico, con *Microdarwinula zimmeri* como única especie (Rossetti y Martens, 1998). Recientemente, *Microdarwinula inexpectata* fue encontrada en hábitats semi-terrestres en Brasil (Pinto *et al.*, 2005).

Género: *Vestalenula* Rosetti y Martens, 1998

Especie tipo: *Vestalenula boteai* (Danielopol, 1970) Rossetti y Martens, 1998

Vestalenula danielopoli (Martens, Rossetti y Fuhrmann, 1977)

Lam. 9 - Fig. M-N

Descripción: Caparazón pequeño, en vista lateral elongado, subcuadrangular, borde dorsal recto a lo largo del caparazón, borde ventral con una débil constricción en la porción media, borde anterior inclinado, borde posterior redondeado. Superficie lisa.

Charnela adonta. Impresiones del músculo aductor desplazadas hacia adelante, en forma de roseta (8-9). Los caracteres morfológicos son análogos a los ilustrados por Rossetti y Martens (1998).

Dimensiones: Largo: 0.48 mm. Alto: 0.23 mm.

Material: 1272 individuos.

Repositorio y Procedencia:

CTES-PMP N° 3576 (lote 318 valvas, 154 caparazones): Localidad Río Salinas (Tucumán), Formación Chiquimil (Mioceno Superior).

CTES-PMP N° 3605 (lote 549 valvas, 251 caparazones): Localidad Camino nuevo entre Colalao del Valle y Yasyamayo (Tucumán), Formación San José (Mioceno Medio).

Género *Alicenula* Rossetti y Martens, 1998

Especie tipo: *Darwinula serricaudata* Klie (en Rossetti y Martens, 1998, p. 61, figs. 2 A–E; 24A–C, 27E).

***Alicenula* sp aff. *A. serricaudata* (Klie, 1935)**

Lám. 9 - Fig. F-G

Descripción: Caparazón de tamaño mediano, en vista lateral elongado. Borde ventral convexo. Borde dorsal redondeado, inclinado hacia la región anterior. Bordes anterior y posterior redondeados, siendo el posterior más alto.

Mayor altura de la valva en la región posterior. Superficie lisa. No se observaron caracteres internos.

Dimensiones: Largo: 0,62 mm. Alto: 0,26 mm.

Material: 211 individuos.

Repositorio y Procedencia: CTES-PMP N° 3610 (lote 163 valvas, 48 caparazones): Localidad Camino nuevo entre Colalao del Valle y Yasyamayo (Tucumán). Formación San José (Mioceno Medio).

Género: *Darwinula* Brady y Robertson en Jones, 1885

syn. Polycheles Brady y Robertson, 1870

syn. Darwinella Brady y Robertson, 1872

Especie tipo: (descripción original): *Polycheles stevensoni* Brady y Robertson, 1870

***Darwinula stevensoni* Brady y Robertson, 1870**

Lám. 9 - Fig. A-C

Argilloecia aurea Brady y Robertson, 1870

Polycheles stevensoni Brady y Robertson, 1870

Darwinella stevensoni (Brady y Robertson, 1870) Brady y Robertson, 1872

Darwinula stevensoni (Brady y Robertson, 1870) Brady y Robertson, 1885

Darwinula improvisa (Turner, 1895) G.W. Müller, 1912

Darwinula aurea (Brady y Robertson, 1870) G.W. Müller, 1912 (partim)

Darwinula protracta Rome, 1953 (syn. en Rossetti y Martens, 1996)

Darwinula variabilis Tagliasacchi, 1968 (syn. en Rossetti y Martens, 1996)

Darwinula sphenoides Rome, 1977 nov. syn.

Descripción: Caparazón alargado, mayor altura en el tercio posterior. Borde posterior redondeado, borde anterior adelgazado, curvo hacia el borde ventral. Borde dorsal casi recto, levemente curvado. Superficie lisa. Impresiones del músculo aductor en forma de roseta (11), desplazado hacia la región anterior

Dimensiones: Largo: 73 mm, alto: 31 mm.

Material: 1212 individuos.

Repositorio y Procedencia:

CTES-PMP N° 3578 (lote 81 valvas, 13 caparazones): Localidad Campo de Aviación (Tucumán). Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3579 (lote 674 valvas, 205 caparazones): Localidad Camino nuevo entre Colalao del Valle y Yasyamayo (Tucumán). Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3604 (lote 177 valvas, 62 caparazones): Localidad Tiopunco (Tucumán). Formación Chiquimil (Mioceno Superior).

***Darwinula* sp.**

Lám. 9 - Fig. D-E

Descripción: Caparazón pequeño, elongado. El largo supera la alto en toda su extensión, haciendo que el caparazón adquiera una forma aguzada. La mala preservación del material impidió observar otros caracteres.

Dimensiones: Largo: 0.76 mm. Alto: 0.24 mm.

Material: 450 individuos.

Repositorio y Procedencia: CTES-PMP N° 3607 (lote 450 caparazones): Localidad Tiopunco (Tucumán). Formación San José (Mioceno Medio).

Observaciones: Las características anatómicas presentan mucha afinidad con *D. stevensoni* (Brady y Robertson, 1870), la diferencia más relevante se observa en los bordes: anterior y posterior aguzados y dorsal y ventral casi rectos.

Género: *Penthesilenula* Rossetti y Martens 1998

***Penthesilenula inca* (Delachaux 1928)**

Lám. 9 - Fig. H-I

Darwinula inca Delachaux 1928, p. 54-56, pl. 5, figs. 28-39. – Rossetti, Martens y Mourguiart 1996, p. 35-40, pl. 23, 36 y 23, 38.

Penthesilenula inca (Delachaux 1928). – Rossetti y Martens 1998, p. 79 y 81, figs. 13 a-d y 28 g-j.

Descripción: Caparazón grande, subtrapezoidal. Altura máxima en el tercio posterior. Borde posterior notablemente redondeado, mucho más amplio que la región anterior. Borde anterior reducidamente redondeado. Borde dorsal recto en los dos tercios ulteriores, curvándose hacia el borde anterior. Borde ventral escasamente cóncavo en la región media. Valva izquierda mayor que la derecha. Valva izquierda posee un diente interno en el margen caudal posterior. Charnela adonta. Impresiones del músculo aductor de 10 a 11, en forma de roseta, ubicados en región antero-medial de la valva.

Dimensiones: Largo: 0.69 mm. Alto: 0.31 mm.

Material: 487 individuos.

Repositorio y Procedencia:

CTES-PMP N° 3572 (lote 249 valvas, 45 caparazones): Localidad Camino nuevo entre Colalao del Valle y Yasyamayo (Tucumán). Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3573 (lote 160 valvas, 33 caparazones): Localidad Tiopunco (Tucumán). Formación Chiquimil (Mioceno Superior).

Observaciones: Los ejemplares aquí especificados se designan como *P. incae* puesto que coinciden con lo descrito por Rossetti *et al.* (1996) y Rossetti y Martens (1998) en varios detalles de las valvas.

Los especímenes aquí detallados poseen 11 impresiones musculares, a diferencia de las 13-14 que describe Rossetti *et al.* (1996).

***Penthesilenula brasiliensis* (Pinto y Kotzian 1961)**

Lám. 9 - Fig. J-K

Descripción: Valvas cortas y pequeñas. Diente interno posteroventral. Borde posterior redondeado, más ancho que la región anterior. Borde anterior estrechamente redondeado. Borde dorsal recto haciéndose curvo hacia el borde anterior. Borde ventral ligeramente cóncavo en la región media. Impresiones del musculo aductor en roseta (9 cicatrices). Charnela adonta.

Responde a los caracteres morfológicos referidos para *Penthesilenula brasiliensis* (Pinto y Kotzian, 1961).

Dimensiones: Largo: 0.50 mm. Alto: 0.24 mm.

Material: 444 individuos.

Repositorio y Procedencia: CTES-PMP N° 3606 (lote 337 valvas, 107 caparazones): Localidad Camino nuevo entre Colalao del Valle y Yasyamayo (Tucumán). Formación San José (Mioceno Medio).

Infraorden: Cypridocopina Jones, 1901

Superfamilia: Cypridoidea Baird, 1845

Familia: Candonidae Kaufmann, 1900

Subfamilia: Cyclocypridinae Kaufmann, 1900

?*Physocypria* Vávra, 1897

Lám. 10 - Fig. E

1897. *Cypria* (*Physocypria*) Vávra. Deutsch-Ostafrika (K. Möbius, editor) 4 (2/3): 7.

Especie tipo: *Cypria* (*Physocypria*) *bullata* Vávra, 1897 (por monotipia).

1912. *Physocypria* G.W. Müller. Tierreich 31: 132.

Descripción: Caparazón pequeño, en vista lateral subovado, aunque puede variar. El borde dorsal potentemente curvo. Borde ventral casi recto. Bordes anterior y posterior redondeados. No se observaron otros caracteres.

Dimensiones: Largo: 0.52 mm. Alto: 0.40 mm.

Material: 85 individuos.

Repositorio y Procedencia: CTES-PMP N° 3593 (lote 85 moldes): Localidad Río Seco (Catamarca). Formación San José (Mioceno Medio).

Observaciones: Los fósiles analizados poseen características compatibles con *Physocypria* Vávra, en cuanto a la morfología externa.

Podría ser asimilado a *P. globula* Furtos, pero la escasez y mala preservación del material no da certeza de ello, razón por la cual queda con nomenclatura abierta.

Familia: Ilyocyprididae Kaufmann, 1900

Subfamilia: Ilyocypridinae Kaufmann, 1900

Género: *Ilyocypris* Brady y Norman, 1889

Especie tipo: *Cypris gibba* Ramdohr, 1808

***Ilyocypris bradyi* Sars, 1890**

Lám. 10 - Fig. A-C

Ilyocypris bradyi Sars, 1890, Oversigt af Norges Crustaceer, v. 2, p. 59-60; Sharpe, 1908, Proc. U. S. Natl. Mus., v. 26, p. 411-412, pl. 56, fig. 3-6; Sharpe, 1918, in Ward and Whipple, Fresh-water Biology, p. 810, fig. 1258 a-d; Klie, 1938, Die Tierwelt Deutschlands, v. 34, pt. 3, p. 93, fig. 329-332; Hoff, 1942, Illinois Biol. Mono., v. 19, p. 130-131, pl. 8, fig. 101-102.

Ilyocypris bradleyi Furtos, 1933, Ohio Biol. Survey, v. 5, (Bull. 29), p. 428, pl. 1, fig. 8-10.

Descripción: No fue posible identificar certeramente la forma del caparazón por el mal estado de preservación en que se encontraba el material, no se reconoció la forma de los márgenes dorsal ni ventral. Márgenes anterior y posterior redondeados. Presenta surcos dorsolaterales y la superficie de la valva es reticulada.

Responde a las características diagnósticas de *Ilyocypris bradyi* Sars, 1890.

Dimensiones: Largo: 0,80 mm. Alto: 0,53 mm.

Material: 1186 individuos.

Repositorio y Procedencia:

CTES-PMP N° 3588 (lote 719 valvas): Localidad Río Seco (Catamarca), Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3641 (lote 467 valvas): Localidad Río Salinas (Tucumán), Formación Chiquimil (Mioceno Superior)

Superfamilia Cypridoidea Baird, 1845

Familia: Cyprididae Baird, 1845

Subfamilia: Cyprinotinae Bronshtein, 1947

Género: *Heterocypris* Claus 1892

Especie tipo: *Cypris incongruens* Ramdohr 1808

***Heterocypris incongruens* (Ramdohr, 1808)**

Lam. 10 - Fig. F

1808. *Cypris incongruens* Ramdohr, p. 86, Pl. III, Figs. 1-12, 15-16, 19-20.

1935. *Heterocypris incongruens* (Ramdohr). Klie, p. 287.
1947. *Heterocypris incongruens* (Ramdohr). Bronshtein, p. 138, p. VIII, figs. 1, 6, 7.
1967. *Cyprinotus incongruens* (Ramdohr). Ramírez, p. 31, p. VII, figs. 42, 44, 46.
1969. *Cyprinotus incongruens* (Ramdohr). Delorme, p. 160, Figs. 67-74.
1975. *Heterocypris incongruens* (Ramdohr). Diebel y Pietrzeniuk, p. 4, fig. 9.
1978. *Heterocypris incongruens* (Ramdohr). Diebel y Pietrzeniuk, p. 50, Figs. 7-8.
1984. *Heterocypris incongruens* (Ramdohr). Diebel y Pietrzeniuk, p. 36, Pl. 8, Figs. 7,8.
1990. *Heterocypris incongruens* (Ramdohr). Henderson, p. 136, Fig. 56.
1991. *Heterocypris incongruens* (Ramdohr). Maddocks e Iliffe, p.433, Figs.4G, H, L.
1996. *Heterocypris cf. incongruens* (Ramdohr). Ferrero, p. 216, lám. 1, figs. 1 a, b.
1999. *Heterocypris incongruens* (Ramdohr). Mezquita *et al.*, p. 72, Pl. II, fig. E.
2002. *Heterocypris incongruens* (Ramdohr), Schwalb *et al.*, p. 1, fig. 10.
2006. *Heterocypris incongruens* (Ramdohr). Laprida figs. 2. F, 4.L-O.

Descripción: Caparazón alargado, subreniforme en vista lateral. La altura máxima se registra en el tercio posterior del cuerpo. Margen ventral levemente cóncavo en la parte media. Márgenes anterior y posterior redondeados. Superficie lisa. No se observaron otros caracteres.

Dimensiones: Largo: 1.5 mm. Alto: 0.80 mm.

Material: 1107 individuos.

Repositorio y Procedencia:

CTES-PMP N° 3620 (lote 357 valvas y 110 caparazones): Localidad Río Salinas (Tucumán), Formación Chiquimil (Mioceno Superior).

CTES-PMP N° 3621 (lote 350 valvas y 52 caparazones): Localidad Campo de Aviación (Tucumán), Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3622 (lote 101 valvas y 23 caparazones): Localidad Camino nuevo entre Colalao del Valle y Yasyamayo (Tucumán), Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3623 (lote 94 valvas y 20 caparazones): Localidad Tiopunco (Tucumán), Formación Chiquimil (Mioceno Superior).

Observaciones: Las características observadas en los especímenes colectados se corresponden con la descripción de *H. incongruens*. El estado de preservación es regular. No se observaron caracteres internos.

***Heterocypris* sp.**

Lam. 10 - Fig. G

Descripción: Valvas sub-triangulares en vista lateral, la mayor altura se observa en la mitad anterior. Margen ventral levemente cóncavo. La superficie de la valva es lisa. Debido al mal estado de preservación de los ejemplares y a la imposibilidad de observar características internas, fueron clasificados bajo nomenclatura abierta.

Dimensiones: Largo: 1.2 mm y Alto: 0,56 mm.

Material: 566 individuos.

Repositorio y Procedencia:

CTES-PMP N° 3569 (lote 157 moldes): Localidad Río Salinas (Tucumán). Formación Chiquimil (Mioceno Superior).

CTES-PMP N° 3592 (lote 97 moldes): Localidad Tiopunco (Tucumán).
Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3594 (lote 156 moldes): Localidad Campo de Aviación
(Tucumán). Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3599 (lote 156 moldes): Localidad Camino nuevo de Colalao del
Valle a Yasyamayo (Tucumán). Formación San José (Mioceno Medio).

Observaciones: Los especímenes analizados se asemejan, teniendo en cuenta principalmente la forma de las valvas, a *H. incongruens*, pero los aquí observados presentan menores dimensiones. El estado de preservación es malo, razón por la cual se la deja bajo designación abierta.

Subfamilia: Cypridopsinae Kaufmann, 1900

Género: *Cypridopsis* Brady, 1867

Especie tipo: *Cypris vidua* (O. F. Müller) 1776.

***Cypridopsis* sp.**

Lám. 10 - Fig. H

Cypridopsis Brady, 1868, Intellectual Observer, v. 12, p. 117; Furtos, 1933, Ohio Biol. Survey, v. 5, (Bull. 29), p. 429-430; Dobbin, 1941, Univ. Washington Publ. in Biology, v. 4, p. 230; Swain, 1955, Jour. Paleontology, v. 29, p. 606; Wagner, 1957, The Hague, p. 25.

Pionocypris Brady and Norman, 1896, Roy. Dublin Soc., Sci. Trans., ser. 2, v. 5, p. 725.

Proteocypris Brady, 1906, Nat. Hist. Soc. Northumberland, Trans. ser. 2, v. 1, p. 335.

Pionocypris Sars, 1925, An account of the Crustacea of Norway, v. 9, p. 135.

Descripción: Caparazón pequeño, globular y subcircular en vista lateral. Mayor altura en la porción media posterior. Margen dorsal redondeado, borde posterior más angosto. Borde dorsal arqueado y borde ventral levemente cóncavo. No se observaron características morfológicas internas.

Dimensiones: Largo: 0.52 mm. Alto: 0.29 mm

Material: 319 individuos.

Repositorio y Procedencia: CTES-PMP N° 3640 (lote 319 moldes): Localidad Camino nuevo entre Colalao del Valle y Yasyamayo (Tucumán). Formación San José (Mioceno Medio).

Observaciones: El margen ventral al ser levemente cóncavo permite diferenciarlo claramente de *C. vidua* (O.F. Müller). Se supone que podrían ser formas juveniles, sumado a ello, la mala preservación y escasez del material impiden lograr una determinación más certera, dejándolo con nomenclatura abierta.

Familia: Cyprididae Baird, 1845

Subfamilia: Eucypridinae Bronshtein, 1947

Género: *Eucypris* Vávra, 1891

Especie tipo: *Monoculus virens* Jurine, 1820 (designado por Sars, 1925)

Eucypris* sp.*Lám. 10 - Fig. D**

1891. *Cypris* (*Eucypris*) Vávra, Arch. Landesdf. Böhmen (8): 82-90.

1900. *Eucypris* Daday, Ostr. Hungariae: 132.

Descripción: En vista lateral el caparazón tiende a ser elíptico. El borde ventral muestra una pequeña convexidad en la región central aproximadamente. Borde dorsal arqueado, bordes anterior y posterior redondeados. La mayor altura se registra en la parte central del caparazón. No se observaron caracteres morfológicos internos.

Dimensiones: Largo: 0.87 mm. Alto: 0.39 mm.

Material: 415 individuos.

Repositorio y Procedencia:

CTES-PMP N° 3590 (lote 326 moldes): Localidad Tiopunco (Tucumán).
Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3598 (lote 89 moldes): Localidad Campo de Aviación (Tucumán).
Formación San José (Mioceno Medio).

Observaciones: Este género se diferencia de los otros miembros de la subfamilia Cypridinae por poseer un borde dorsal arqueado y una pequeña concavidad en la zona central del borde ventral. Bertels y Cusminsky (1999) observaron que la posición media de la mayor altura caracteriza a este género. La determinación genérica se realizó a partir de la morfología de los ejemplares fósiles. La mala preservación de los ejemplares no permitió observar en detalle las características taxonómicas, por lo que se decidió dejar la asignación abierta.

Superfamilia: Cytheroidea Baird, 1850

Familia: Limnocytheridae Klie, 1938

Subfamilia: Limnocytherinae Klie, 1938

Género: *Limnocythere* s. str. Brady, 1867

Especie tipo: *Cythere inopinata* Baird, 1843.

***Limnocythere* aff. *L. reticulata* Sharpe, 1897**

Lám. 10 - Fig. I

aff. 1897. *Limnocythere reticulata* Sharpe, v. 4: 450.

aff. 1980. *Limnocythere reticulata* Sharpe; Zabert, p.81, lám.I, figs.3a, b, lám. II, figs. 7a-b.

Descripción: Caparazón en vista lateral subrectangular. Borde anterior redondeado, borde posterior oblicuamente redondeado. Borde dorsal recto. Borde ventral con una inflexión media muy marcada.

Sulco dorsomediano pronunciado. Tubérculos observados: uno justo por delante del sulco, desplazado hacia el arriba, el otro ubicado en la parte inferior anterior del sulco. Superficie reticulada. No lograron observarse otros caracteres.

Dimensiones: Largo: 0.77 mm. Alto: 0,36 mm.

Material: 1539 individuos.

Repositorio y Procedencia:

CTES-PMP N° 3591 (lote 363 valvas): Localidad Río Seco (Catamarca).
Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3574 (lote 775 valvas): Localidad Río Salinas (Tucumán),
Formación Chiquimil (Mioceno Superior).

CTES-PMP N° 3575 (lote 195 valvas): Localidad Camino Nuevo entre Colalao
del Valle y Yasyamayo (Tucumán), Formación San José (Mioceno medio).

CTES-PMP N° 3577 (lote 206 valvas): Localidad Tiopunco (Tucumán),
Formación Chiquimil (Mioceno Superior).

Observaciones: Los ejemplares poseen afinidades a los descritos por Zabert en 1980, quien establece una charnela adonta para esos fósiles. El material aquí recuperado es escaso y su preservación es mala, razones que impiden observar caracteres internos (e.g. charnela) que permitan precisar con exactitud su determinación.

Limnocythere* sp. 1*Lám. 10 - Fig. J**

Descripción: Caparazón en vista lateral subreniforme a subrectangular. Borde dorsal recto, curvado hacia el borde ventral, el cual es más agudo que el borde posterior, visiblemente redondeado. Otras características se encuentran alteradas por la mala preservación del material. Se destaca la ausencia de ornamentación en la superficie de la valva.

Dimensiones: Largo: 0.56 mm. Alto: 0.28 mm.

Material: 740 individuos.

Repositorio y Procedencia:

CTES-PMP N° 3587 (lote 305 valvas): Localidad Río Seco (Catamarca).
Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3580 (lote 298 valvas): Localidad Tiopunco (Tucumán),
Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3581 (lote 137 valvas): Localidad Camino nuevo entre Colalao
del Valle y Yasyamayo (Tucumán), Formación San José (Mioceno Medio).

Observaciones: La mala preservación del material fósil no permite observar en
detalle las características taxonómicas ni la ornamentación de la valva, por lo que se lo
dejó con asignación abierta.

***Limnocythere* sp. 2**

Lám. 10 - Fig. K

Descripción: En vista lateral posee forma alargada. Borde posterior redondeado y
más alto que el anterior. Borde anterior algo acuminado. Borde dorsal casi recto. Borde
ventral levemente combado. No se observaron otros caracteres debido al deficiente
estado de preservación de los microfósiles.

Dimensiones: Largo: 0.61 mm. Alto: 0.29 mm.

Material: 493 individuos.

Repositorio y Procedencia:

CTES-PMP N° 3571 (lote 164 valvas): Localidad Río Salinas (Tucumán).
Formación Chiquimil (Mioceno Superior).

CTES-PMP N° 3570 (lote 269 valvas): Localidad Tiopunco (Tucumán).
Formación Chiquimil (Mioceno Superior).

CTES-PMP N° 3582 (lote 60 valvas): Localidad Camino nuevo entre Colalao del Valle y Yasyamayo (Tucumán), Formación San José (Mioceno Medio).

Observaciones: Considerando el contorno de los ejemplares podría ser asimilable a *L. cusminskyae*, pero las malas condiciones de preservación permitió solamente la asignación a nivel genérico.

Familia: Cytherideidae Sars, 1925

Género: *Cyprideis* Jones, 1857

Especie tipo. *Candona torosa* Jones, 1850 en Moore y Pitrat, 1961, p. 276, figs. 201, 3 a-f, 207, 1 a-d.

***Cyprideis* aff. *C. salebrosa hartmanni* Ramírez, 1967**

Lám. 10 - Fig. M-N

1963. *Cyprideis salebrosa* Van der Bold, p. 377-378; pl. 7, figs. 9 a-c; pl. 11, figs. 1a-c.

1967. *Cyprideis hartmanni* Ramírez p. 40, lám. IX, fig. 74, lám. XII, figs. 80-89.

1980. *Cyprideis salebrosa* Van der Bold; Teeter, p. 345, pl. 5, figs. 7-10.

1983. *Cyprideis salebrosa* Van der Bold; Würdig, pl. 1, fig. 6.

1983. *Cyprideis salebrosa hartmanni* Ramírez; Ornellas y Würdig, p. 97, pls. I-VII.

1986. *Cyprideis salebrosa* Van der Bold; Zabert y Herbst, p. 28, lám. III, figs. 5 a-e, lám. III, figs. 14 a-b.

1988. *Cyprideis salebrosa* Van der Bold; Díaz Brito *et al.*, pl. 1, fig. 14.

1996. *Cyprideis salebrosa hartmanni* Ramírez *emend.* Ornella y Würdig; Ferrero, p. 218, lám II, fig. 1.

1997. *Cyprideis salebrosa hartmanni* Ramírez; Bertels y Martínez, p. 35, lám. 1, figs. 10-11.

Descripción: Caparazón en vista lateral subovalado. Borde dorsal convexo. Borde ventral recto. Bordes anterior y posterior redondeados. Altura máxima en la región media del cuerpo. Se observa un surco dorsal ubicado en la región posteromedial, no llegando hasta el borde ventral. Superficie puntuada.

Se observan las impresiones musculares centrales, conformada por una fila recta de 4 impresiones y el punto fulcral.

Dimensiones: Largo: 0.95 mm. Alto: 0.58 mm.

Material: 1963 individuos.

Repositorio y Procedencia:

CTES-PMP N° 3584 (lote 334 moldes): Localidad Río Seco (Catamarca), Formación San José (Mioceno Medio)

CTES-PMP N° 3596 (lote 228 moldes): Localidad Tiopunco (Tucumán), Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3595 (lote 243 moldes): Localidad Río Salinas (Tucumán), Formación Chiquimil (Mioceno Superior).

CTES-PMP N° 3586 (lote 499 moldes): Localidad Campo de Aviación (Tucumán), Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3589 (lote 462 moldes): Localidad Camino nuevo entre Colalao del Valle y Yasyamayo (Tucumán), Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3596 (lote 197 moldes): Localidad Tiopunco (Tucumán), Formación Chiquimil (Mioceno Superior).

Observaciones: De acuerdo a la morfología externa, los ejemplares estudiados se asemejan a *Cyprideis salebrosa hartmanni* Ramírez, 1967. La mala preservación y la deformación del material impidieron observar otros caracteres, lo que dificultó una determinación certera a nivel específico. Se distingue de *C. camachoi* por la menor longitud del surco medio.

***Cyprideis torosa* (Jones, 1850)**

Lám. 10 - Fig. L

Descripción: Caparazón en vista lateral subovalado. Bordes anterior y posterior redondeados. Borde dorsal levemente convexo, borde ventral ligeramente cóncavo en la mitad anterior. Bordes anterior y posterior redondeados. Altura máxima en la parte media del cuerpo. En la región dorsal anterior se observa un surco que se extiende aproximadamente hasta la sección media del caparazón. Superficie con pequeñas espinas.

El patrón de cicatriz muscular consiste de cuatro impresiones del músculo aductor dispuesto en hilera, ubicado en la región medio ventral. También fue posible observar el punto fulcral, justo por delante de la cicatriz del músculo aductor.

Los ejemplares hallados coinciden con la descripción de *Cyprideis torosa* (Jones 1850). Se diferencian de *C. salebrosa hartmanni* por la concavidad en la parte central del borde ventral y por los bordes anterior y posterior más redondeados.

Dimensiones: Largo: 1.1 mm. Alto: 0.77 mm.

Material: 1260 individuos.

Repositorio y Procedencia:

CTES-PMP N° 3583 (lote 391 moldes): Localidad Río Seco (Catamarca), Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3653 (lote 62 moldes): Localidad Río Salinas (Tucumán), Formación Chiquimil (Mioceno Superior).

CTES-PMP N° 3654 (lote 82 moldes): Localidad Tiopunco (Tucumán), Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3655 (lote 611 moldes): Localidad Campo de Aviación (Tucumán), Formación San José (Mioceno Medio).

CTES-PMP N° 3656 (lote 114 moldes): Localidad Camino nuevo entre Colalao del Valle y Yasyamayo (Tucumán), Formación San José (Mioceno Medio).

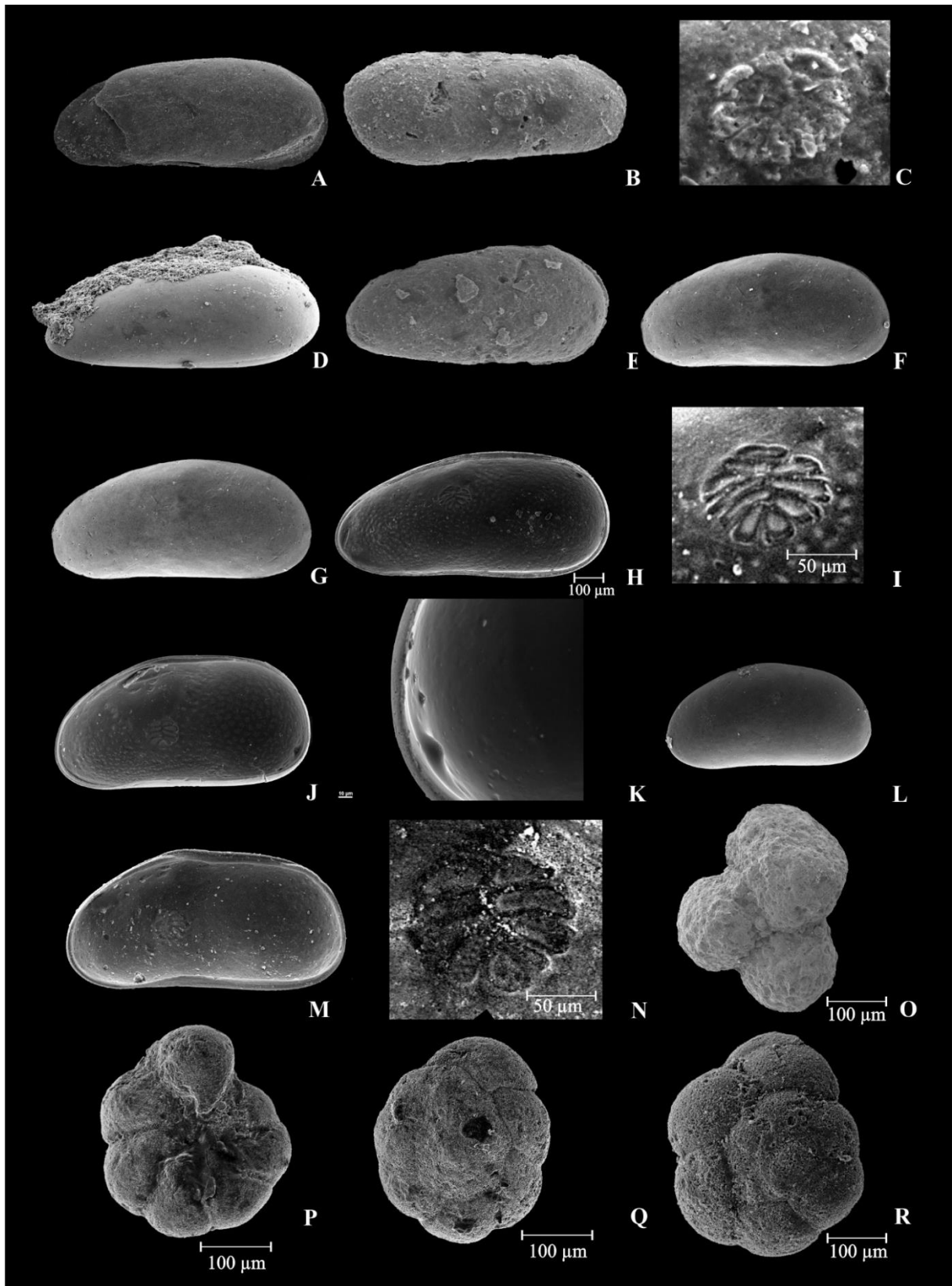


Lámina 9.

REFERENCIAS LÁMINA 9

Las escalas se ubican en cada figura.

A-C: *Darwinula stevensoni* Brady y Robertson, 1870. CTES-PMP N° 3578, 3579 y 3604. A: Valva izquierda, vista lateral externa. B: Molde interno, vista lateral externa. C: Detalle de la impresión muscular.

D-E: *Darwinula* sp. CTES-PMP N° 3607. Valvas izquierdas, vista lateral externa.

F-G: *Alicenula* sp. aff. *A. serricaudata* (Klie, 1935). CTES-PMP N° 3610. Valvas izquierdas, vista lateral externa.

H-I: *Penthesilenula inca* (Delachaux 1928). CTES-PMP N° 3572 y 3573. H: Valva izquierda. Vista interna. I: Detalle de la impresión muscular.

J-K: *Penthesilenula brasiliensis* (Pinto y Kotzian 1961). CTES-PMP N° 3606. J: Valva izquierda, vista interna. K: Detalle del diente posterior.

L: *Microdarwinula* sp. CTES-PMP N° 3611. Valva derecha, vista lateral externa.

M-N: *Vestalenula danielopoli* (Martens, Rossetti y Fuhrmann, 1977). CTES-PMP N° 3576 y 3605. M: Valva derecha, vista lateral interna. N: Detalle de la impresión muscular.

O: *Nonion demens* forma *santamariana* Zabert, 1982. CTES-PMP N° 3562. Vista espiral.

P-Q: *Ammonia tepida* (Cushman, 1926). CTES-PMP N° 3563, 3564, 3565, 3566 y 3567. Vista umbilical. Q: Vista espiral.

R: *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny, 1839). CTES-PMP N° 3561. Vista espiral.

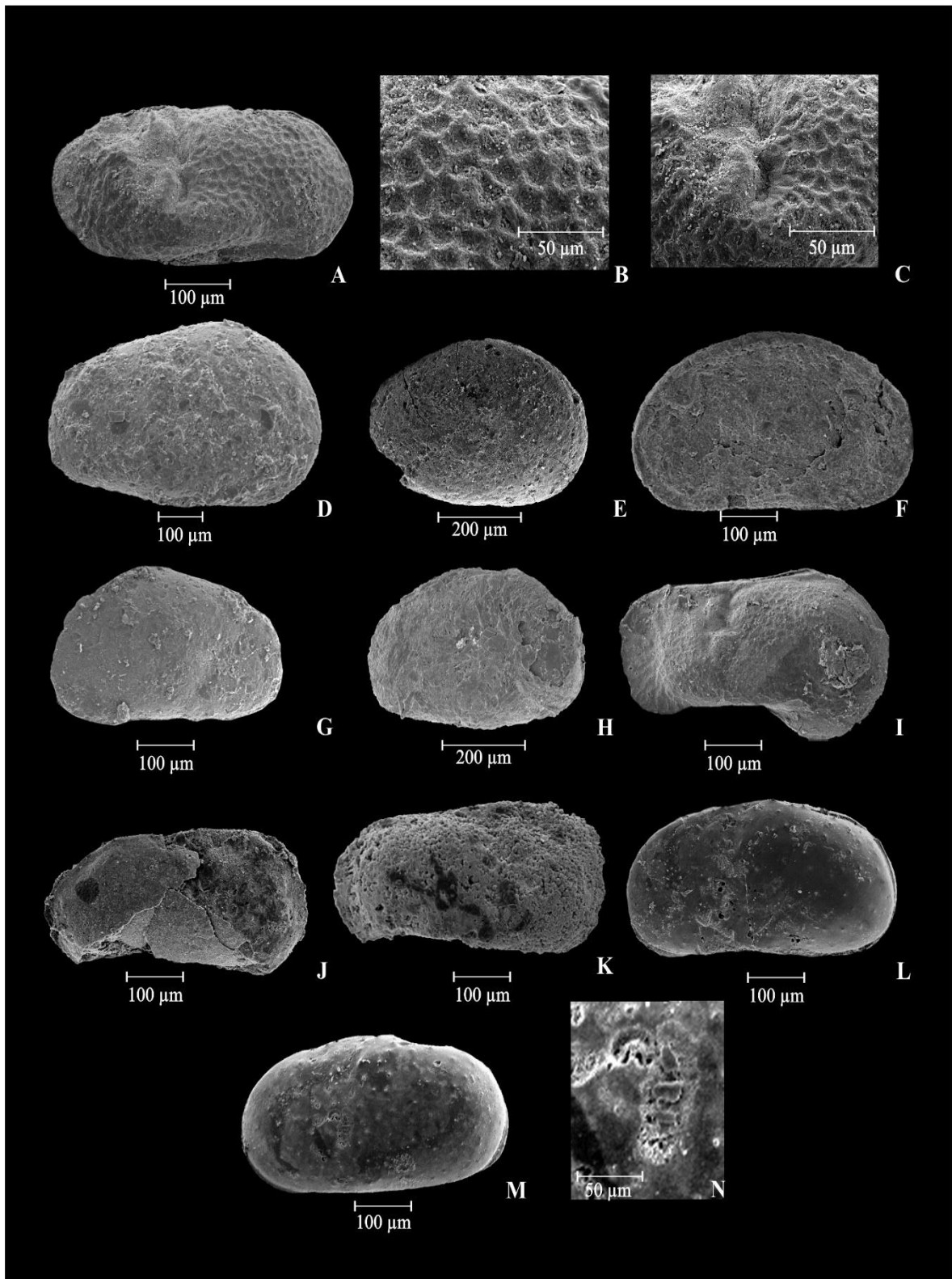


Lámina 10.

REFERENCIAS LÁMINA 10

Las escalas se ubican en cada figura.

A-C: *Ilyocypris bradyi* Sars, 1890. CTES-PMP N° 3588 y 3641. A: Valva izquierda, vista lateral externa. B: Detalle de la superficie de la valva. C: Detalle del sulco.

D: *Eucypris* sp. CTES-PMP N° 3590 y 3598. Valva derecha, vista lateral externa.

E: ?*Physocypris* sp. Vávra, 1897. CTES-PMP N° 3593. Valva derecha, vista lateral externa.

F: *Heterocypris incongruens* (Ramdohr, 1808). CTES-PMP N° 3620, 3621, 3622 y 3623. Valva izquierda, vista lateral interna.

G: *Heterocypris* sp. CTES-PMP N°3569, 3592, 3594 y 3599. Valva izquierda, vista lateral externa.

H: *Cypridopsis* sp. CTES-PMP N° 3640. Valva derecha, vista lateral externa.

I: *Limnocythere* aff. *L. reticulata* Sharpe, 1897. CTES-PMP N°3591, 3574, 3575 y 3577. Valva derecha, vista lateral externa.

J: *Limnocythere* sp. 1. CTES-PMP N° 3587, 3580 y 3581. Valva derecha, vista lateral externa.

K: *Limnocythere* sp. 2. CTES-PMP N° 3571, 3570 y 3582. Valva derecha, vista lateral externa.

L: *Cyprideis torosa* (Jones, 1850). CTES-PMP N° 3583, 3653, 3654, 3655 y 3656. Valva izquierda, vista lateral externa.

M-N: *Cyprideis* aff. *C. salebrosa hartmanni* (d'Orbigny, 1839). CTES-PMP N° 3584, 3596, 3595, 3586, 3589 y 3596. M: Valva derecha, vista lateral externa. N: Detalle de la impresión muscular.

3. ANÁLISIS CUANTITATIVOS

Se recolectaron 152 muestras, de las cuales 52 resultaron fértiles para ostrácodos y/o foraminíferos (Fig. 21).

Del procesamiento de las sedimentitas provenientes de las Formaciones San José y Chiquimil (Grupo Santa María) se recuperaron caparazones, valvas y moldes de ostrácodos y conchillas y moldes de foraminíferos, con variables condiciones de preservación, según la procedencia del material (unidad, formación y/o localidad).

Asociados a estos microfósiles también fueron hallados moluscos, carófitas, escamas de peces y leños.

En la mayoría de los casos, los fósiles exhibieron preservaciones que iban de regular a mala, esto en muchos casos dificultó la determinación a nivel específico de los taxones y en otros impidió incluso la identificación genérica, los cuales fueron asignados como Indet., pero no fueron incluidos en este trabajo.

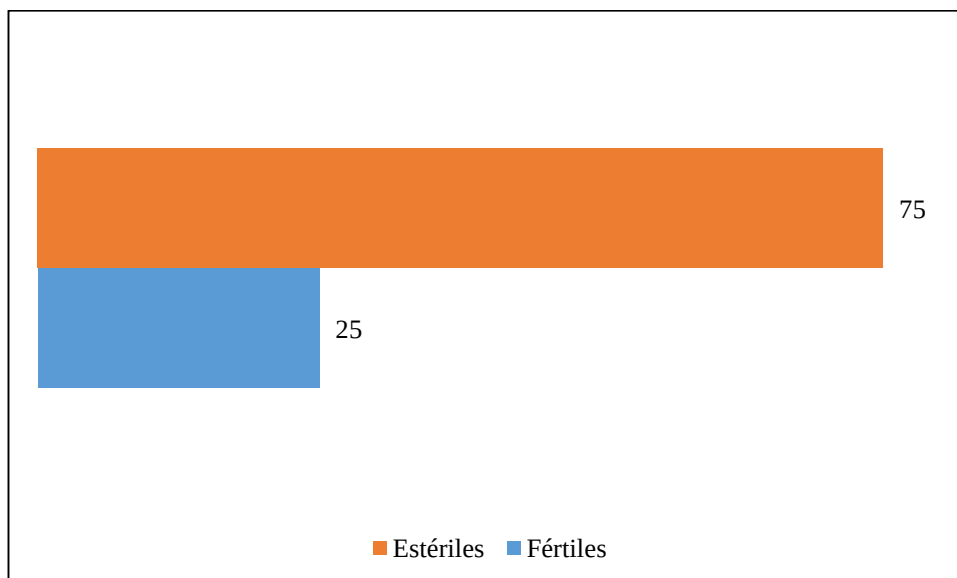


Figura 21: Muestras extraídas de los afloramientos de las Formaciones San José y Chiquimil (Grupo Santa María). Valores expresados en porcentajes.

El grupo mejor representado y más abundante es el de los ostrácodos, presente en el 100% de las localidades fosilíferas estudiadas.

El total de ejemplares recuperados ascendió a 14.551 individuos: 391 foraminíferos, reunidos en dos géneros y tres especies y 14.160 ostrácodos, con 13 géneros y 18 especies, claramente puede observarse que los foraminíferos colectados están subordinados numéricamente a los ostrácodos (Fig. 22).

Esto estaría indicando una diversidad moderada de la microfauna estudiada, situación frecuente en ambientes continentales (Gráfico 1).

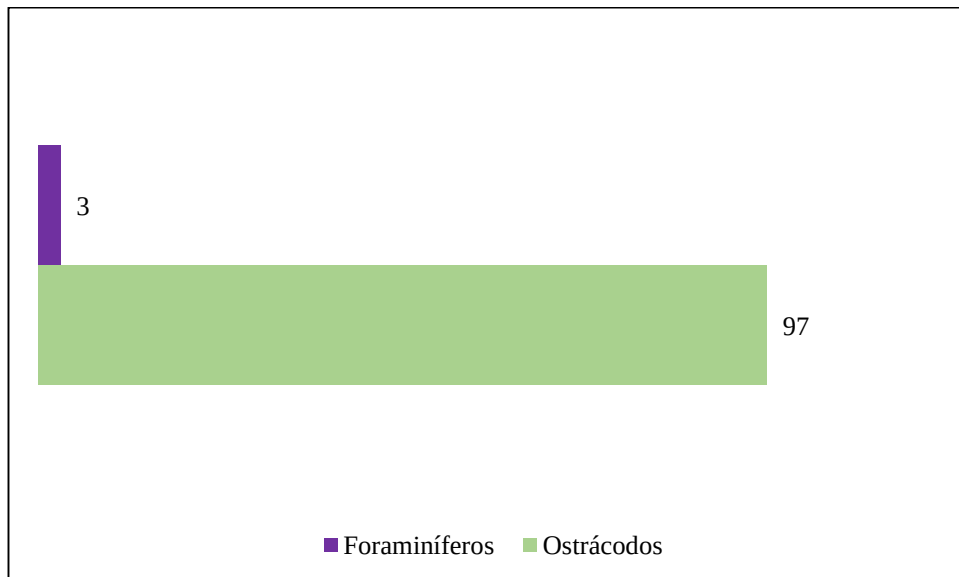


Figura 22: Abundancia absoluta de ostrácodos y foraminíferos recuperados de las muestras analizadas. Valores expresados en porcentajes.

FORAMINÍFEROS							
Especie	PMP N°	Localidad (Provincia)	Formación (Edad)	Perfil N°	Muestra N°	N° individuos Conchillas	Total
<i>Ammonia tepida</i>	3563	RSe (C)	SJ (Mm)	1	6	17	33
					7	9	
					12	7	
	3564	Ti (T)	SJ (Mm)	3	19	56	141
					22	60	
					23	25	
	3565	CA (T)	Ch (Ms)	4	26	8	46
					27	18	
					29	13	
					32	7	
					33	12	
	3566	RSa (T)	Ch (Ms)	2	13	10	22
					14	16	
	3567	Ti (T)	Ch (Ms)	6	51	22	58
					52	20	
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	3561	RSe (C)	SJ (Mm)	1	7	76	76
<i>Nonion demens</i> Bick, 1964 forma <i>santamariana</i>	3562	Ti (T)		3	19	15	15

Cuadro 14: Foraminíferos: Valores absolutos de los taxones hallados.

Abreviaturas: SJ (Mm) = Formación San José (Mioceno Medio); Ch (Ms) = Formación Chiquimil (Mioceno Superior); (C) = Catamarca; (T) = Tucumán; RSe = Río Seco; RSa = Río Salinas; Ti = (Tiopunco); CA = Campo de Aviación; CCVY = Camino entre Colalao del Valle y Yasyamayo; V = Valvas; Cp = Caparazones. PMP = Preparados Micropaleontológicos – Colección Paleontológica de la UNNE “Dr. Rafael Herbst”.

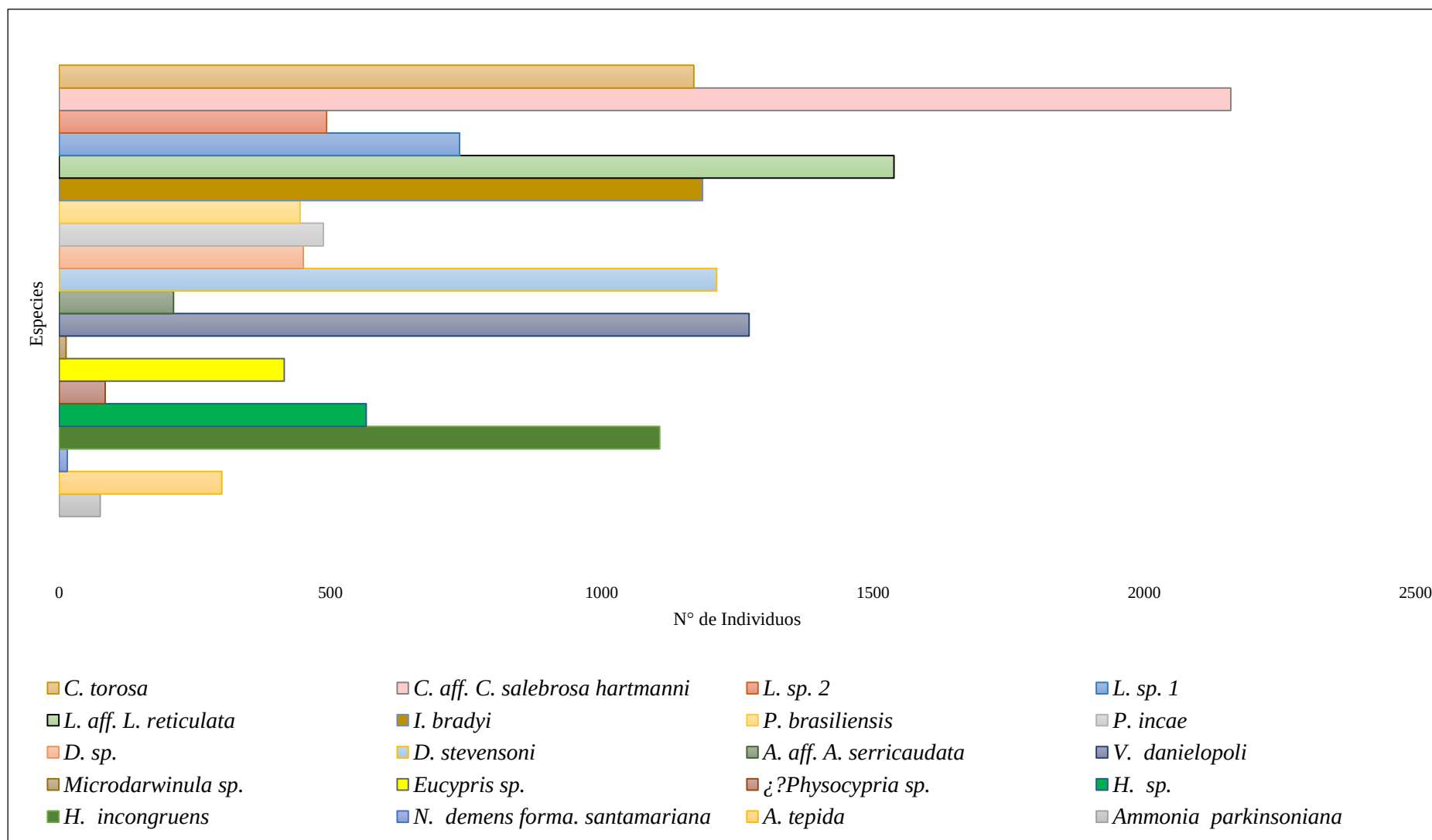


Gráfico 1: Abundancia absoluta y diversidad de foraminíferos y ostrácodos.

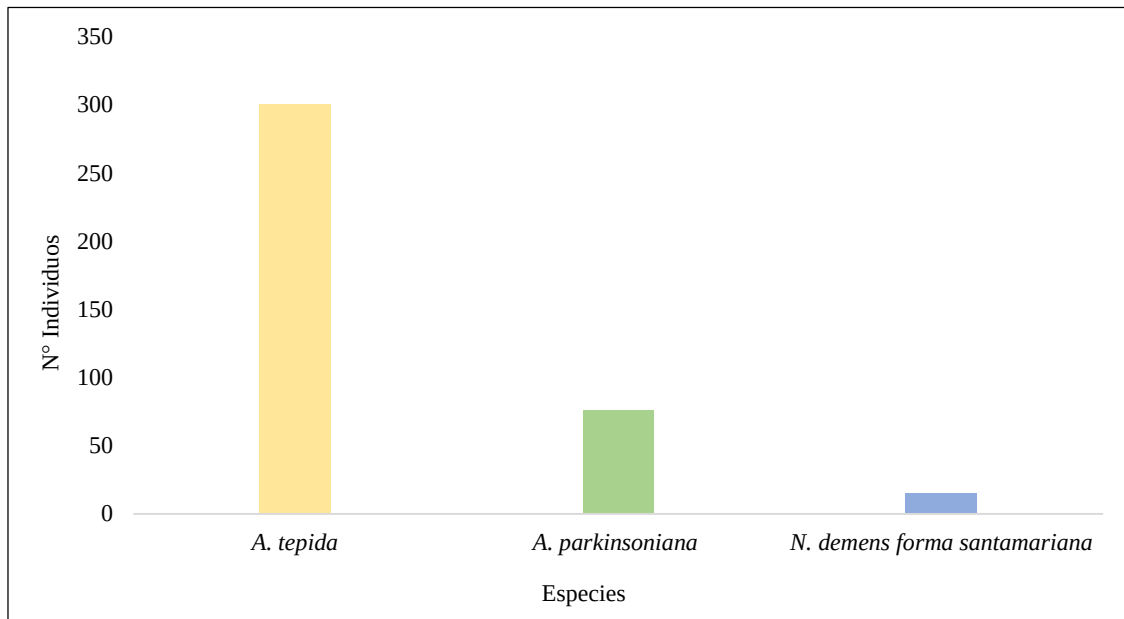


Gráfico 2: Abundancia de las especies de foraminíferos hallados.

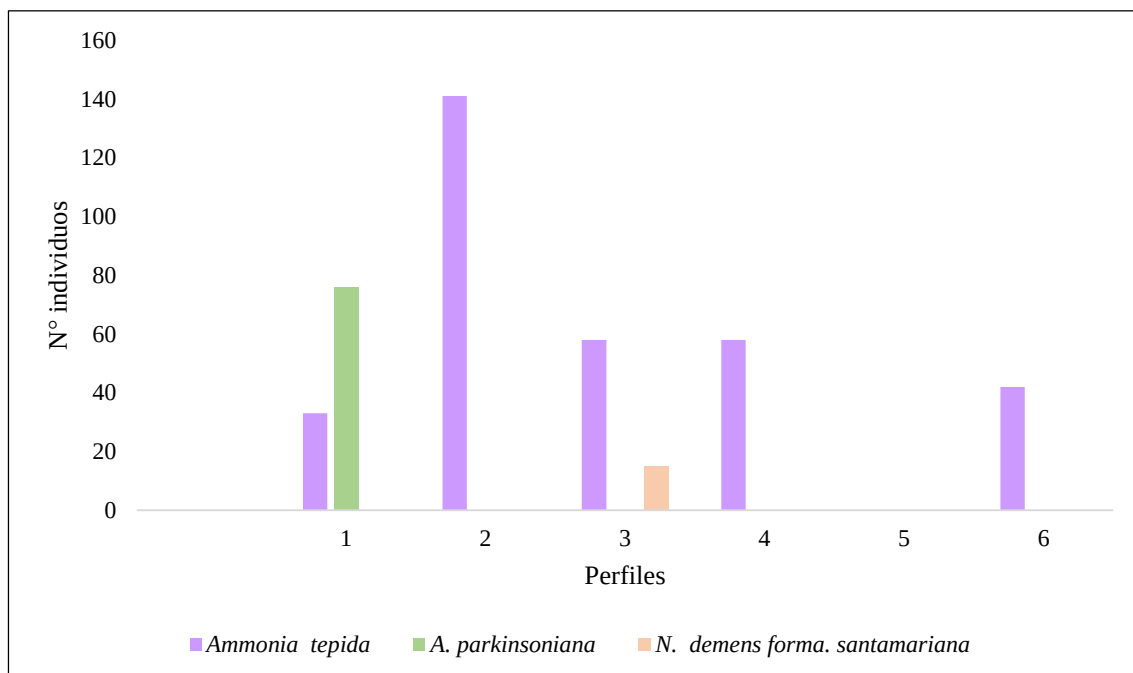


Gráfico 3: Distribución y abundancia de los foraminíferos en los perfiles estratigráficos.

OSTRÁCODOS								
Género / Especie	PMP N°	Localidad (Provincia)	Formación (Edad)	Perfil N°	Muestra N°	N° individuos		Total
						V	Cp	
<i>Heterocypris incongruens</i>	3620	RSa (T)	Ch (Ms)	2	13	57	15	72
					14	100	30	130
					15	110	45	155
					16	90	20	110
	3621	CA (T)	SJ (Mm)	4	25	25	0	25
					30	48	13	61
					31	120	0	120
					32	123	39	162
					33	20	0	20
					34	14	0	14
	3622	CCVY (T)	SJ (Mm)	5	46	25	0	25
					48	76	23	99
					50	24	0	24
	3623	Ti (T)	Ch (Ms)	6	51	49	20	69
					52	21	0	21
<i>Heterocypris</i> sp.	3569	RSa (T)	Ch (Ms)	2	15	0	57	57
					16	0	50	50
					17	0	50	50
	3592	Ti (T)	SJ (Mm)	3	20	0	47	47
					21	0	50	50
	3594	CA (T)	SJ (Mm)	4	26	0	30	30
					27	0	32	32
					28	0	30	30
					29	0	34	34
					36	0	30	30
	3599	CCVY (T)	SJ (Mm)	5	40	0	35	35
					41	0	30	30
					47	0	46	46
					49	0	45	45
<i>Eucypris</i> sp.	3590	Ti (T)	Fm SJ (Mm)	3	20	0	136	136
					21	0	190	190

	3598	CA (T)	Fm SJ (Mm)	4	25	0	89	89
<i>Microdarwinula</i> sp.	3611	CCVY (T)	SJ (Mm)	5	45	0	13	13
<i>Vestalenula</i> <i>danielopoli</i>	3576	RSa (T)	Fm Ch (Ms)	2	17	150	90	240
					18	168	64	232
	3605	CCVY (T)	Fm SJ (Mm)	5	37	233	70	303
					38	198	81	279
					39	118	100	218
<i>Alicenula</i> sp.	3610	CCVY (T)	Fm SJ (Mm)	5	45	108	30	138
aff. <i>A.</i> <i>serricaudata</i>					48	55	18	73
<i>Darwinula</i> <i>stevensoni</i>	3578	CA (T)	Fm SJ (Mm)	4	24	81	13	94
					37	104	40	144
	3579	CCVY (T)	Fm SJ (Mm)	5	40	137	51	188
					43	165	50	215
					44	140	38	178
					45	128	26	154
	3604	Ti (T)	Fm Ch (Ms)	6	50	177	62	239
<i>Darwinula</i> sp.	3607	Ti (T)	Fm SJ (Mm)	5	38	0	135	135
					39	0	157	157
					48	0	115	115
					49	0	43	43
<i>Penthesilenula</i> <i>incae</i>	3615	CCVY (T)	Fm SJ (Mm)	5	40	249	45	294
	3616	Ti (T)	Fm Ch (Ms)	6	50	160	33	193

<i>Penthesilenula brasiliensis</i>	3606	CCVY (T)	Fm SJ (Mm)	5	41	134	43	177
					42	153	39	192
					47	50	25	75
<i>Ilyocypris bradyi</i>	3588	RSe (C).	SJ (Mm)	1	5	110	0	110
					8	150	0	150
					9	73	0	73
					10	224	0	224
					11	105	0	105
					12	57	0	57
	3641	RSa (T)	Ch (Ms)	2	15	99	0	99
					16	87	0	87
					17	101	0	101
					18	180	0	180
<i>?Physocypria</i>	3593	RSe (C)	SJ (Mm)	1	2	0	51	51
					3	0	34	34
<i>Limnocythere</i> aff. <i>L. reticulata</i>	3591	RSe (C)	SJ (Mm)	1	8	363	0	363
	3642	RSa (T)	Ch (Ms)	2	15	402	0	402
					16	373	0	373
	3643	CCVY (T)	SJ (Mm)	5	37	95	0	95
					46	100	0	100
3644	Ti (T)	Ch (Ms)	6	50	206	0	206	
<i>Limnocythere</i> sp. 1	3587	RSe (C)	SJ (Mm)	1	4	50	0	50
					9	64	0	64
					10	85	0	85
					11	106	0	106
	3645	Ti (T)		3	22	159	0	159
					23	136	0	136
	3646	CCVY (T)		5	39	137	0	137
<i>Limnocythere</i> sp. 2	3571	RSa (T)	Ch (Ms)	2	14	75	0	75
					16	89	0	89

	3647	CCVY (T)	SJ (Mm)	5	39	60	0	60
					50	80	0	80
	3570	Ti (T)	Ch (Ms)	6	51	63	0	63
					5	126	0	126
<i>Cyprideis</i> aff. <i>C. salebrosa hartmanni</i>	3648	RSe (C)	SJ (Mm)	1	5	0	113	113
					6	0	93	93
					10	0	128	128
	3649	RSa (T)	Ch (Ms)	2	13	0	116	116
					14	0	127	127
	3613	Ti (T)	SJ (Mm)	3	19	0	115	115
					21	0	103	103
	3650	CA (T)	SJ (Mm)	4	29	0	90	90
					30	0	117	117
					31	0	78	78
					32	0	105	105
					33	0	53	53
					34	0	56	56
	3651	CCVY (T)	SJ (Mm)	5	41	0	133	133
					42	0	100	100
					43	0	108	108
					46	0	121	121
	3652	Ti (T)	Ch (Ms)	6	51	0	112	112
					52	0	85	85
<i>Cyprideis torosa</i>	3583	RSe (C)	SJ (Mm)	1	1	0	48	48
					2	0	36	36
					3	0	32	32
					4	0	41	41
					5	0	35	35
					6	0	37	37
					7	0	28	28
					8	0	34	34
					9	0	42	42
					11	0	26	26
					12	0	32	32

<i>Cyprideis torosa</i>	3653	RSa (T)	Ch (Ms)	2	17	0	25	25
					18	0	37	37
	3654	Ti (T)	SJ (Mm)	3	19	0	15	15
					20	0	19	19
					21	0	11	11
					22	0	14	14
					23	0	23	23
					24	0	115	115
	3655	CA (T)	SJ (Mm)	4	25	0	83	83
					26	0	106	106
					27	0	52	52
					28	0	37	37
					35	0	48	48
					36	0	56	56
	3656	CCVY (T)	SJ (Mm)	5	40	0	21	21
					44	0	18	18
					47	0	24	24
					48	0	23	23
					49	0	28	28
<i>Cypridopsis</i> sp.	3640	CCVY (T)	SJ (Mm)	5	41	0	151	151
					48	0	90	90
					49	0	78	78

Cuadro 15: Ostrácodos: Valores absolutos de los taxones hallados.

Abreviaturas: SJ (Mm) = Formación San José (Mioceno Medio); Ch (Ms) = Formación Chiquimil (Mioceno Superior); (C) = Catamarca; (T) = Tucumán; RSe = Río Seco; RSa = Río Salinas; Ti = (Tiopunco); CA = Campo de Aviación; CCVY = Camino entre Colalao del Valle y Yasyamayo; V = Valvas; Cp = Caparazones. PMP = Preparados Micropaleontológicos – Colección Paleontológica de la UNNE “Dr. Rafael Herbst”.

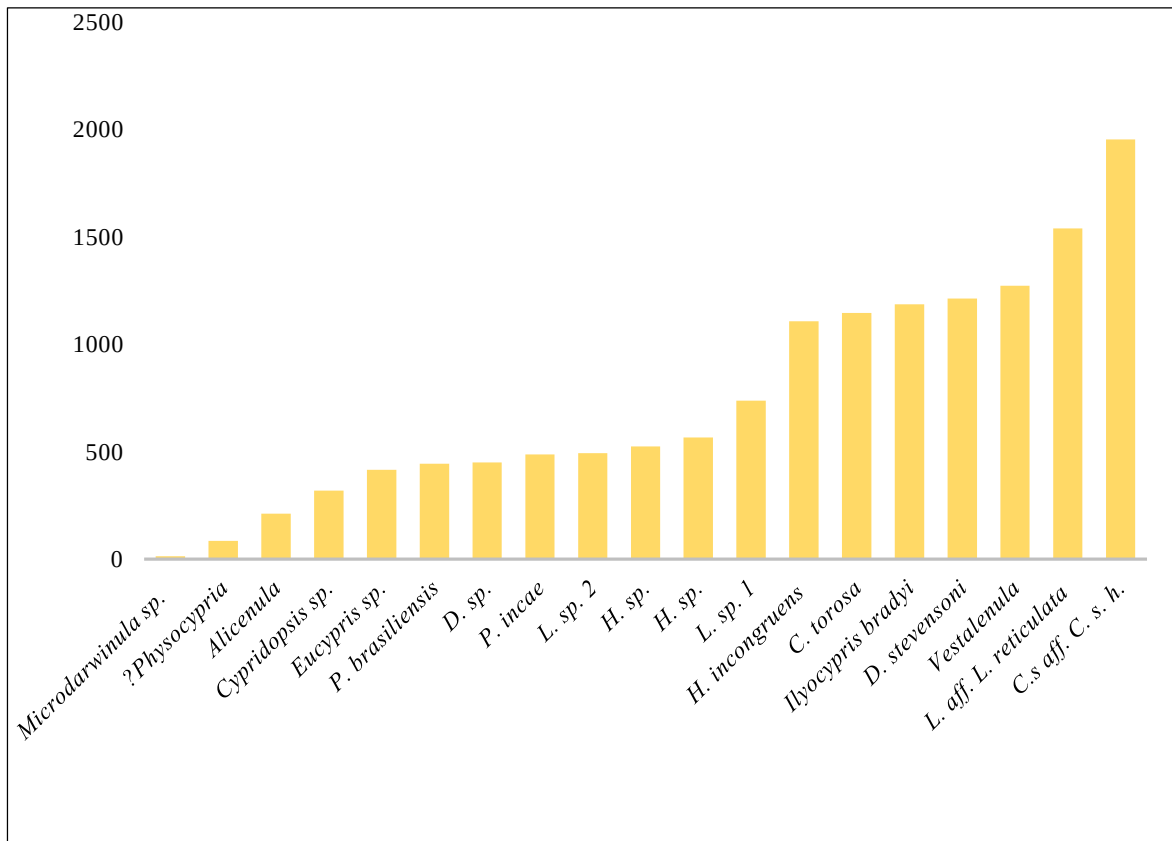


Gráfico 4: Abundancia total de ejemplares de ostrácodos identificados.

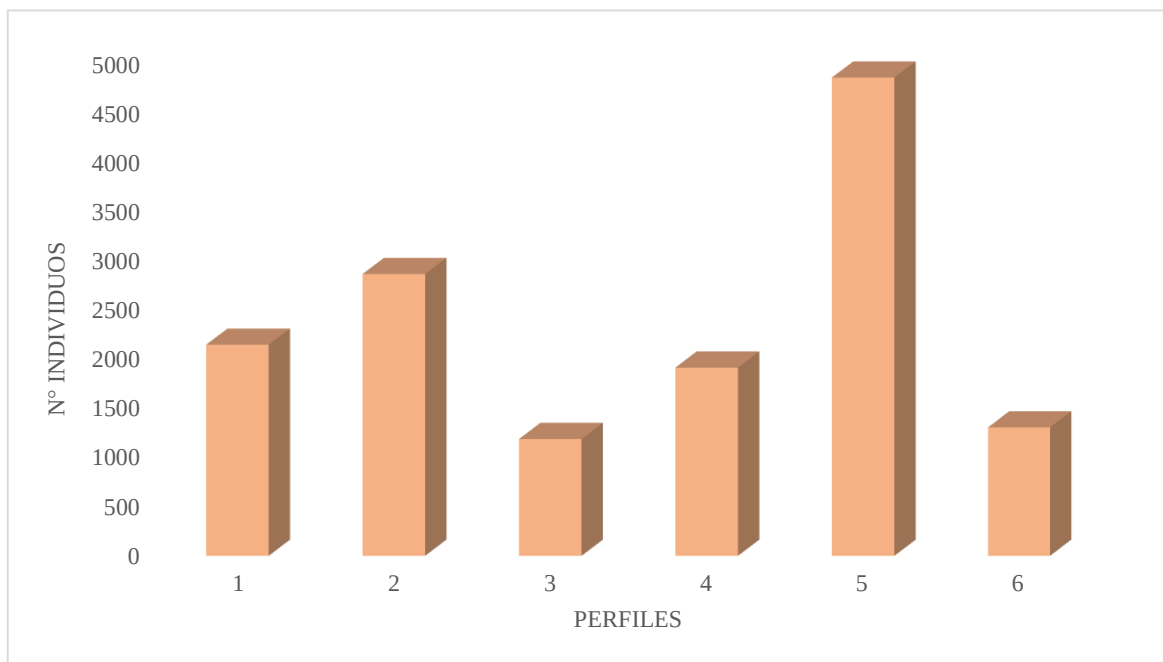


Gráfico 5: Distribución y abundancia de los ostrácodos en los perfiles estratigráficos.

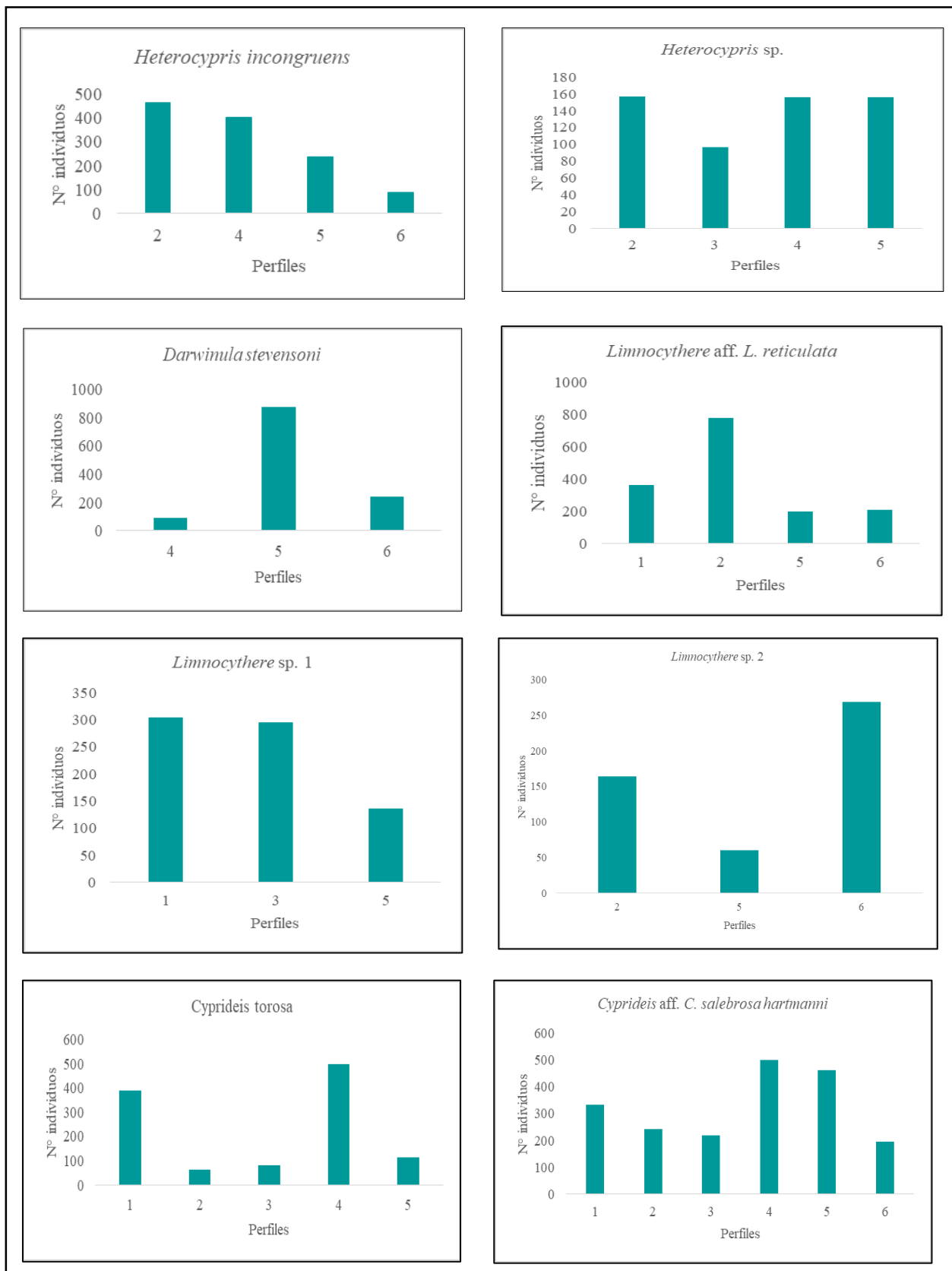


Gráfico 6: Distribución y abundancia de taxones de ostrácodos, discriminados por perfiles analizados. Se desestiman aquellos que fueron hallados sólo en uno o en dos perfiles.

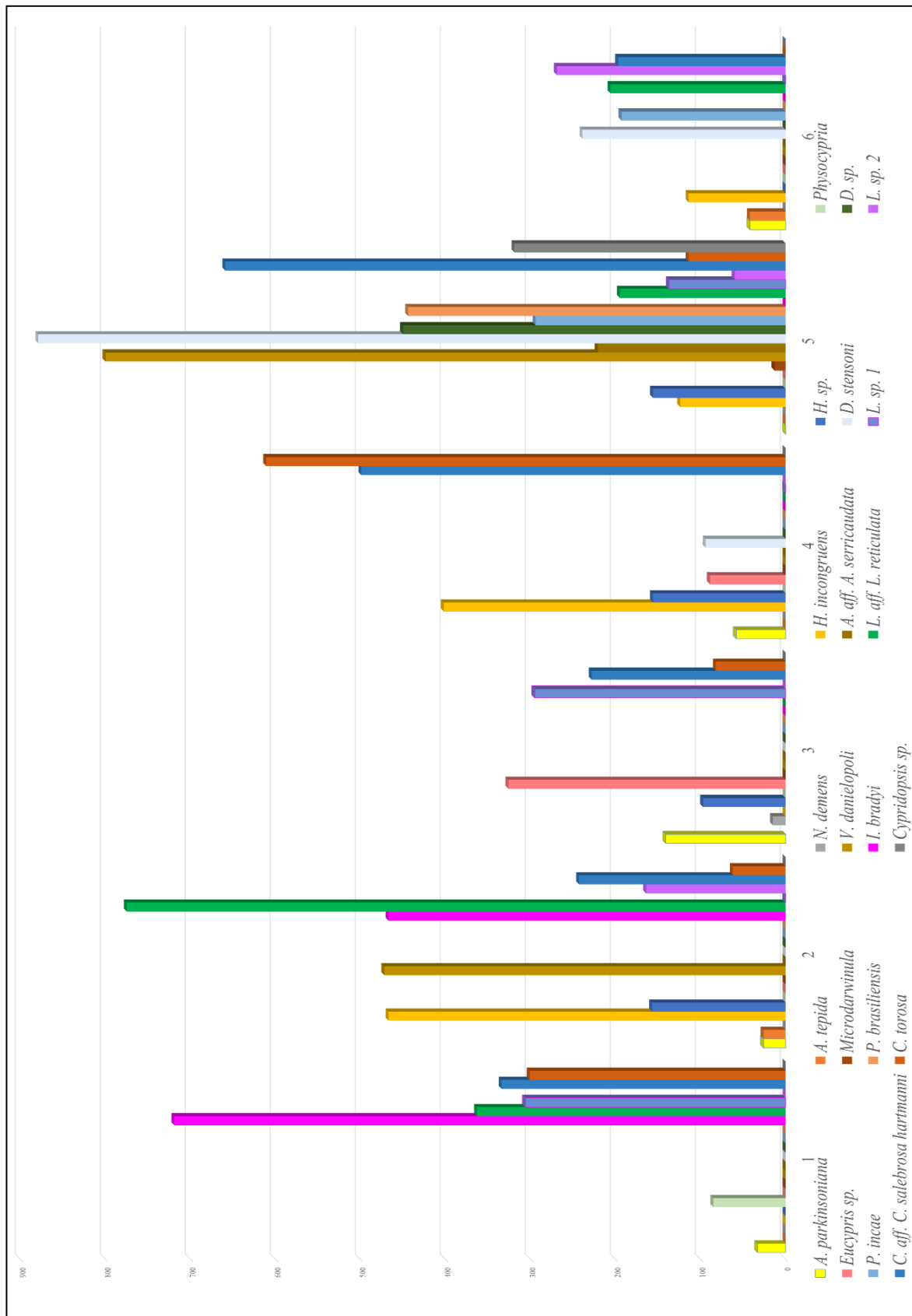


Gráfico 7: Diversidad y abundancia de especies de los perfiles estratigráficos del área de estudio. Pueden apreciarse las asociaciones ostracodológicas en cada uno de ellos.

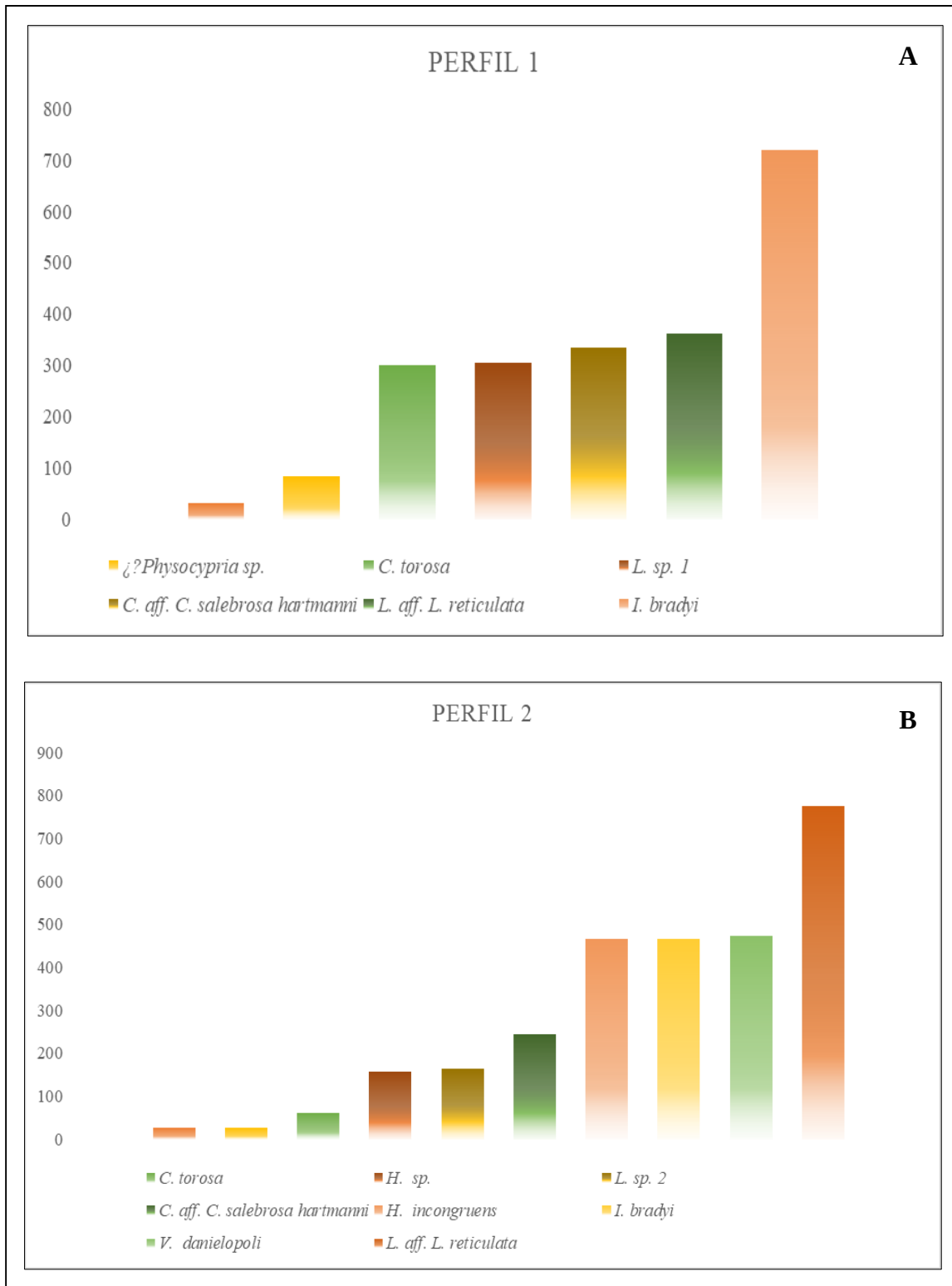


Gráfico 8: Diversidad y abundancia de especies. A: Perfil 1; B: Perfil 2.

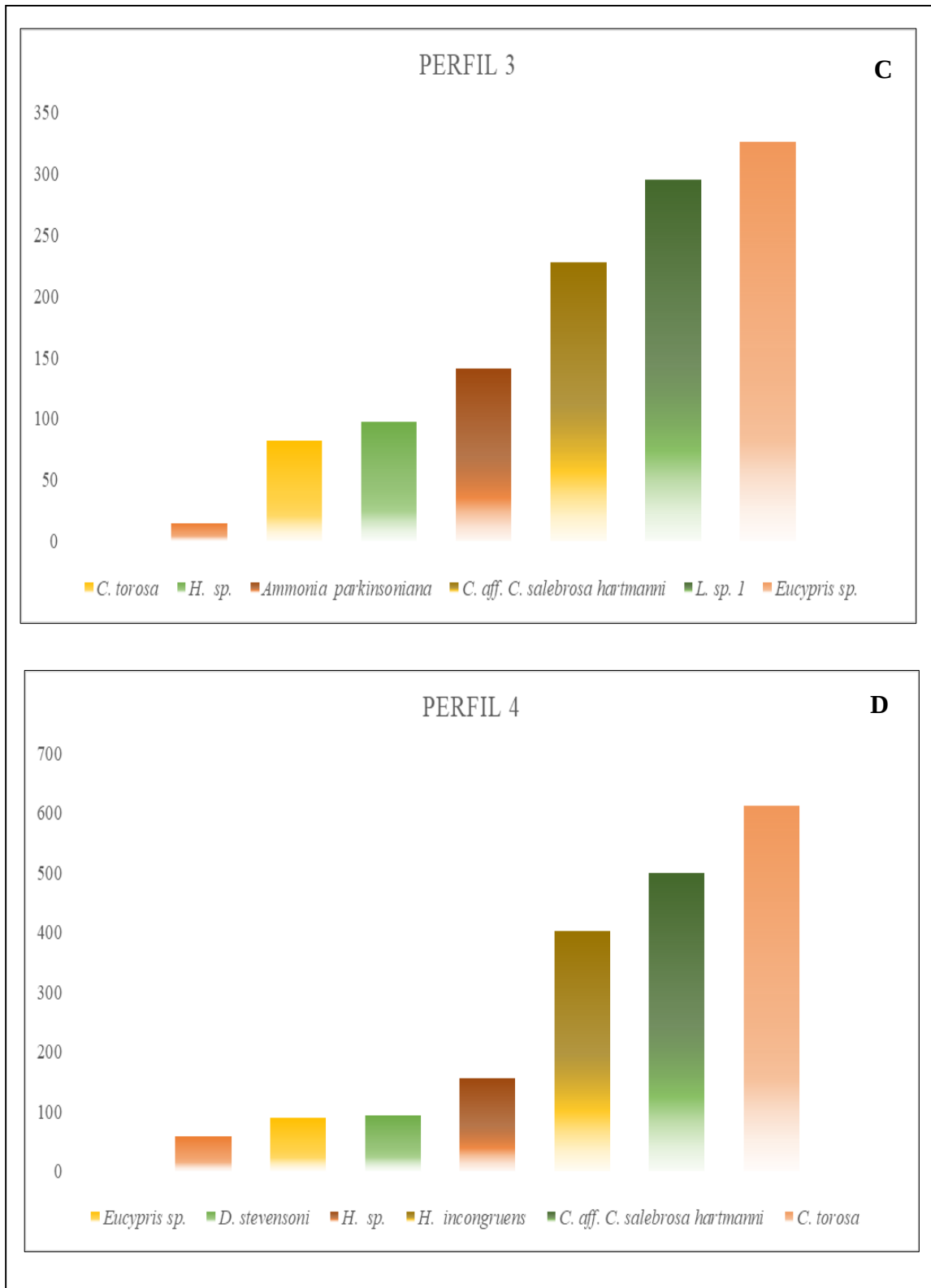


Gráfico 9: Diversidad y abundancia de especies. C: Perfil 3; D: Perfil 4.

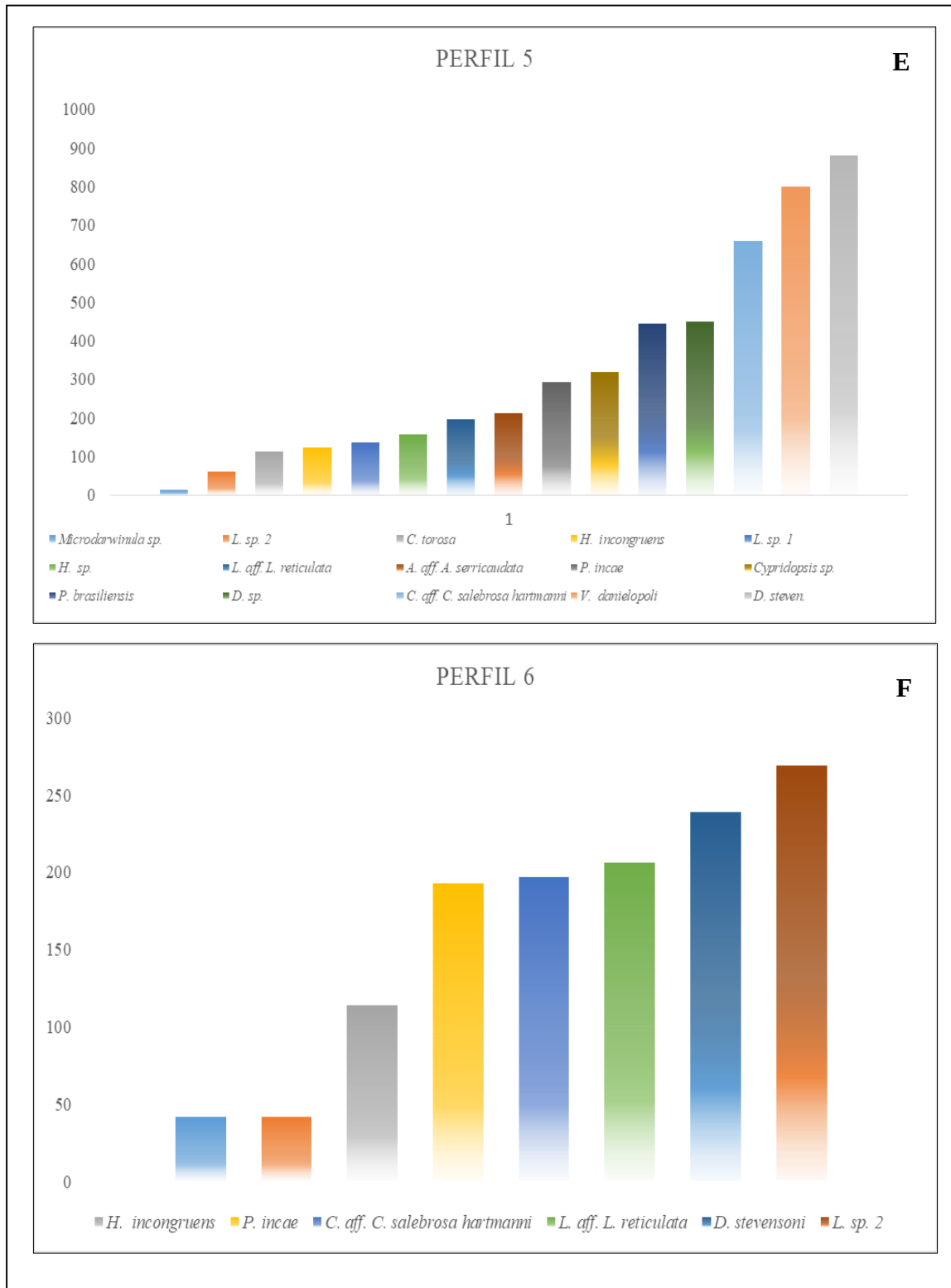


Gráfico 10: Diversidad y abundancia de especies. E: Perfil 5; F: Perfil 6.

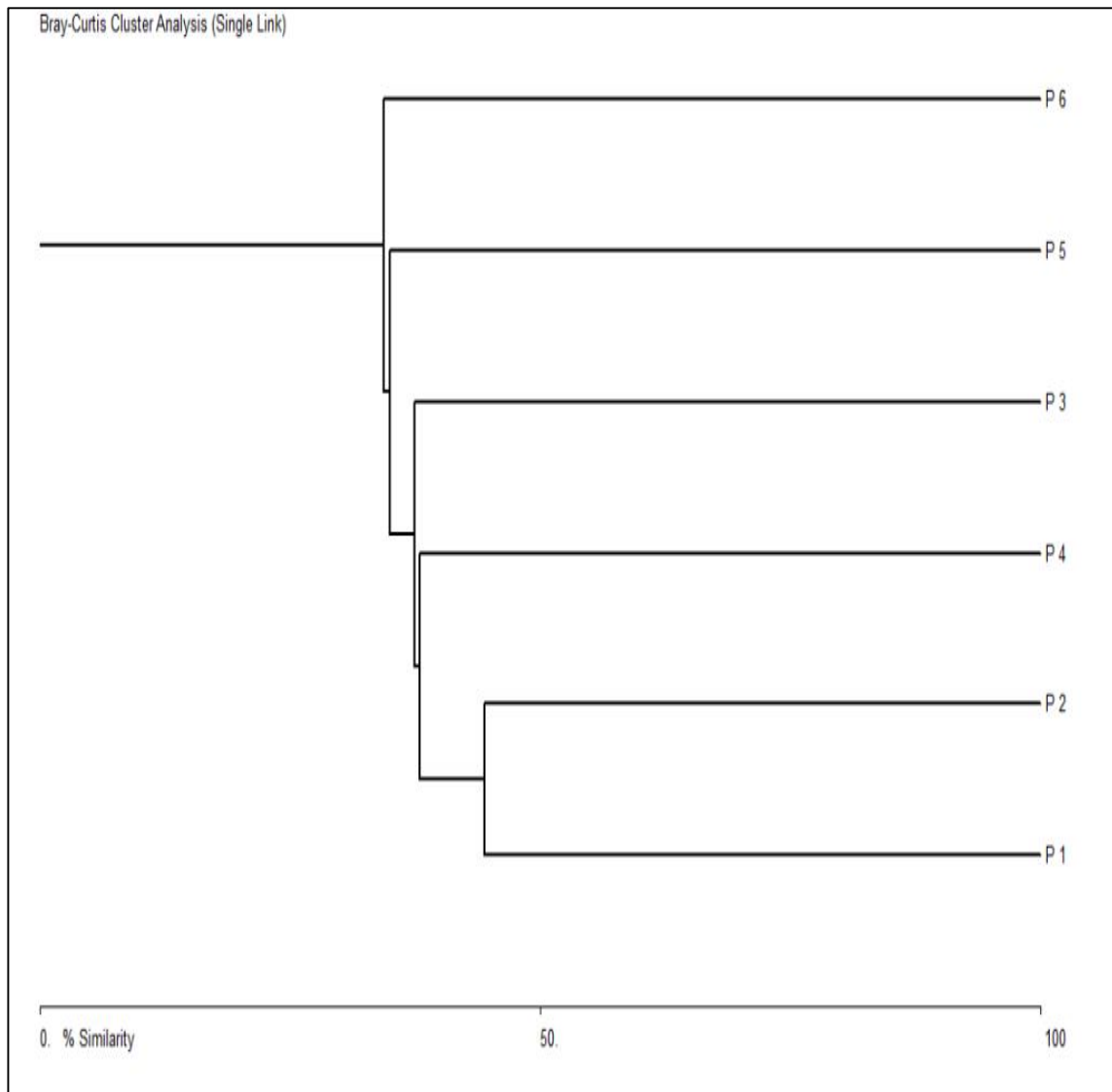


Gráfico 11: Agrupamiento derivado de los resultados del análisis de similitud de Bray-Curtis (considerando la abundancia de especies por perfil estratigráfico) entre los diferentes perfiles realizados en el área de estudio.

Los taxones de foraminíferos hallados corresponden a dos géneros y tres especies: *Ammonia tepida*, *A. parkinsoniana* y *Nonion demens* forma *santamariana*.

De las tres, *A. tepida* (Cushman, 1926) domina claramente en abundancia sobre las otras dos especies, hallándose además en cinco de las seis localidades analizadas, mientras que *A. parkinsoniana* (d'Orbigny, 1839) sólo estuvo presente en una muestra procedente del perfil realizado en Río Seco (Tucumán) y *N. demens* forma *santamariana* (Zabert, 1982) fue registrada en una muestra de Tiopunco (Tucumán) con tan solo 15 ejemplares recuperados.

La distribución estratigráfica y geográfica y la abundancia de los foraminíferos se exponen en el Cuadro 7 (véanse también Gráficos 1 y 2).

Los taxones de ostrácodos recuperados fueron: *Heterocypris incongruens*, *Heterocypris* sp., *Microdarwinula* sp., *Vestalenula danielopoli*, *Alicenula* sp. aff. *A. serricaudata*, *Darwinula stevensoni*, *Darwinula* sp., *Penthesilenula incae*, *Penthesilenula brasiliensis*, *Ilyocypris bradyi*, ?*Physocypris*, *Limnocythere* aff. *L. reticulata*, *Limnocythere* sp. 1, *Limnocythere* sp. 2, *Cyprideis* aff. *C. salebroso hartmanni*, *Cyprideis torosa* y *Cypridopsis* sp.

Estos microcrustáceos fueron hallados en todos los perfiles exhibidos en esta tesis. Su riqueza y abundancia difirieron entre las distintas localidades y Formaciones.

Incluso, la ostracofauna presentó variaciones entre las muestras de un mismo perfil (Cuadro 8) (véanse también Gráficos 1, 4, 5 y 6).

El taxón más abundante resultó ser *Cyprideis* aff. *C. salebroso hartmanni* (Ramírez, 1967).

Siguen en orden de abundancia *Limnocythere* aff. *L. reticulata* Sharpe, 1897, *Vestalenula danielopoli* (Martens, Rossetti y Fuhrmann, 1977) y *Darwinula stevensoni* Brady y Robertson, 1870.

Los índices de diversidad aplicados a las asociaciones de ostrácodos de cada sitio muestreado mostraron valores similares.

El índice de Berger-Parker estimó que la mayor diversidad de organismos se presentó en el perfil 5 (0.193) (Gráfico 10 E).

Los perfiles 6, 2, 3 y 1 (Gráficos 8, 9 y 10) presentan los siguientes porcentajes de dominancia: 21.35%, 26.29%, 29.60% y 31.16%, respectivamente

El perfil 4 fue el menos diverso (0.32) y con mayor dominancia (32%).

Es importante destacar que el perfil 5 (Gráfico 10 E) fue el que presentó el mayor número de taxones registrados, pero en los perfiles 6 (Gráfico 10 F) y 3 (Gráfico 9 C) fue donde se observaron las dominancias más acentuadas de algunos grupos en particular.

El índice de Shannon concordó con lo expuesto más arriba, reconociendo al perfil 5 como el más diverso (3.34) y al perfil 4 con menor diversidad (2.37).

Los perfiles restantes tuvieron similares valores entre sí (perfil 3: 2.39; perfil 1: 2.59; perfil 6: 2.66 y perfil 2: 2.85).

Para determinar el grado de afinidad entre los perfiles, considerando exclusivamente a los ostrácodos, se aplicó el índice de similitud de Bray-Curtis.

Los resultados (Gráfico 11) sugieren una mayor similitud entre los perfiles 1 y 2 (44.45%) y una clara diferenciación entre éstos y el perfil 6.

Puede observarse, sobre la base de los resultados obtenidos a partir del análisis de similitud de Bray-Curtis, que en todos los casos la semejanza entre las localidades estudiadas es menor al 50% (Gráfico 11).

4. CONSIDERACIONES ECOLÓGICAS, PALEOECOLÓGICAS y TAFONÓMICAS

4.1. Consideraciones ecológicas de los especímenes analizados

Ammonia es un género que posee amplia distribución geográfica, soportando grandes rangos de salinidad (Calvo, 2011), comprendidos entre 2‰ y más de 70‰. Este género se reproduce a salinidades entre 20‰ y 40‰, con requerimientos térmicos inferiores a 35°C (Bradshaw, 1957).

A. tepida opta por ambientes salobres a marinos (Walton y Sloan, 1990), puede hallarse en bahías, golfos y estuarios (Boltovskoy, 1976). Cann y Deckker (1981) explican que esta especie requiere de aguas permanentes para sobrevivir.

A. parkinsoniana fue identificada en el estuario del Plata, el cual correspondería a una zona intermedia fluvial con salinidades que varían entre 0.5‰ y 25‰ dependiendo de la dirección del viento (Boltovskoy, 1957).

Ammonia (así como otros invertebrados) es considerado un género lacustre de afinidad marina (o de ancestros marinos), típicamente eurihalina que habita ambientes continentales, particularmente en medios lacustres salinos atalásicos (Anadón, 1989).

Nonion demens es característico de ambientes con salinidad reducida considerablemente, por ello, y por la presencia de otros fósiles acompañantes, típicos de agua dulce se infiere que *Nonion demens* forma *santamariana* habitaba ambientes hiposalinos hasta dulceacuícolas (Zabert, 1982).

Zabert (1982) da a conocer el hallazgo del foraminífero *Nonion demens* (Bik) en sedimentitas de la Formación Las Arcas (*sensu* Ruiz Huidobro, 1972) del tercio superior de la Formación San José. Boltovskoy y Lena (1974) la citan en la zona fluvial intermedia y fluviomarina del río de La Plata. Estas condiciones ambientales para *Nonion* condicen con lo postulado por Gavriloff y Bossi (1992b) para su megafacies LEM como un "...ambiente lacustre de salinidad relativamente baja, ...con un gran contenido fosilífero de aguas salobres y dulces".

***Microdarwinula*:** *M. zimmeri* fue registrada en aguas intersticiales y turberas de Europa (Martens *et al.*, 1997). *Microdarwinula inexpectata* se describe como habitante de ambiente semi-terrestre. Se sugirió que esta especie podría ser cosmopolita.

Pinto *et al.* (2005) describen para Brasil a *Microdarwinula* sp. 1 como una especie de agua dulce, asociada a macrófitas.

***Vestalenula*:** La autoecología de este género es poco conocida. Existen especies que se han recuperado de ambientes intersticiales conectados con ambientes fluviales. En general, son ambientes relativamente estacionales, sobre todo en lo referente a la temperatura del agua.

Hay muy pocos datos referidos a la salinidad del agua que habitan los representantes del género *Vestalenula*, pero pareciera que prefieren cuerpos de agua dulce, estancada,

generalmente alimentada por arroyos o riachos (Ligios *et al.*, 2009). Martens *et al.* (1997) registraron este género en agua estancada poco profunda.

***Alicenula* sp aff. *A. serricaudata*:** Está ampliamente distribuida en ambientes dulceacuícolas modernos particularmente de Brasil y Sudáfrica (Rosetti y Martens, 1998).

Ejemplares fósiles y actuales de este género fueron hallados en un amplio rango de ambientes dulceacuícolas, incluyendo lagos, lagunas, cursos efímeros de agua y hasta de hábitos semiterrestres (Rosetti y Martens, 1998).

Son de amplia distribución, toleran variadas temperaturas. Laprida *et al.* (2006) hallaron *Alicenula* en manantiales de aguas termales, a 4026 msnm en Catamarca.

***Darwinula stevensoni*:** Especie cosmopolita, euritámica (Martens *et al.*, 1997).

Habita cuerpos de agua con fondos barrosos, entre la vegetación en meandros de cursos de agua de poca energía (Moguilevsky y Whatley, 1995).

Han sido hallados habitando ambiente de poca profundidad (Laprida, 2006). Asociados a organismos de agua dulce (Bertels y Martinez, 1997).

La especie posee amplia tolerancia a la salinidad del medio (800 mg/L a 2-3 g/L), fue registrada también en aguas de salinidades cercanas a los 15 g/L (Külköylüoglu y Vinyard, 2000).

***Darwinula* sp.:** Se conjetura el mismo hábitat de *D. stevensoni* (Brady y Robertson, 1870).

***Penthesilenula incaae*:** Ejemplares vivientes de esta especie fueron hallados en el Lago Cardiel (Patagonia), en Laguna Cari-Laufken, Arroyo Telsen y en el Noroeste argentino, todas ellas en ambientes permanentes y temporarios, en pequeños pantanos y en aguas cálidas (Laprida *et al.*, 2006; Ballent y Díaz, 2009; Cusminsky *et al.*, 2010).

También en ambientes dulceacuícolas y estuarinos del Holoceno de la provincia de Buenos Aires (Ferrero, 1996), y en ambientes lacustres holocenos de la provincia de San Juan (Ballent y Díaz, 2011). Rossetti *et al.* (1996) registraron su presencia en lagos de Bolivia.

***Penthesilenula brasiliensis*:** Fue localizada en el bentos y pleuston del valle aluvial del Río Paraná alto. Esta especie es conocida por habitar manantiales, lagos, y ríos (Van Doninck *et al.*, 2003a) y hábitats terrestres (Pinto *et al.*, 2004).

Esta especie ha sido registrada en todos los continentes, excepto en el norte América y la Antártida (Van Doninck *et al.*, 2003a).

En Brasil, *P. brasiliensis* fue hallada en aguas frescas y salobres del estado de Rio Grande do Sul (Pinto y Kotzian, 1961; Würdig y Freitas, 1988; Würdig *et al.*, 1990; Albertoni y Würdig, 1996), en el pleuston de Estado de Mato Grosso do Sul - Pantanal (Rocha y Por, 1998), y en un ambiente terrestre en el Estado de São Paulo (Pinto *et al.*, 2004).

Pinto *et al.* (2004) mencionan a *P. brasiliensis* como ubicua en hojarasca de bosques, constituyendo, el primer taxón darwinulido que se encuentra en hábitats totalmente terrestres.

?*Physocypria* sp.: *Physocypria globula* fue reportada por primera vez en el Lago Buckeye, Bass Lake, Cleveland por Furtos (1933).

Deevey *et al.* (1980) informaron que *P. globula* es una de las pocas especies planctónicas de agua dulce en el mundo y que muestra migración vertical.

Alvarez Zarikian *et al.* (2005) y Willard *et al.* (2007) señalan que *P. globula* tiene una amplia distribución biogeográfica y una alta tolerancia hidroquímica, prefiriere aguas con temperaturas de entre 18°C y 20°C, ligeramente salinas.

Pérez *et al.* (2010) recolectaron esta especie en el Lago Petén Itzá (Guatemala), ellos reconocen que *P. globula* selecciona aguas profundas (hasta 60 m de profundidad) y tolera baja concentración de oxígeno (~ 3 mg/L). Es el registro de esta especie en latitudes más bajas, pues habita principalmente América del Norte.

Los mismos autores postulan que esta especie posee una distribución neártica y neotropical.

Ilyocypris bradyi: Es una especie cosmopolita. Ramírez (1967) la recuperó de aguas de la laguna de Monte, Argentina.

Bertels y Martínez (1990) y Ferrero (1996) la citan para el Cuaternario del Sur y Centro de la provincia de Buenos Aires. Ferrero (2009) halla esta especie en ambientes de agua dulce, pudiendo tolerar aguas oligohalinas.

Habita ambientes de agua en movimiento, aunque no de mucha energía, eligiendo cuerpos de agua con fondos arenosos (Zabert, 1986).

Heterocypris incongruens: Esta especie es considerada cosmopolita y euritopa. Fue hallada en ambientes costeros de lagunas oligohalinas de fuerte alcalinidad, aguas cloruradas a hemicloruradas sódicas o hemisódicas, hemibicarbonatadas, hipo a oligomagnésicas (Laprida 2006).

Meisch (2000) asocia esta especie a aguas frías, con corriente de distintas velocidades.

Cusminsky *et al.* (2005) registraron a *H. incongruens* en ambientes de agua estancada, concluyendo que se desarrolla más rápidamente en aguas bien oxigenadas.

Ferrero (1996) señala su presencia en sedimentos no marinos del Cuaternario de la provincia de Buenos Aires y en ambientes actuales del norte de la Patagonia (Schwalb *et al.*, 2002; Cusminsky *et al.*, 2005; Cusminsky *et al.*, 2011).

Heterocypris sp.: Especies de *Heterocypris* habitan charcas temporarias y lagunas permanentes, principalmente ambientes de agua dulce y de baja energía (Laprida 2006).

Cypridopsis sp.: Es un género cosmopolita. Ferguson (1958) considera que *C. vidua* habita cuerpos de aguas quietas, someras y permanentes.

Fue encontrada en ambientes actuales de Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay y Venezuela (Martens y Behen, 1994; César *et al.*, 2004); en Argentina fue recuperada de ambientes cuaternarios del Chaco y hasta la Patagonia (Zabert, 1981; Zabert y Herbst, 1986; Cusminsky, 1995).

Eucypris sp.: En general, este género prefiere aguas tranquilas con una salinidad muy baja de no más de 5 ‰ (Meisch, 2000) y vegetación circundante.

Además, se establecen principalmente en aguas temporarias, especialmente en zonas de bosques. Algunas especies también se encuentran en áreas de aguas que fluyen y a diferentes temperaturas.

***Limnocythere* aff. *L. reticulata*:** Especie que soporta ambientes con salinidades mayores a 40 g l⁻¹, pero es frecuente hallarla en cuerpos ácueos con salinidades menores a 10 g l⁻¹ (Smith *et al.*, 2002).

Fue encontrada en ambientes permanentes y medios lóticos, con aguas oligo a hipohalinas y con alto grado de alcalinidad, también en aguas cloruradas a hemicloruradas sódicas a hemisódicas, hemibicarbonatadas, oligomagnésicas (Laprida, 2006).

Schwalb *et al.* (2002) señalan para esta especie que la reproducción sexual es la estrategia más relevante para soportar cambios ambientales, sobre todo de salinidad.

***Limnocythere* sp. 1 y *Limnocythere* sp. 2:** Ecología del género: Es reconocido como no marino. Habita ambientes continentales y de transición litoral de somera profundidad, en sedimentos del Cuaternario (Bertels y Martínez, 1990).

En sedimentos actuales se asocia a los *Limnocythere* con ambientes lagunares permanentes, de aguas mesohalinas (Laprida, 2006). Sin embargo, Ferrero (1996) los asocia a ambientes con gran influencia continental.

***Cyprideis* aff. *C. salebrosa hartmanni*:** Vive en medios salobres, de oligo a eurihalinos (Keyser en Teeter, 1980).

Las salinidades de los cuerpos de agua varían entre 0 y 30‰ (Würdig, 1983; Ornellas y Würdig, 1983; Díaz Brito *et al.*, 1988; Ferrero, 1996; Bertels y Martínez, 1990, 1997).

Soportan grandes cambios de salinidad en corto tiempo (Zabert y Herbst, 1986).

Habitan en ambientes litorales de lagunas con fondo arenoso a areno-fangoso con vegetación, con un rango de temperatura entre 15° a 20°C (Ramírez, 1967; Ornellas y

Würdig, 1983; Bertels y Martínez, 1997) y hasta una profundidad de 6 metros (Díaz Brito *et al.*, 1988).

Kihn *et al.* (2016) localizaron a *Cyprideis salebrosa hartmanni* en sedimentos actuales, específicamente en planicies de marea.

***Cyprideis torosa*:** A esta especie se la puede encontrar en un amplio rango de salinidad, pero principalmente ocurre en aguas salobres y salinas altas, aunque también puede habitar lagos de agua dulce (Klie, 1938a), esta última afirmación, según algunos autores, podría ser errónea, ya que han demostrado ser salobres (Athersuch *et al.*, 1989; Horne y Boomer 2000; Meisch, 2000).

Esta especie vive en aguas salobres de origen marino, en ambientes marginales o en cuerpos de agua influenciados por el mar (Marchegiano *et al.*, 2017), es considerada halófila (Meisch, 2000; Fuhrman, 2012).

Tiene una amplia tolerancia a la salinidad, desde agua dulce a hipersalina (salinidades cercanas al 80‰) (Carbonel *et al.*, 1988), pero parece prosperar particularmente en salinidades bajas (2 -16.5‰) (Horne *et al.*, 2016).

Van Harten (1990) definió a esta especie como anomalohalina, por su capacidad para adaptarse también a aguas atalásicas, reportado por Klie (1938) para Alemania.

Es considerada como una especie talasogénica (Anadón, 1989).

C. torosa domina ambientes con altos niveles de oxígeno disuelto (5.46 – 6.80 mg L⁻¹) (Marchegiano *et al.*, 2017). Pero, también es capaz de sobrevivir en ambientes hipóxicos (Mesquita-Joanes *et al.*, 2012).

4.2. Consideraciones Tafonómicas

La composición taxonómica de las tanatocenosis constituye un atributo básico en las reconstrucciones de las comunidades de épocas pasadas (Staff *et al.*, 1986).

Si bien son variadas las alteraciones tafonómicas sufridas por las entidades recuperadas, es sabido que los procesos de transporte y retrabajo modifican las características de las asociaciones fósiles, asumiéndose que las asociaciones estudiadas constituyen una tanatocenosis (Laprida, 1997).

Por lo tanto, es coherente presumir que todas aquellas inferencias paleoecológicas que se realicen a partir de asociaciones fósiles, tendrán sesgos, ya sea por muestreo y/o los procesos tafonómicos que han alterado la biocenosis (Lasker, 1976; De Renzi, 1978; Martinell *et al.*, 1980; Koch y Sohl, 1983).

Es decir, es imposible pretender reconocer la totalidad de una comunidad biológica pretérita a partir de una asociación encontrada en las sedimentitas analizadas.

Dentro de las paleotanatocenosis se incluyen organismos que por procesos tafonómicos representan un “*time averaging*” (Kindel y Bosence, 1991), razón por la cual podrían considerarse las asociaciones halladas como poblaciones autóctonas no coetáneas (Martínez, 2005).

Se colige que las asociaciones presentes en todos los perfiles formarían parte de una tanatocenosis, como resultado parcial de procesos de transporte y redepositación de los sedimentos (Bertels-Psotka y Laprida, 1998).

También podría suponerse que dichas tanatocenosis no hayan sufrido variaciones tafonómicas significativas (Staff *et al.*, 1986).

Fursich (1990) presenta un esquema simplificado del proceso de fosilización donde pueden apreciarse los principales ítems ocurridos durante dicha transformación (Gráfico 12).

La variación del grado tafonómico resulta muy útil en el discernimiento y en la precisión de ambientes del pasado (Staff y Powell, 1990; Flessa *et al.*, 1993; Brett, 1995).

Es por ello que deben ser estimados los parámetros tafonómicos a fin de lograr una mejor interpretación paleoambiental.

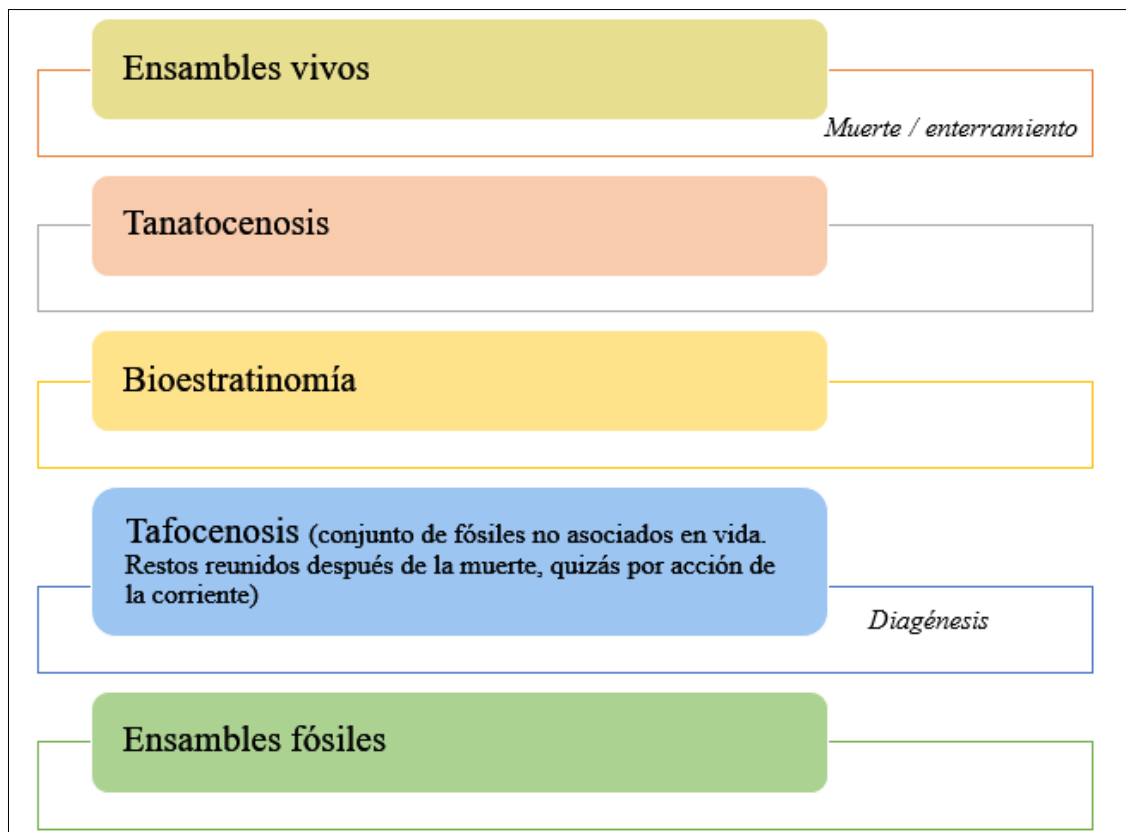


Gráfico 12: Diagrama de flujo que describe los procesos de fosilización (Tomado y modificado de Fursich, 1990).

En las muestras analizadas se obtuvieron valvas, caparazones, moldes internos y externos de ostrácodos y conchillas y moldes externos de foraminíferos.

En todas las muestras estudiadas se observó un elevado predominio de las valvas (desarticuladas) sobre los caparazones de ostrácodos (Gráfico 13).

Por el bajo grado tafonómico observado en los foraminíferos examinados es posible inferir que sufrieron importantes modificaciones *post mortem*, por ejemplo transporte, destrucción y retrabajo, las cuales pudieron haber estado relacionadas con la energía del ambiente (Staff *et al.*, 1986).

En su mayoría, los ejemplares se preservaron como moldes, razón por la cual es pertinente suponer procesos de disolución que afectaron a la mayoría de las conchillas.

Las tres especies de foraminíferos recuperados presentan similares grados de preservación (regular a mala), lo que haría presumir la inexistencia de taxones alóctonos.

El 70% de las asociaciones están constituidas exclusivamente por ostrácodos adultos, sólo en los perfiles 3 y 5 se advierten estadios juveniles.

El número de ejemplares núbiles fue escaso, lo que impidió llevar a cabo el análisis de la estructura de población.

En general, la escasez de estadios juveniles de ostrácodos puede ser atribuido a la fragilidad de las valvas, debido a su pequeño tamaño, conchillas finas y pequeñas y por lo tanto, delicadas y lánguidamente calcificadas, lo que conlleva a que, en condiciones naturales, sean destruidas (Brouwers, 1988; Martínez, 2005).

También pueden considerarse factores tales como depredación, disolución o aplastamiento mecánico (Brouwers, 1988) o pérdida por transporte o durante el lavado de las muestras con tamiz (Martínez, 2005).

Kontrovitz (1975) registró poblaciones con exiguo número de ostrácodos juveniles, evidenciando que la estructura poblacional *post mortem* está determinada no sólo por factores ambientales, sino también por el tamaño y la morfología de los caparazones.

Por su parte, Palacios-Fest *et al.* (1994) plantea que la ausencia de muestras de ostrácodos adultos o juveniles en una población puede ser indicativo de una clasificación *post mortem* o por estrés ambiental durante la vida.

El mismo autor establece que el éxito reproductivo y de maduración depende de la estabilidad del cuerpo de agua durante el tiempo suficiente para que la especie pase por un ciclo de vida completo.

Por analogía comparando las historias de proporción adulto / juvenil de dos o más especies, se puede diferenciar entre controles tafonómicos y ecológicos en la estructura de la población.

Se destacaron las poblaciones de ostrácodos provenientes del Perfil 5, las cuales presentan ejemplares con un excelente estado de preservación, lo que estaría indicando un escaso retrabajo del material fosilífero.

También fueron hallados ostrácodos deformados dorso-ventralmente y con trazas de bioerosión.

Se advirtieron muestras con material fósil en los que fue común apreciar procesos de disolución, hallándose exclusivamente moldes, principalmente en foraminíferos.

Elevados valores de abundancia, por ejemplo en *C. aff. C. salebresa hartmanni* estarían indicando condiciones favorables para el desarrollo y reproducción de esta especie y para el depósito de las comunidades microfaunísticas (baja energía).

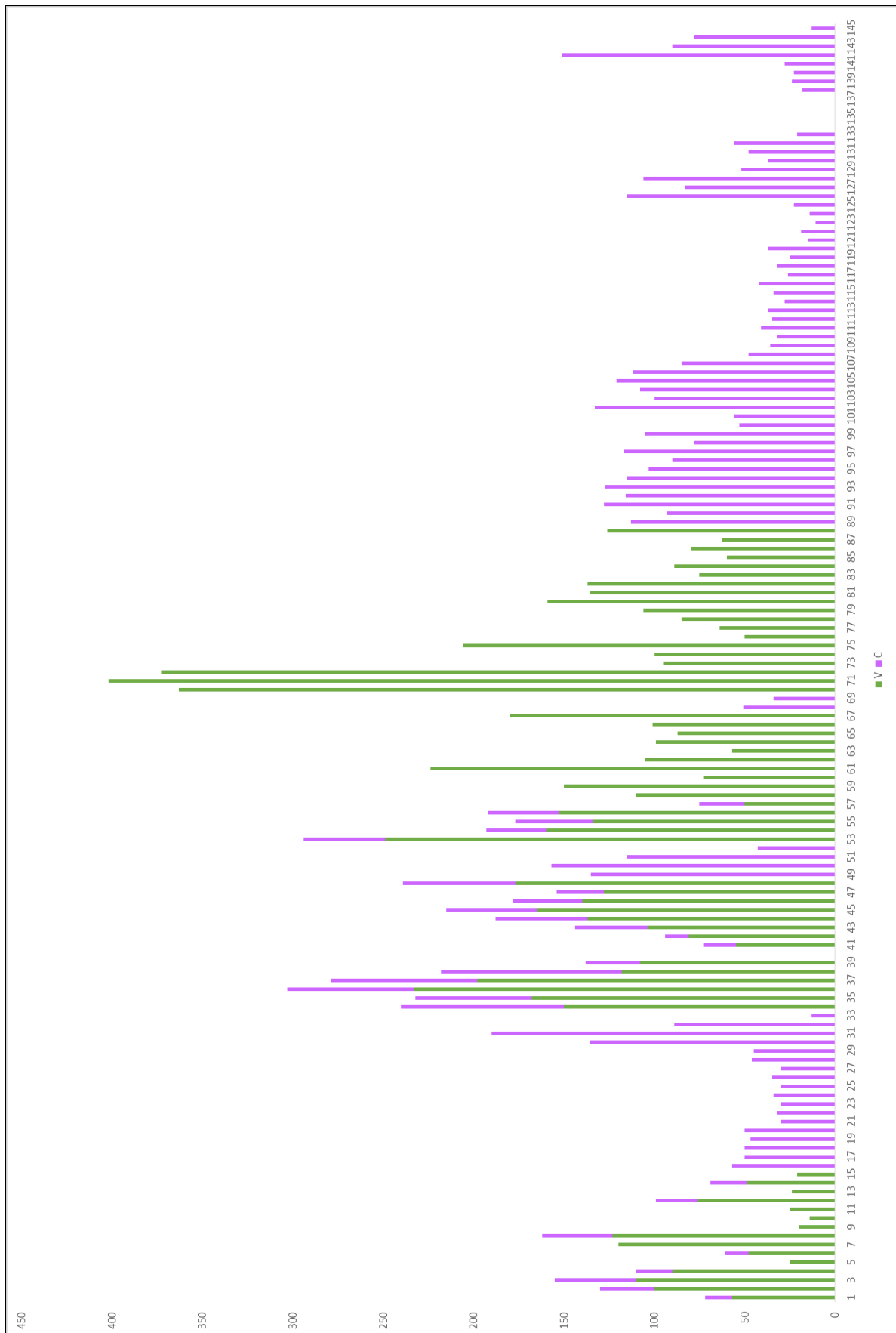


Gráfico 13: Representación de la relación numérica entre valvas y caparazones de ostrácodos. Se consideran todas las especies halladas, no se discriminan en este esquema. V = Valvas; C = Caparazones.

CAPÍTULO 7

DISCUSIÓN Y RESULTADOS



DISCUSIÓN y CONCLUSIONES

DISCUSIÓN

En la presente tesis se efectuó el relevamiento de ostrácodos y foraminíferos fósiles continentales procedentes de sedimentos de las Formaciones San José (Mioceno Medio) y Chiquimil (Mioceno Superior), integrantes del Grupo Santa María, aflorantes en el Terciario Superior del Valle de Santa María, provincias de Catamarca, Salta y Tucumán.

En la realización de los diferentes perfiles, y debido al ordenamiento sistemático de los distintos taxones colectados y a la distribución de las asociaciones de ostrácodos, se han establecido caracterizaciones paleoambientales de las zonas de estudio, que dan una primera aproximación en cuanto a los rasgos más conspicuos que poseen los ámbitos en cuestión.

El análisis de abundancia y riqueza de especies que integran las microfaunas calcáreas y su distribución estratigráfica puede observarse en el Gráfico 6, donde se reconocen claramente 6 asociaciones de ostrácodos, exclusivas de cada perfil estratigráfico de donde provinieron las muestras portadoras de fósiles (e.g.: Asociación 1 = Perfil 1, Asociación 2 = Perfil 2).

Las asociaciones fueron consideradas teniendo en cuenta exclusivamente a los ostrácodos.

El número total de individuos varió en las muestras, entre 13 (*Microdarwinula* sp.) y 1953 (*C. sp. aff. C. salebroso hartmanni*). Resulta importante señalar que esta especie, si bien fue la más abundante en términos totales, no fue la más cuantiosa en ninguna de las asociaciones registradas.

La abundancia y la riqueza de los ostrácodos variaron en todas las muestras analizadas. En promedio, se registró un 35.5% de las especies en todos los perfiles, excepto en el N° 5, donde se logró identificar la presencia del 78% de las mismas.

Los ostrácodos más abundantes fueron *C. sp. aff. C. salebrosa hartmanni*, *L. sp. aff. L. reticulata*, *I. bradyi*, *D. stvensoni* y *V. danielopoli*, esta condición estaría indicando las características de los cuerpos ácuos (dulceacuícolas a hipohalinos), ya que todas los taxones, excepto *C. sp. aff. C. salebrosa hartmanni*, son exclusivos de estos ambientes.

El número de entidades taxonómicas reconocidas fue superior en el perfil 5 respecto a los demás perfiles, cuya riqueza de especies fue similar.

Los índices de similaridad y el patrón de agrupamiento obtenido con el análisis no métrico multidimensional corroboran esta tendencia.

A partir del índice de Berger-Parker se estimó que la mayor diversidad de ostrácodos, y por ende, el menor porcentaje de dominancia de especies, estuvo presente en el perfil 5.

En los perfiles 6 y 3 se destacaron las dominancias más acentuadas de algunos grupos en particular (*Eucypris sp.* y *Limnocythere sp.* 2 respectivamente).

El índice de Shannon también registró que el perfil 5 fue el más diverso, los demás perfiles tuvieron semejanzas en los valores entre sí.

Los bajos índices de diversidad podrían relacionarse con la inestabilidad del medio.

Se determinó el grado de afinidad entre los perfiles, considerando exclusivamente la presencia de los ostrácodos; los resultados obtenidos a partir del índice de similaridad de Bray-Curtis señalan mayor similitud entre los perfiles 1 y 2; entre ambos y el perfil 4, notándose una clara diferenciación de los primeros 5 perfiles con respecto al 6°.

Asimismo, a partir del análisis de las muestras, se han podido observar asociaciones formadas exclusivamente por moldes de ostrácodos, otras por valvas y caparazones (las valvas siempre en mayor proporción que los caparazones) y otras poblaciones constituidas solamente por valvas.

Se hallaron girogonites de Charophyta, que aunque no descriptos, se asemejan a los registrados por Cusminsky *et al.* (2006) para la Formación Desencuentro (Mioceno Superior), así como impresiones de hojas, leños y moluscos (bivalvos y gasterópodos).

Del análisis conjunto de las asociaciones estudiadas, se desprende que el perfil 5 (camino nuevo entre Colalao del Valle y Yasyamayo, Tucumán) exhibió el mayor número de taxones (15) y de individuos, ascendiendo a más de 2.000 a lo largo del perfil.

En orden de relevancia en cuanto a la riqueza y abundancia del contenido de ostrácodos fósiles, le siguen los perfiles 2 y 6 (con 8 y 7 taxones respectivamente) y por último los perfiles 1, 3, 4 y 5.

Todas las especies registradas son características, en términos generales, de ambientes hipohalinos a mixohalinos, sólo unos pocos taxones estarían indicando condiciones eurihalinas y/o mejores adaptados a condiciones ambientales inestables.

Es factible inferir que las diferentes asociaciones registradas estarían determinadas principalmente por dos parámetros: variaciones de salinidad y energía de la corriente del ambiente.

El estudio ordenado de la ostracofauna presente en los distintos perfiles permitió identificar, en base a las especies analizadas, los paleoambientes en los cuales se depositaron los sedimentos provenientes de las Formaciones San José y Chiquimil, provincias de Catamarca y Tucumán.

Formación San José

Se analizaron cuatro perfiles estratigráficos en distintas localidades donde aflora esta Formación.

Perfil 1: Localidad Río Seco (Catamarca)

Claramente se observa una asociación ostracodológica dominada por *Ilyocypris bradyi* y por *Limnocythere* sp. aff. *L. reticulata*. Otros taxones presentes, pero menos abundantes, fueron *Cyprideis salebrosa hartmanni*, *Limnocythere* sp. 1 y *Cyprideis torosa* y en un número mucho menor *Physocypris*.

Zabert (1986) establece que *I. bradyi*, habita aguas dulces de poca energía.

Mientras que *Limnocythere* aff. *L. reticulata* tolera salinidades menores a 10 g l⁻¹ (Smith *et al.*, 2002) y aguas con alcalinidad alta, cloruradas a hemicloruradas sódicas a hemisódicas, hemibicarbonatadas, oligomagnésicas (Laprida, 2006).

La presencia de *Cyprideis* aff. *C. salebrosa hartmanni* indicaría importantes variaciones en la salinidad del ambiente, pues toleran salinidades entre 0 y 60‰ (Bertels y Martínez, 1990, 1997; Horne *et al.*, 2016). Principalmente ocurre en aguas salobres, aunque puede habitar lagos de agua dulce (Klie, 1938a). Esta especie al igual que *Ilyocypris bradyi* habitan fondos arenosos a fangosos.

Este conjunto de especies estaría indicando un paleoambiente que correspondería a un cuerpo de aguas lénticas, quizás una laguna o charca, de fondos arenosos, con escasa energía de la corriente y salinidad escasa.

Perfil 3: Localidad Tiopunco (Tucumán)

Se determinó una asociación microfaunística representada por *Eucypris* sp., *Limnocythere* sp. 1, y *Cyprideis* aff. *C. salebrosa hartmanni*, y con menor abundancia *Heterocypris* sp. y *Cyprideis torosa*.

Eucypris sp. estaría señalando la existencia de un ambiente continental temporario o permanente de aguas someras, con salinidad menor a 5‰ (Meisch, 2000) y baja energía. La misma situación paleoambiental estaría corroborado por la presencia de *L. sp. 1*, identificado exclusivamente como no marino (Bertels y Martínez, 1990).

Pero la presencia de *Cyprideis* aff. *C. salebrosa hartmanni* estaría demostrando que existieron variaciones de salinidad en el cuerpo de agua, permitiendo la subsistencia de esta especie, mejor adaptada a salinidades mayores que las soportadas por los Limnocytheridos citados. Esta afirmación estaría apoyada por la presencia de foraminíferos en tres de las cinco muestras analizadas.

Perfil 4: Campo de Aviación (Tucumán)

En este perfil, la asociación de ostrácodos estuvo dominada por *Cyprideis torosa*, *Cyprideis* sp., *Cyprideis* aff. *salebrosa hartmanni* y *Heterocypris incongruens*. También se registraron, con menor número de individuos *Heterocypris* sp., *Eucypris* sp. y *Darwinula stevensoni*.

Cyprideis torosa habita ambientes con variables rangos de salinidad, desde aguas salobres hasta lagos de agua dulce (Klie, 1938a), Horne *et al.*, 2016 considera que prefiere salinidades bajas (2 -16.5‰).

Heterocypris incongruens prefiere medios costeros de lagunas oligohalinas de fuerte alcalinidad, aguas cloruradas a hemiclорuradas sódicas o hemisódicas, hemibicarbonatadas, hipo a oligomagnésicas (Laprida, 2006).

Meisch (2000) asocia esta especie a aguas frías, con corriente de distintas velocidades, por su parte, Cusminsky *et al.* (2005) registraron a esta especie en ambientes de agua estancada, bien oxigenadas.

Esta asociación de ostrácodos dominantes indicaría un paleoambiente similar a una laguna sin conexión marina, con aguas oligo a eurihalinas (Keyser en Teeter, 1980), temporaria, con variable energía de la corriente y altos niveles de oxígeno disuelto.

La presencia conjunta de *Cyprideis torosa* y *Cyprideis* aff. *salebrosa hartmanni* estaría revelando condiciones ambientales inconsistentes, fluctuantes rangos de salinidad y preponderancia de condiciones secas (Laprida *et al.*, 2009).

Cabe señalar que la salinidad disminuyó en algún momento de la historia del cuerpo ácuo, lo que permitió el establecimiento de *Darwinula stevensoni* (especie exclusiva de aguas dulces).

Perfil 5: Camino Colalao del Valle-Yasyamayo (Tucumán)

Este perfil estuvo caracterizado por la mayor riqueza de especies registradas (15 en total).

Dentro de esta asociación, la especie dominante fue *Darwinula stevensoni*, siguieron en orden de abundancia *Vestalenula danielopoli*, *Cyprideis* sp. aff. *salebrosa hartmanni*, *Darwinula* sp., y *Limnocythere* sp. aff. *L. reticulata*.

D. stevensoni, si bien es considerada una especie de aguas dulces, soporta salinidades variables (800 mg/L a 2-3 g/L), también fue registrada en aguas de salinidades cercanas a los 15 g/L (Külköylüoglu y Vinyard, 2000).

V. danielopoli habita ambientes relativamente estacionales. Pareciera que, generalmente, optan por cuerpos de agua dulce estancada (Ligios *et al.*, 2009). Martens *et al.* (1997) registraron este género en agua estancada poco profunda.

Claramente esta asociación está dominada por especies dulceacuícolas, lo que admitiría el establecimiento de las mismas en un cuerpo de agua casi exclusivamente con esas características, con escasa variación en los grados de salinidad, de poca profundidad (Laprida, 2006), con baja energía de la corriente (Moguilevsky y Whatley, 1995).

Se infiere un ambiente lagunar, ecológicamente estable, con características ambientales y tróficas propicias para el establecimiento de una importante diversidad de especies de ostrácodos, y la dominancia de especies hipohalinas a dulceacuícolas, determinando un paleoambiente exclusivamente continental.

Formación Chiquimil

Se confeccionaron dos perfiles estratigráficos en dos localidades distintas, donde aflora esta Formación.

Perfil 2: Río Salinas (Tucumán)

Esta asociación está constituida por *Limnocythere* sp. aff. *L. reticulata*.

Esta comunidad estuvo también conformada por poblaciones bien representadas de *Vestalenula danielopoli*, *Ilyocypris bradyi*, y *Limnocythere* sp. 2 y *Cyprideis* sp. aff. *salebrosa hartmanni*.

Limnocythere aff. *L. reticulata* soporta cuerpos de agua con salinidades que superan los 40 g l⁻¹, pero es frecuente hallarla en ambientes con salinidades menores a 10 g l⁻¹ (Smith *et al.*, 2002). Fue localizada en ambientes permanentes y medios lóticos, con aguas oligo a hipohalinas y con alto grado de alcalinidad, también en aguas cloruradas a hemicloruradas sódicas a hemisódicas, hemibicarbonatadas, oligomagnésicas (Laprida, 2006).

Representantes del género *Vestalenula* prefieren cuerpos de agua dulce, estancada, generalmente alimentada por arroyos o riachos (Ligios *et al.*, 2009).

Martens *et al.* (1997) registraron este género en aguas poco profundas.

Ilyocypris bradyi es exclusiva de ambientes de agua dulce, pudiendo tolerar aguas oligohalinas. Zabert (1986) la halló en ambientes lóticos de poca energía, con fondos arenosos.

Como se dijo anteriormente, *Cyprideis* aff. *C. salebrosa hartmanni* indicaría variaciones en la salinidad de entre 0 y 60‰ (Bertels y Martínez, 1990, 1997; Horne *et al.*, 2016).

A partir de la información ecológica aportada por estas especies, se infiere para esta asociación un hábitat álcuo con salinidad variable, elevada alcalinidad, escasa profundidad y baja energía de la corriente del agua.

Perfil 6: Tiopunco (Tucumán)

Con la menor abundancia de las especies registrada, en esta asociación se observó la prevalencia de *Limnocythere* spp. por sobre las demás especies.

También fueron numerosos los ejemplares pertenecientes a *Darwinula stevensoni*, *Limnocythere* sp. aff. *L. reticulata*, *Penthesilenula inca* y *Heterocypris incongruens*.

Limnocythere es habitante exclusivo de ambientes dulceacuícolas. Ha sido registrado en ambientes continentales y de transición litoral de somera profundidad, en sedimentos del Cuaternario (Bertels y Martínez, 1990). En sedimentos actuales se asocia a los *Limnocythere* con ambientes lagunares permanentes de aguas mesohalinas (Laprida, 2006).

Este género es considerado un buen indicador de cambios hidrológicos (Ramón Mercau *et al.*, 2014).

Darwinula stevensoni habita cuerpos de agua con fondos barrocos y con escasa energía (Moguilevsky y Whatley, 1995). Fue registrada también en aguas de salinidades cercanas a los 15 g/L (Külköylüoglu y Vinyard, 2000).

Penthesilenula inca vive en ambientes temporarios y permanentes, en pantanos y en aguas cálidas (Laprida *et al.*, 2006; Ballent y Díaz, 2009; Cusminsky *et al.*, 2010).

También fue hallada en ambientes dulceacuícolas y estuarinos del Holoceno de la provincia de Buenos Aires (Ferrero, 1996) y en ambientes lacustres holocenos de la provincia de San Juan (Ballent y Díaz, 2011).

Teniendo en cuenta las preferencias ecológicas de las especies que conforman esta asociación, se infiere un ambiente temporario o permanente, donde prevalecen las condiciones de baja salinidad y baja energía de la corriente, asimilables a una laguna.

Consideraciones tafonómicas

Los rasgos tafonómicos de las asociaciones analizadas y los grados de alteración de las microfaunas permiten reivindicar que las asociaciones fósiles recuperadas son principalmente autóctonas, encuadrándose dentro de lo que Whatley (1988) denomina Población Tipo A (Población Autóctona), caracterizada por baja energía de la corriente, no siendo suficiente para transportar valvas y caparazones de ostrácodos, por lo tanto, las entidades son consideradas autóctonas.

Whatley (1988) estima que posibles episodios de tormentas pudieron haber intervenido en la energía de la corriente, generando ensables con escaso número de ejemplares juveniles. Dicho escenario es muy común en ambientes continentales poco profundos.

La escasa o nula aparición de estadios núbiles indicaría remoción diferencial o destrucción de los ejemplares juveniles más frágiles, asociado a una mayor dinámica sedimentaria o a las condiciones reductoras del ambiente con elevada tasa de materia orgánica, donde las condiciones de acidez de la interfase agua/sedimento propician una preservación diferencial, haciendo que los elementos menos calcificados sean más asequibles a la disolución.

Es sabido que los procesos de transporte *pos mortem* afectan la proporción de adultos/juveniles de ostrácodos. Las diferencias de tamaño, peso, forma y densidad, entre otros, de los estadios juveniles dan lugar a un proceso de selección por la acción de las corrientes del fondo del cuerpo de agua (Arias, 1999).

Los ejemplares juveniles presentan tamaños muy pequeños y son muy frágiles, lo que dificulta su preservación, excepto en condiciones climáticas especiales (Arias, 1999).

La composición de las poblaciones estará influida por la energía del medio, es así que, en medios con baja energía de la corriente, la población de estrácodos estará constituida por ejemplares adultos y numerosos juveniles, sin rasgos tafonómicos que demuestren transporte o mínima perturbación *post mortem*.

Esto es lo que reconocen Boomer *et al.* (2003) como una tanatocenosis de baja energía.

En cuanto al predominio de las valvas sobre los caparazones observadas en el presente trabajo, se infiere que la energía y la tasa de sedimentación fueron moderadas, es decir, la energía sería suficiente para transportar los caparazones, pero no las valvas, las cuales necesitan mayor energía para ser desplazadas (Arias, 1999).

Kontrovitzky y Snyder (1981) señalan que la velocidad de la corriente, necesaria para movilizar caparazones es de 16.3 cm/s, mientras que para las valvas es de 21.4 cm/s, eso se debe al mayor volumen, razón por la cual la velocidad de tracción es menor en los caparazones.

Otras consideraciones

La presencia de foraminíferos en las muestras analizadas merece un apartado especial, ya que la aparición de estos organismos en ambientes acuáticos continentales lleva a considerar ciertos aspectos tales como:

La adaptación a un amplio rango de salinidades y a variaciones importantes de salinidad del medio, claro ejemplo de ello son las especies del género *Ammonia*, género considerado por algunos autores como atalásico (Anadón, 1989).

Es por ello que en muchos casos resulta difícil reconstruir con precisión la paleosalinidad de medios basándose en las faunas de afinidad marina que eventualmente se localizan, debido a la plasticidad adaptativa de las especies que las constituyen (Anadon, 1989).

La presencia o ausencia de determinadas formas podrían deberse a causas ecológicas, como por ejemplo: resistencia de los huevos u otras formas reproductivas a la desecación en medios acuosos efimeros, variaciones muy rápidas de salinidad, entre otros.

Otro punto de frecuente controversia es el mecanismo de instalación o colonización de algunas masas de aguas salinas del interior de los continentes por organismos de afinidad marina.

Por una parte, algunas de estas masas de agua son relictos de antiguos mares; por otra parte, el papel de las aves acuáticas e insectos en la colonización por microorganismos (y larvas de moluscos) de masas de agua del interior de los continentes ha sido reconocido desde los tiempos de Darwin (1859) y recientemente ha sido remarcado por Cann y De Deckker (1981), Plaziat (1982,1989) y Gasse *et al.* (1987)

desde el punto de vista de la colonización de aguas salinas atalásicas por organismos de origen marino.

CONCLUSIONES

1. Este trabajo de tesis contribuye y amplía el conocimiento de los microfósiles calcáreos de las Formaciones San José (Mioceno Medio) y Chiquimil (Mioceno Superior) del Grupo Santa María, a partir de un estudio exhaustivo y detallado de las faunas de microfósiles continentales.

2. Se realizaron estudios taxonómicos, observaciones tafonómicas y análisis cuantitativos de las asociaciones de microfósiles calcáreos provenientes de dichas Formaciones.

3. Se identificaron 18 taxones de ostrácodos: *Darwinula stevensoni* Brady y Robertson, 1870, *Darwinula* sp., *Alicenula* sp. aff. *A. serricaudata* (Klie, 1935), *Penthesilenula inca* (Delachaux 1928), *Penthesilenula brasiliensis* (Pinto y Kotzian 1961), *Microdarwinula* sp., *Vestalenula danielopoli* (Martens, Rossetti y Fuhrmann, 1977), *Ilyocypris bradyi* Sars, 1890, *Eucypris* sp., ?*Physocypris* sp. Vávra, 1897, *Heterocypris incongruens* (Ramdohr, 1808), *Heterocypris* sp., *Cypridopsis* sp., *Limnocythere* aff. *L. reticulata* Sharpe, 1897, *Limnocythere* sp. 1, *Limnocythere* sp. 2, *Cyprideis torosa* (Jones, 1850) y *Cyprideis* aff. *C. salebrosa hartmanni* (d'Orbigny, 1839) y 3 especies de foraminíferos: *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny, 1839), *Ammonia tepida* (Cushman, 1926) y *Nonion demens* forma *santamariana* Zabert, 1982.

4. Se hallaron escasos ejemplares de foraminíferos, presentando baja diversidad específica, dominado por *Ammonia tepida*, y representada con menor frecuencia y abundancia *Ammonia parkinsoniana*. *Nonion demens* forma *santamariana* fue descubierto únicamente en la localidad de Tiopunco (Tucumán) (Formación San José), con sólo 15 ejemplares.

5. La fauna de ostrácodos mostró una amplia variación de la abundancia en las distintas localidades y Formaciones, permitiendo reconocer seis asociaciones de ostrácodos no marinos, coincidentes con los perfiles estratigráficos de donde provenían estos microfósiles.

6. Los datos taxonómicos de las asociaciones involucradas permitieron postular, mediante el análisis de agrupamiento de Bray-Curtis, que existe marcada similitud entre las asociaciones de ostrácodos fósiles procedentes de las Formaciones San José y Chiquimil.

7. Se deduce que ambas Formaciones fueron depositadas bajo un régimen límnic dulceacuícola, con escasa o nula influencia marina, asimilables a lagunas con salinidad variable, tendientes a condiciones de baja a mediana salinidad, predominando las condiciones de baja energía, eutróficos, permanentes, de poca profundidad, sujetos a desecación, donde pudieron haberse registrado variaciones paulatinas de salinidad.

8. Las asociaciones estarían evidenciando, en mayor o menor medida, la instalación de condiciones propicias para la vida de, hecho sustentado por el conjunto de organismos acompañantes que incluyen gasterópodos dulceacuícolas, vegetales y escamas de peces.

9. Los diversos atributos tafonómicos que presentan las agrupaciones de microfósiles permitieron establecer que las formas más frecuentes de conservación son los moldes sedimentarios, generalmente distribuidos en forma de moldes sueltos. Predominan los elementos autóctonos y resedimentados.

10. El análisis de las microfaunas miocenas del NOA permitió reconocer por primera vez para el Grupo Santa María los siguientes nuevos registros de taxones: *Alicenula* sp. aff. *A. serricaudata*, *Penthesilenula* *incae*, *Penthesilenula* *brasiliensis*, *Microdarwinula* sp., *Vestalenula* *danielopoli*, *Ilyocypris* *bradyi*, *Eucypris* sp., ?*Physocypris* sp., *Heterocypris* *incongruens*, *H.* sp., *Cypridopsis* sp., *Limnocythere* aff. *L. reticulata*, *Limnocythere* sp. 1, *Limnocythere* sp. 2, *Cyprideis* *torosa*, *Cyprideis* aff. *C. salebrosa hartmanni* y *Ammonia* *tepida* (Cushman, 1926).

11. La presencia de foraminíferos en los sedimentos de las Formaciones San José y Chiquimil deben ser reexaminados en estudios futuros a fin de contrastar las hipótesis más factibles hasta el momento: relación directa de los cuerpos de agua con la Ingresión Marina Paranense vs. colonización y posterior adaptación a hábitats hipohalinos a partir de la ornitocoria desde ambientes salobres cercanos (Gavriloff, 2010).

12. Se considera que los ostrácodos y foraminíferos fósiles son parámetros sumamente útiles para inferir paleoambientes o condiciones ecológicas de épocas pasadas.

CAPÍTULO 8

BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA

- Albertoni, E. y Wurdig, N. 1996. Comunidade de ostracodes associada à macrófitas aquáticas na lagoa do Gentil, Tramandaí, R.S. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 8:103–114.
- Alvarez Zarikian, C., Swart, P., Gifford, J. y Blackwelder, P. 2005. Holocene paleohydrology of Little Salt Spring, Florida, based on ostracod assemblages and stable isotopes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 225 (1–4): 134–156.
- Ameghino, F. 1889. Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. *Actas Academia Nacional de Ciencias*. 5: 1027. Córdoba.
- Anadón, P. 1989. Lagos salinos interiores (atalásicos) con faunas de salinidad marina del Cenozoico de la Península Ibérica. *Acta Geológica Hispánica*. 24 (2): 83-102.
- Anzótegui, L. 2004. Megaflora de la Formación Chiquimil, (Mioceno Superior), en los valles de Santa Maria y Villavil, provincias de Catamarca y Tucumán, Argentina. *Ameghiniana*. 41 (3): 303-314.
- Anzótegui, L. y Herbst, R. 2004. Megaflora (hojas y frutos) de la Formación San José (Mioceno Medio) en Río Seco, Departamento Santa María, provincia de Catamarca, Argentina. *Ameghiniana*. 41: 423–436.
- Anzótegui, L., 2006. Paleofloras del Mioceno en los Valles Calchaquíes, Noroeste de Argentina. Universidad Nacional del Nordeste. Tesis doctoral. Inédito.
- Anzótegui, L., Horn, Y. y Herbst, R. 2007. Paleoflora (Fabaceae y Anacardiaceae) de la Formación Andalhuala (Plioceno Inferior), provincia de Catamarca, Argentina. *Ameghiniana*. 44 (3): 525–535.

- Arenillas, I., Arz, J. y Nández, C. 2007. Morfología, biometría y taxonomía de foraminíferos planctónicos del Daniense basal: *Palaeoglobigerina* n. gen. *Revista Española de Paleontología*. 22(1): 21–62.
- Arias, C. 1999. Procesos de transporte de las asociaciones de ostrácodos del Jurásico Inferior de la Cordillera Ibérica, España. *Revista Española de Paleontología*. 14 (1): 1-11.
- Armynot du Châtelet, E. y Debenay, J. 2004. Foraminiferal proxies for pollution monitoring in moderately polluted harbors. *Environ Pollut*. 127 (1): 27–40.
- Arz, J. y Molina, E. 2002. Bioestratigrafía y cronoestratigrafía con foraminíferos planctónicos del Campaniense superior y Maastrichtiense de latitudes subtropicales y templadas (España, Francia y Tunicia). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*. 224: 161–195.
- Athersuch, J., Home, D. y Whittaker, J. 1989. Marine and Brackishwater Ostracods. *Linnean Society Synopses of the British Fauna (New Series)* E. J. Brill, Leiden, Netherlands. 43.
- Ballent, S. y Díaz, A. 2009. Living and Fossil Darwinulidae (Ostracoda, Crustacea) from Argentina. 16th International Symposium on Ostracoda, Brasilia. XVI ISO (International Symposium Ostracoda).
- Ballent, S. y Díaz, A. 2011. Contribution to the taxonomy, distribution and paleoecology of the early representatives of *Penthesilenula* Rossetti y Martens, 1998 (Crustacea, Ostracoda, Darwinulidae) from Argentina, with the description of a new species. *Hydrobiologia*.

- Bertels, A. y Martínez, D. 1990. Quaternary ostracodes of continental and transitional littoral-shallow marine environments. Courier Forschungs Institut Senckenberg. 123: 141–160.
- Bertels, A. y Martínez, D. 1997. Ostrácodos holocenos de la desembocadura del arroyo Napostá Grande, sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*. 29: 20–69.
- Bertels, A. y Zabert, L. 1980. Microfauna del Grupo Santa María (Terciario Superior) en las Provincias de Catamarca y Tucumán, República Argentina. *Actas 2º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía. 1º Congreso Latinoamericano de Paleontología*. 3: 67-73.
- Bertels-Potka, A. y Laprida, C. 1998. Ostrácodos y paleoambientes del nordeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Ameghiniana*. 35 (2): 151-162.
- Bertels-Potka, A. 2000. Ostrácodos (Arthropoda-Crustacea) de hábitat límnic de la Formación Collón Cura, provincia de Chubut, Argentina. *Ameghiniana*. 37 (1): 39-45.
- Bertels-Potka, A. y Cusminsky, G. 1999. Nuevas especies de ostrácodos de la Formación Ñirihuau (Oligoceno) en su área tipo (alrededores de San Carlos de Bariloche), provincia de Río Negro, República Argentina. *Ameghiniana*. 36 (1): 71–81.
- Blow, W. 1969. Late middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. En: Bronniman, P. y Renz, H. ed. *Proc. First Int. Conf. Planktonic Microfossils*, Geneva. 199–422.
- Bodenbender, G. 1912. Parte meridional de la provincia de la Rioja y regiones limítrofes. *Anal. Min. Agricultura Secc. Geol. Mineral. y Minería*. 7(3).

- Bodenbender, G. 1924. El Calchaqueño y los Estratos de la Puna de Penck. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. 27: 405–468.
- Bolli, H. 1966. The planktonic foraminifera in well Bodjonegoro-1 of Java. *Eclogae Geologicae Helvetiae*. 59 (1): 449–465.
- Bolli, H. y Saunders, J. 1985. Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera. In: J. B. S. y K. Bolli, ed. *Plankton Stratigraphy*. 155–262.
- Boltovskoy, E. 1957. Los Foraminíferos del Estuario del Río de La Plata y su zona de influencia. *Revista del Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales y Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia*. 6: 84.
- Boltovskoy, E. 1976. Distribution of Recent Foraminifera of the South American Region. En: Hedley, R.H. y Adams, C.G. (eds.) *Foraminifera*. Academic Press (London) 2: 171-236.
- Boltovskoy, E. 1991. Ihering's hypothesis in the light of foraminiferological data. *Lethaia*. 24:191-198.
- Boltovskoy, E. y Lena, I. 1971. The foraminifera (except family Allogromiidae) which dwell in fresh water. *Journal of Foraminiferal Research*. I: 71-76.
- Bonarelli, G. y Pastore, F. 1918-1919. Bosquejo Geológico de la Provincia de Tucumán. I Reunión Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales, Tucumán. 27-46.
- Boomer, I., Horne, D. & Slipper, I. 2003. The use of Ostracodes in Paleoenvironmental Studies, or What can you do with an ostracod shell? *Paleontological Society Papers*. 9: 153-180.
- Bossi, G. 1984. Terciario. En *Geología de Tucumán (1984)*. Aceñolaza, F., A. Toselli y G. Bossi (eds.). Colegio Graduados Ciencias Geológicas, Tucumán. 67-80.

- Bossi, G. y Palma, R. 1982. Reconsideración de la estratigrafía del valle de Santa María, provincia de Catamarca, Argentina. Actas 5º Congreso Latinoamericano de Geología. 1: 155-172.
- Bossi, G. y Gavriloff, I. 1998. Terciario. Estratigrafía, bioestratigrafía y paleogeografía. En: Gianfrancisco, M., Puchulu, M., Durango de Cabrera, J. y Aceñolaza, G. (Eds.) Geología de Tucumán. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán. 288 pp.
- Bossi, G. y Muruaga, C. 2009. Estratigrafía e inversión tectónica del "*rift*" neógeno del Campo del Arenal, Catamarca, NO Argentina. Andean Geology. 36: 311-341.
- Bossi, G., Ovejero, R. y Strecker, M. 1987. Correlación entre los perfiles del Terciario Superior en la Puerta de Corral Quemado-Hualfin y de Entre Ríos (Chiquimil), provincia de Catamarca, Argentina. X Congreso Geológico Argentino. II: 117-174.
- Bossi, G., Gavriloff, I. y Esteban, G. 1998. Terciario: Estratigrafía, Bioestratigrafía y Paleogeografía. En: Gianfrancisco, M., Puchulu, M.E., Durango de Cabrera, J. y Aceñolaza, G.F. (Eds.). Geología de Tucumán, Publicación Especial del Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán. 87-108.
- Bossi, G., Georgieff, S., Gavriloff, I., Ibañez, L. y Muruaga, C. 2001. Cenozoic evolution of the intramontane Santa María basin, Pampean Ranges, northwestern Argentina. Journal of South American Earth Sciences. 14: 725–734.
- Bossi, G., Georgieff, S., Muruaga, C., Sanagua, J., Ahumada, A. e Ibañez, L. 1994. The Santa Maria Hualfin Neogene basin of northwestern Argentina. 14th International Sedimentological Congress. G12-G13.
- Bossi, G., Muruaga, C., Georgieff, S., Ahumada, A., Ibañez, L. y Vides, M. 1997. The Santa María-Hualfín Neogene Basin of the Pampean Ranges: an example of mixed

- tectonic evolution. 1º Congreso Latinoamericano de Sedimentología, Memorias: 97-104.
- Bossi, G., Muruaga, C., Georgieff, S., Ahumada, A., Ibáñez, L. y Vides, M. 1997. The Santa Maria Hualfin Neogene Basin of the Pampean Ranges: an example a Mixed Tectonic Evolution. Primer Congreso Latinoamericano de Sedimentología. Actas I: 97-104.
- Bossi, G., Muruaga, C., Sanagua, J., Hernando, A. y Ahumada, A. 1993. Geología y estratigrafía de la cuenca Neógena de Santa María-Hualfin (Deptos. Santa María y Belén), Provincia de Catamarca. Actas XI Congreso Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Argentina. II: 156-165.
- Bossi, G., Muruaga, C., Sanagua, J., Hernando, A., Quiroga, G., Ahumada, A. y Gavriloff, I. 1992, Aloestratigrafía del Neógeno del Valle del Cajón (Provincia de Catamarca). IV Reunión Argentina Sedimentología, Actas. 3: 137-144.
- Bossi, G., Muruaga, C., y Gavriloff, I. 1999. Sierras Pampeanas. Relatorio. XIV Congreso Geológico Argentino. (1): 329-360.
- Bossi, G., Vides, M., Ahumada, A., Georgieff, S., Muruaga, C. e Ibáñez, L. 2000. Análisis de las paleocorrientes y de la varianza de los componentes a tres niveles, Neógeno del valle del Cajón, Catamarca, Argentina. Asociación Argentina de Sedimentología. 7 (1-2): 23-47.
- Bossi, G., Villanueva García, A., Carrión, M., Palma, R. y Díaz, J. 1984. El Grupo Santa María en la Quebrada de Amaicha (Departamento Tafí, provincia de Tucumán). IX Cong. Geol. Arg. I: 124-141.

- Bradshaw, J.S., 1957. Laboratory studies of the rate of growth of the foraminifera. *Journal of Paleontology*, 31, 1138-1147.
- Brasier, M. 1980. *Microfossils*. Allen and Unwin (London). XII + 193pp.
- Brett, C. 1995. Sequence stratigraphy, biostratigraphy, and taphonomy in shallow marine environments. *Palaios*. 10: 597-616.
- Brouwers, E. 1988. Sediment transport detected from the analysis of ostracod population structure: an example from the Alaskan continental shelf. En: P. de Deckker, J.P. Colin y J-P. Peypouquet (Eds.). *Ostracoda in the Earth Sciences*. Elsevier pp. 231-245.
- Buzas-Stephens, P., Pessagno, E. y Bowen, C. 2002. A review of species names for *Ammonia* and *Elphidium*, common foraminifera along the Texas Gulf Coast. *The Texas Journal of Science*. 54: 3-16.
- Camacho, H. 1966. En: Borello, A. (Ed.). *Paleontología Bonaerense, III: Invertebrados*. Comisión Investigaciones Científicas Provincia Buenos Aires (La Plata). 159 pp.
- Caminos, R. 1979. Sierras Pampeanas Noroccidentales, Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja, San Juan. *Academia Nacional Ciencias. 2° Simposio Geología Regional Argentina*. 1: 225-291.
- Cann, J. y De Deckker, P. 1981. Fossil quaternary and living foraminifera from athalassic (non-marine) saline lakes, Southern Australia. *Journal Paleontol.* 55: 660-670.
- Carbonnel, P., Colin, J., Danielopol, D., Löffler, H. y Neustreva, I. 1988. Paleoecology of living ostracodes: a review of some major topics. *Paleogeog., Paleoclimatol., Paleoecol.* 62: 413-461.

- Carrión, M. 1973. Estudio Geológico-Estratigráfico del Río Yasyamayo y alrededores. Provincia de Tucumán, República Argentina. Facultad de Ciencias Naturales, UNT. (Seminario inédito: 51).
- Castellanos A. 1969. Notas de estratigrafía terciaria del valle de Yocavil en las Provincias de Catamarca, Tucumán y Salta (Argentina). Instituto Geográfico Militar, UNT.
- Cearreta, A., Leorri, E. y Santos, L. 2006. The stratigraphic significance of reworked quaternary microfossils in the Holocene of the Bilbao estuary (Northern Spain). *Revista Española de Micropaleontología*. 38: 207-17.
- César, I., Armendáriz, L. y Damborenea, M. 2004. Ostrácodos (Crustacea) de la Isla Martín García, Río de la Plata, Argentina. *Natura Neotropicalis*. 32 (2001): 147-151.
- Cusminsky, G., E. Gómez., S. Grill., R. G. Guerstein & L. Tumini, 1995. Estudio sedimentológico y micropaleontológico de sedimentos superficiales del estuario de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. Primeros resultados. 6º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía (Trelew). *Actas*: 107-115.
- Cusminsky, G., Pérez, P., Schwalb, A. y Whatley, R. 2005. Modern lacustrine ostracods from Patagonia, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*. 37:431-450.
- Cusminsky, A., García, A. y Herbst, R. 2006. Ostrácodos (Crustacea, Ostracoda) y carófitas (Chlorophyta, Charales) de la Formación Desencuentro (Mioceno Superior), La Rioja, Argentina. *Ameghiniana*. 43: 327-338.
- Cusminsky G., Schwalb A., Viehberg F., Pineda D., Markgraf V., Ariztegui D. y Gilli A. 2010. Utilización de los ostrácodos cuaternarios en lagos patagónicos como indicadores paleoambientales. X Congreso Argentino de Paleontología y

- Bioestratigrafía y VII Congreso Latinoamericano de Paleontología. Resumen 161: 114.
- Cusminsky, G., Schwalb, A; Pérez; P., Pineda, D., Viehberg, F., Whatley R., Markgraf, V., Gilli, A., Ariztegui, D. y Anselmetti, F. 2011. Late Quaternary environmental changes in Patagonia as inferred from lacustrine fossil and extant ostracodes. *Biological Journal of the Linnean Society*. 103: 397- 408.
- D'Ambrosio, S. 2014. Reconstrucción paleolimnológica de la Laguna Llacanelo (Mendoza, Argentina) a través del estudio de ostrácodos del Cuaternario. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 181 pp. (Inédito).
- D'Orbigny, A. 1834-1847. Voyage dans l'Amérique méridionale. Mollusques: 5 (3): 1-758.
- D'Orbigny, A. 1835. Synopsis terrestrium et fluviatilum molluscorum, in suo per American meridionalem itinere. *Magazine Zoologie*. 5 (61): 1-44.
- D'Orbigny, A. 1842/1846. Voyage dans l'Amérique Méridionale, Mollusques. *Paleontologie*. 1842: 127-153 - 1846: 383-338.
- Danielopol, D. 1968. *Microdarwinula* n. g. et quelques remarques sur la Répartition de la famille Darwinulidae Br. et Norm. (Crustacea, Ostracoda). *Annales de Limnologie*. 4: 153-174.
- De Faveri, S. 1978. Geología, Estratigrafía y Paleontología de la Formación San José (Grupo Santa María), provincias de Salta, Tucumán y Catamarca. Facultad de Ciencias Naturales, UNT. Seminario inédito: 33.

- Debenay, J., Tsakiridis, E., Soulard, R. y Grossel, H. 2001. Factors determining the distribution of foraminiferal assemblages in Port Joinville Harbor (Ile d'Yeu, France): the influence of pollution. *Marine Micropaleontology*. 43 (1-2): 75-118.
- Deevey E., Deevey, G. y Brenner, M. 1980. Structure of zoo-plankton communities in the Peten Lake District, Guatemala. Kerfoot WC (Ed.). *The evolution and ecology of zooplankton communities*. University Press of New England, Hanover. 669-678.
- Delorme, L. 2001. Capítulo 20: Ostracoda: 811-842 p. En: Thorp, J. y Covich, A. (Eds.) *Ecology and classification o North American Freshwater Invertebrates*. Second Edition. Academic Press. San Diego, California.
- Díaz Saravia, P. 1980. Paleogeografía de la Formación San José (Terciario del Noroeste Argentino). Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Naturales, UNT. Repositorio de la Biblioteca UNT. Seminario inédito: 48 pp.
- Díaz, J. 1987. Estratigrafía y Sedimentología del Terciario Superior de la región comprendida por los Valles de los ríos Calchaquí y Guachipas (Provincia de Salta). Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT (Tesis Doctoral).
- Díaz-Brito, D., Moura, J., y Würdig, N. 1988. Relationship between ecological models based on ostracods and foraminifers from Sepetiba Bay (Rio de Janeiro, Brazil). En: T. Hanai, N. Ikeya y K. Ishizaki (Eds.). *Evolutionary Biology on Ostracoda*. Proceeding Ninth International Symposium on Ostracoda, Tokyo. 467-484
- Doering, A. 1882. Informe Oficial de la Comisión Científica agregada al Estado Mayor General de la Expedición al Río Negro (Patagonia). Parte III. Geología: 295-530.

- Doering, A. 1884. Apuntes sobre la fauna de moluscos de la República Argentina. Boletín Academia Nacional Ciencias Córdoba. 7: 457-474.
- Drahg, F. y Camacho, H. 1998. *Lymnaea viatrix* D'Orbigny, 1835 (Gastropoda, Pulmonata) en sedimentos del Cuaternario de La Quiaca, Jujuy, Argentina. Acta Geológica Lilloana. 18 (1): 135-138.
- Dunker, W. 1848. Diagnoses specierum novarum generis *Planorbis collectionis* Cumingiane. Proceeding Zoological Society. 16: 40-43.
- Durango de Cabrera, J., Georgieff, S. y Moreno, P. 1997. Primer registro de *Equisetum* Linneo (Pteridophyta) en la Formación Andalhuala (Mioceno Superior-Plioceno) en el valle de Santa María, Catamarca. Ameghiniana. Resúmenes. 34: 119R.
- Efremov, J. 1840. Taphonomy: new branch of Paleontology. Pan-American Geologist. 74: 81-93.
- Espíndola, V. 2003. Foraminíferos de la Formación San José (Mioceno Medio) Provincias de Tucumán y Catamarca, Argentina. Reunión Anual de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. UNNE. Resumen B-001.
- Espíndola, V. 2004. Análisis preliminar de la microfauna de la Formación San José (Mioceno Medio) de las provincias de Catamarca y Tucumán, Argentina. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la UNNE. 1980–1982.
- Espíndola, V. y Morton, L. 2004. Microfauna miocena de la Formación San José (provincias de Catamarca y Tucumán) Argentina. Ameghiniana, Suplemento 41 (4): 13R.

- Espíndola, V. y Morton, L. 2004. Ostrácodos y foraminíferos (Mioceno Medio) de la Formación San José (provincias de Catamarca y Tucumán) Argentina. 2º Reunión Bianual de Ecología, Mendoza. Actas: 421.
- Espíndola, V. y Morton, L. 2008. Ostrácodos y foraminíferos de las Formaciones San José y Chiquimil (Mioceno) provincias de Catamarca y Tucumán, Argentina. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la UNNE. Resúmenes: B-040.
- Espíndola, V., Cusminsky, G. y Herbst, R. 2009. Microfósiles calcáreos de la Formación Río Salí (Mioceno Medio), Tucumán, Argentina. 9º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía.
- Esteban, G. 1998. Paleontología de vertebrados y edades mamífero. En: Gianfrancisco, M., Durango, J., Puchulu, M. y Aceñolaza, G. (eds.). Geología de Tucumán. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas. 105-107.
- Esteban, G. y Nasif, N. 2006. Nuevos aportes a la paleontología de vertebrados del Mioceno Tardío del Noroeste de Argentina. 1º Jornada Geológica de la Fundación Miguel Lillo. Acta Geológica Lilloana. 20: 33–34.
- Ferguson, E. 1958. Freshwater ostracods from South Carolina. The American Midland Naturalist. 59 (1): 111-119.
- Fernández, V. 1973. Estudio geológico estratigráfico del Río Julipao y alrededores. Departamento Tafí, provincia de Tucumán, Argentina. Seminario Bibliot. Facultad de Ciencias Naturales, UNT. Inédito.
- Ferreiro, V. y Mon, R. 1973. Geomorfología del Valle de Santa María. Acta Geológica Lilloana. 12 (5): 73-82.
- Ferrero, L. 1996. Paleoecología de ostrácodos holocenos del estuario del Río Quequén Grande (provincia de Buenos Aires). Ameghiniana. 23 (2): 202-208.

- Ferrero, L. 2009. Foraminíferos y ostrácodos del Pleistoceno tardío (Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires, Argentina). *Ameghiniana*. 46: 637–656.
- Flessa, K., Cutler, A. y Meldahl, K. 1993. Time and tafonomy: quantitative estimates of time-averaging and stratigraphic disorder in a shallow marine habitat. *Baleobiology*. 19(2): 266-286.
- Franco, M., Brea, M. y Herbst, R. 2014. *Palmoxylon romeroi* sp. nov., de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior) del Valle de Santa María, provincia de Catamarca, Argentina. *Ameghiniana*. 51 (6): 572-584.
- Frenguelli, J. 1936. Investigaciones Geológicas en la zona salteña del Valle de Santa María. *Obra del Cincuentenario del Museo de la Plata, UNT*. 2: 215-572.
- Furtos, N. 1933. The Ostracoda of Ohio. *Ohio Biological Survey Bulletin*, 5 (6). (Bulletin 29): 412-524.
- Galván, A. y Ruiz Huidobro, O. 1965. Geología del Valle de Santa María, Estratigrafía de las Formaciones Mesozoico-Terciarias. *Acta Geológica Lilloana*. 7: 217-230.
- Ganning, B. 1967. Laboratory experiments in the ecological work on rockpool animals with special notes on the ostracod *Heterocypris salinus*. *Helgolander wissenschaften Meeresuntersuchungen*. 15: 27-40.
- Ganning, B. 1971. On the ecology of *Heterocypris salinus*, *H. incongruens* and *Cypridopsis aculeata* (Crustacea Ostracoda) from Baltic brackish-water rockpools. *Mar. Biol.* 8: 271- 279.
- Garralla, S., Anzótegui, L. y Mautino, L. 2016. Relaciones paleoflorísticas del Mioceno–Plioceno del norte argentino. *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina*. 16 (1): 1–13.

- Gavriloff, I. 1990. Estudio Bioestratigráfico del Mioceno Superior de la Provincia de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UNT, Tucumán, Argentina. Tesis de Grado. 100 pp.
- Gavriloff, I. 1991. Caracterización de la secuencia parálica neógena del Valle de Santa María (Catamarca, Tucumán y Salta, Argentina) y su relación con la ingresión marina paranaense. VII Simposio Sul Brasileiro de Geología e II Encontro de Geología do Mercosul. 77.
- Gavriloff, I. y Arce, N. 2010. The presence of foraminifera in lacustrine facies of the Santa María Group (San José and Chiquimil Formations), middle/upper Miocene, Tucumán and Catamarca, Argentina. X Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y VII Congreso Latinoamericano de Paleontología. Resúmenes: 91.
- Gavriloff, I. y Bossi, G. 1992. Revisión general, análisis facial, correlación y edad de las Formaciones San José y Río Salí (Mioceno Medio), provincias de Catamarca, Tucumán y Salta (República Argentina). Acta Geológica Lilloana. 17: 6-43.
- Gavriloff, I. y Bossi, G. 1998. The paleogeographical problem of the Parana marine transgression (Middle Tertiary) and its western paralic margin in NW Argentina. 15th International Sedimentological Congress. 368-370.
- Gavriloff, I., Durango De Cabrera, J. y Vergel, M. 1998. Paleontología de Invertebrados, Paleobotánica y Palinología. En: Geología de Tucumán. (Eds. Gianfrancisco, M., Puchulu, M.E., Durango De Cabrera, J., Aceñaloza, G.F.). Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán. 211-226.
- Georgieff, S. 1996. Cuencas de antepaís: una revisión. Evolución tectosedimentaria en el Terciario-Cuaternario del Valle de Santa María, Tucumán y Catamarca, Argentina.

- XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos. II: 161-170.
- Georgieff, S. e Ibáñez, L. 1999. Evolución tectosedimentaria del Mioceno Superior en el valle de Santa María, Sierras Pampeanas Noroccidentales del noreste de Catamarca. XIV Congreso Geológico Argentino. Actas I: 62.
- Georgieff, S., Ibáñez, L., Vides, M., Anis, K. y Nieva, S. 2014. Geología de Tucumán En: Moyano, S., Puchulu, M. E., Fernandez, D.S., Vides, M., Nieva, S. Aceñolaza, G. (Eds.) Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán.
- Gonzáles, O. y Mon, R. 1996. Evolución Tectónica del extremo norte de las Sierras Pampeanas y su transición a la Cordillera Oriental y a las Sierras Subandinas. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos. II: 149-160.
- Gray, J. 1840. Synopsis of the contents of the British Museum, 42nd ed. Eastern Zoological Gallery. 88-152.
- Gray, J. 1847. A list of genera of Recent Mollusca, their synonym and types. Proceedings Zoological Society London. 15: 129-219.
- Grier, M. y Dallmeyer, R., 1990. Age of the Payogastilla Group: implications for foreland basin development, NW Argentina. Journal of South American Earth Science. 3 (4): 269–278.
- Grier, M., Salfity, J. y Allmendinger, R. 1991. Andean reactivation of the Cretaceous Salta Rift, NW Argentina. Journal of South American Earth Sciences. 4: 331–342.
- Groeber, P. 1929. Líneas fundamentales de la Geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes. Publicación Dirección General Minería, Geología e Hidrología, Buenos Aires. 58:110.

- Grosjean, M., Nuñez, L., Cartajena, I. y Messerli, B. 1997. Mid-Holocene climate and culture change in the Atacama Desert, Northern Chile: Quaternary Research. 48: 239– 246,
- Gründwalt, M. y Morton, L. 2002. Foraminíferos fósiles de Zig-Zag N del Valle de Santa María, Catamarca, Argentina. Reunión de Comunicaciones de Ciencia y Técnica, UNNE.
- Hayward, B. y Hollis, C. 1994. Brackish foraminifera in New Zealand: a taxonomic and ecologic review. Micropaleontology. 40: 185-221.
- Hayward, B., Grenfell, H. y Scott, D. 1999. Tidal range of marsh foraminifera for determining former sea-level heights in New Zealand. N. Z. J. Geol. Geophys. 42: 395- 413.
- Herbst, R., Anzótegi, L., Esteban, G., Mautino, L., Morton, L. y Nasif, N. 2000. Síntesis paleontológica del Mioceno de los Valles Calchaquies, noroeste argentino. Serie correlación Geológica. 14: 263-288.
- Herbst, R., y Zabert, L. 1987. Microfauna de la Formación Paraná (Mioceno Superior) de la Cuenca Chaco-Paranense (Argentina). Facena. 7: 165-206.
- Hershler, R. y Thompson, F. 1992. A review of the aquatic gastropods subfamily Cochliopinae (Prosobranchia: Hydrobiidae). Malacological Review, Supl. 5.
- Horne, D., Benardout, G. y Whittaker, J. 2016. *Cyprideis torosa* (Jones, 1850) in its type area and stratigraphical context: potential for mapping the freshwater/estuarine boundaries of the Thames–Medway river system in the MIS 9 and MIS 11 interglacials. Journal of Micropalaeontology. 36: 127-135.
- Horne, D. y Boomer, I. 2000. The role of Ostracoda in saltmarsh meiofaunal communities. In: Sherwood, B., Gardiner, B. y Harris, T. (Eds): British

- Saltmarshes, 182-202. Forrest Text, Cardigan, for the Linnean Society of London, en *Berliner paläobiologische Abhandlungen*. 1-160.
- Horne, D., Cohen, A. y Martens, K. 2002. Taxonomy, Morphology and Biology of Quaternary and Living Ostracoda. In: Holmes, J. y Chivas, A. (eds.) *The Ostracoda: applications in Quaternary research*. Washington, DC. American Geophysical Union. 5-36.
- Ibáñez, L. 1998. Estudio de los argiominerales de la Formación Chiquimil, Mioceno Superior del valle de Santa María, Salta, Tucumán y Catamarca. 7º Reunión Argentina de Sedimentología Salta. Actas: 51-58.
- Ibáñez, L. 2001. Análisis paleoambiental de la Formación Chiquimil en el valle de Santa María, Catamarca, Tucumán, Argentina. Tesis Doctoral (Inédito).
- Ihering, H. von. 1895. Conchas marinas da Formação Pampeana de La Plata. *Revista do Museu Paulista*. 1: 223-227.
- Jorissen, F. 1988. Benthic foraminifera from the Adriatic Sea; principles of phenotypic variation. *Utrecht Micropaleontol. Bull.* 37: 176.
- Kidwell, S. y Bosence, W. 1991. Taphonomy and time averaging of marine shelly faunas. En: Allison, P. y Briggs, D. (eds.). *Taphonomy: releasing the data locked in fossil record*. New York. 9: 116-188.
- Kihn, R., Martínez, D., Gómez, E. y Borel, C. 2016. Recent and Holocene benthic ostracod assemblages of the Bahía Blanca estuary: (Buenos Aires, Argentina): Palaeoenvironmental Interpretations. *Rev. Bras. Paleontol.* 19 (3): 465-480.
- Kleinert, K. y Strecker, M. 2001. Climate change in response to orographic barrier uplift: Paleosol and stable isotope evidence from the late Neogene Santa María basin, northwestern Argentina. *Geological Society of America*. 113: 728-742.

- Klie W. 1938a. Ostracoda, Muschelkrebse Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise 34 Teil: Krebstiere oder Crustacea. 230 pp.
- Knoche, W. y Borzacov, V. 1947. Precipitaciones en Geografía de la Argentina, VI, Clima de la República Argentina. En: Sociedad Argentina Estación Geográfica Gaea. 5-89.
- Kubanç, N., Özuluğ, O. y Kubanç, C. 2007. The ontogeny of appendages of *Heterocypris salina* (Brady, 1868) Ostracoda (Crustacea). Hydrobiologia. 585: 255.
- Külköylüoğlu, O. y Vinyard, G. 2000. Distribution and ecology of freshwater Ostracoda (Crustacea) from springs of Nevada, Idaho, and Oregon: preliminary study. Western North American Naturalist. 60: 291-303.
- Langer, M. 2008. Assessing the contribution of foraminiferal protists to global ocean carbonate production. Journal of Eukaryotic Microbiology. 55 (3):163-169.
- Laprida, C. 1997. Micropaleontología (Ostrácodos y foraminíferos) y paleoecología del Cuaternario Tardío del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, República Argentina. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UBA. Tesis inédita.
- Laprida, C. 2006. Ostrácodos recientes de la llanura pampeana, Buenos Aires, Argentina: ecología e implicancias paleolimnológicas. Ameghiniana. 43 (1): 181-204.
- Laprida, C. y Ballent, S. 2008. Capítulo 21: Ostrácoda: 599-624. En: Camacho, H. (Ed.) Los Invertebrados fósiles. Tomo II: Fundación Félix de Azara, Universidad Maimónides. Buenos Aires.

- Laprida, C., Diaz, A. y Ratto, N. 2006. Ostracods (Crustacea) from thermal waters, southern Altiplano, Argentina. *Micropaleontology*. 52(2): 177–188.
- Laprida, C., García, N., Chaporia, R. y Violante, R. 2007. Mid-Holocene evolution and paleoenvironments of the shoreface–offshore transition, north-eastern Argentina: New evidence based on benthic microfauna. *Marine Geology*. 240 (1–4, 5): 43-56.
- Laprida, C., Orgeira, M. y Garcia Chapori, N. 2009. El registro de la Pequeña Edad de Hielo en las lagunas pampeanas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 65:603–611.
- Latorre, C., Quade, J. y McIntosh, Y. 1997. The expansion of C₄ grasses and global change in the late Miocene: stable isotope evidence from the Americas. *Earth and Planetary Science Letters*. 146: 83-96.
- Lee, J. y Hallock, P. (eds.) 2000. Advances in the biology of Foraminifera. *Micropaleontology*. (Supplement 1): 46.
- Leiva, G. 2002. Ostrácodos del Mioceno de Río Caspinchango y Tiopunco, Provincias de Catamarca y Tucumán, Argentina. Reunión de Comunicaciones Científicas de la SGCyT UNNE.
- Leiva, G. y Morton, L. 2001. Ostrácodos de la Formación San José (Mioceno), provincias de Catamarca y Tucumán, Argentina. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. UNNE.
- Leiva, G. y Morton, L. 2002. Ostrácodos fósiles de la Formación San José (Mioceno), provincias de Catamarca y Tucumán, Argentina. VIII Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía. 25.

- Ligos, S., Klaus, M., Gliozzi, E. y Nadezda, K. 2009. Occurrence of *Vestalenula* (Darwinuloidea, Ostracoda) in the Neogene of Italy, Crete and Serbia, with the description of three new species. *Journal of Micropalaeontology*. 28 (2): 99–115.
- Linné, C. 1758. *Sistema Naturae per Regna Tria Naturae: secundum Classes, ordines, genera, species, cum Characteribus differentiis synonymis, locis*. 10th ed. revised. Laurentius Salvius. Holmiae. 824 pp.
- Loeblich, A. y Tappan, H. 1992. Present status of foraminiferal classification, in *Studies in Benthic Foraminifera*. (Takayanagi, Y. y Saito, T. Eds.). Proceedings of the Fourth International Symposium on Benthic Foraminifera Tokai University Press. 93–102.
- Lutz, A. 1987. Estudio Anatómico de Maderas Terciarias del Valle de Santa Marta (Catamarca - Tucumán), Argentina. *Facena*. 7: 125-144.
- Malizzia D., Strecher M., Herbst, R. y Carrion, M. 1990. La Formación Morterito (Neógeno de las Sierras Pampeanas); características sedimentológicas y paleogeográficas. *Actas III Reunión Argentina Sedimentológica*, Argentina. 175-180.
- Marchegiano, M., Gliozzi, E., Ceschin, S., Mazzini, I., Adatte, T., Mazza, R. Gliozzi, S. y Aristegui, D. 2017. Ecology and distribution of living ostracod assemblages in a shallow endorheic lake: the example of Lake Trassimero (Umbria, central Italy). *Journal Limnol*. 76 (3): 469-487.
- Marengo, H. 2000. Rasgos micropaleontológicos de los depósitos de la transgresión Entrerriense-Paranense en la cuenca Chaco-Paranense y Noroeste Argentino. En: Aceñolaza, F. y Herbst, R. (eds.) *Serie Correlación Geológica N° 14: El Neógeno de Argentina*, Tucumán. INSUGEO. 29-45.

- Marshall, L. 1979. A model for paleobiogeography of South American cricetine rodents. *Paleobiology*. (5): 126–132.
- Marshall, L. y Patterson, B. 1981. Geology and geochronology of mamad-bearing Tertiary of Valle de Santa María and Río Corral Quemado, Catamarca province, Argentina. *Feldiana Geology*. 9: 1-80.
- Marshall, L., Hoffstetter, R. y Pascual, R. 1983. Mammals and Stratigraphy: Geochronology of the South America. *Paleovertebrata*. 1- 93.
- Martens, K., 1994. Ostracoda speciation in ancient lakes: a review. *Archiv für Hydrobiologie*, 44: 203-222.
- Martens, K. 1997. Speciation in ancient lakes. *Trends in Ecology and Evolution*. 12: 177-182
- Martens, K. 1997. Two new crenobiont ostracod genera (Crustacea, Ostracoda, Herpetocypridinae) from Africa and Asia Minor, with the description of a new species from dolomitic springs in South Africa. *S. Afr. J. Sci.* 93: 542–554.
- Martens, K. y Behen, F. 1994. A checklist of the non-marine ostracods (Crustacea, Ostracoda) from South-American inland waters and adjacent islands. *Travaux scientifiques du Muse´e d’Histoire naturelle de Luxembourg*. 22: 81 pp.
- Martens, K., Halse, S., Schön, I., 2012. Nine new species of *Bennelongia* de Deckker & McKenzie, 1981 (Crustacea, Ostracoda) from western Australia, with the description of a new subfamily. *Eur. J. Taxon*. 8.
- Martens, K. y Horne, D. 2009. Ostracoda. En: Likens, G. (Ed.), *Encyclopedia of Inland Waters*. 2: 405–414.
- Martens, K. y Tudorance, C. 1991. Seasonality and spatial distribution of ostracods of Lake Zwai, Ethiopia (Crustacea, Ostracoda). *Freshwater Biology*. 25: 233-241.

- Martens, K.; Schön, I.; Meisch, C. y Horne, D. 2008. Global diversity of ostracods (Ostracoda, Crustacea) in freshwater. *Hydrobiologia*. 595: 185-193.
- Martin J. y Davis, G. 2001. An updated classification of the recent Crustacea. *Nat. Hist. Mus. Los Angel City Sci. Ser.* 39: 132.
- Martín-Rubio, M.; Elorza-Remón, M.; Rodríguez-Lazaro, J. y Pascual, A. 2006. Distribución areal y ecología de las asociaciones de ostrácodos recientes en la marisma Joyel (Cantabria). *Geogaceta*. 40: 187–190.
- Martínez, D. 2005. Asociaciones de ostrácodos modernos del estuario de Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. *Ameguiniana*. 42 (4): 669-684.
- Martínez, L. y Lutz, A. 2004. Xiloflora de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior) en el Valle de Santa María, Catamarca. Argentina, *Ameghiniana*, Suplemento Resúmenes 41: 15R.
- Martínez, L. y Lutz, A. 2005. Primera cita de una leguminosa fósil, Formación Las Arcas, Grupo Santa María, Catamarca, Argentina. *Ameghiniana*. 42 Suplemento: 34R-35R.
- Martínez, L. y Lutz, A. 2006. Un nuevo género de Fabaceae fósil de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior), Catamarca, Argentina. 9º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía. Resúmenes 1: 44.
- Martínez-García, B., Suarez-Hernando, O., Rodríguez-Lázaro, J., Pascual, A., Ordiales, A., Murelaga, X., Sancho, C., Muñoz, A. y Osácar, C. 2015. Las asociaciones de ostrácodos en secuencias aluviales como indicadores de cambios ambientales holocenos (Bardenas Reales de Navarra, Cuenca del Ebro, NE Península Ibérica). *Estudios Geológicos*. 71 (2): e042.

- Mautino, L. y Anzótegui, L. 1998. Palinología de la Formación Chiquimil (Mioceno superior), localidad Vallecito, provincia de Catamarca. Parte 1: esporas, especies nuevas. *Ameghiniana*. 35: 227-233
- Mautino, L. y Anzótegui, L. 2002a. Palinología de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior), Vallecito, provincia de Catamarca. Parte 2: Polen. *Ameghiniana*. 39 (3): 257-270.
- Mautino, L. y Anzótegui, L. 2002b. Palinología de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior) Vallecito, provincia de Catamarca. Parte 3: Polen. *Ameghiniana* 39 (3): 271- 284.
- Mautino, L. y Anzótegui, L. 2014. Novedades palinológicas de las formaciones San José y Chiquimil (Mioceno medio y tardío), noroeste de Argentina. *Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat., n.s.* 16 (2): 143-164.
- McAleece, N., Lamshead, P. y Paterson, G. 1997. Biodiversity Professional Versión 2. The Natural History Museum, London. <http://www.sams.ac.uk>.
- Meisch, C. 2000. Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe. *Süßwasserfauna von Mitteleuropa*. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg. 523 pp.
- Mezquita, F., Tapia, G. y Roca, J. 1999. Ostracoda from springs on the eastern Iberian Peninsula: Ecology, biogeography and palaeolimnological implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 148 (1–3): 65–85.
- Mezquita, F.; Roca, J.R.; Reed, J.M. y Wansard, G. 2005. Quantifying species-environment relationships in non-marine Ostracoda: examples using Iberian data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 225: 93–117.

- Moguilevsky, A. y Whatley, R. 1995. Crustacea Ostracoda, In: Lopretto, E. y Tell, G. (dirs.). Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Tomo III. Ediciones Sur, La Plata, Argentina. 973-999.
- Mon R. y Mansilla, N. 1998. Estructura geológica del territorio de la provincia de Tucumán. En: Geología de Tucumán (Gianfrancisco, M, Puchulu, M., Durango de Cabrera, J. y Aceñolaza, G. (Eds.). Publicación Especial Colegio de Graduados de Tucumán. 147-153.
- Moore, R. 1969. Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N: Mollusca 6 (2). Geology Society of America and University of Kansas. 491-952.
- Moore, R. y Pitrat, C. (Eds.). 1961. Treatise on Invertebrate Paleontology. Part Q: Arthropoda 3, Crustacea, Ostracoda, Kansas University Press. 442 pp.
- Morrison, J. 1954. The relationships of old and new world melanians. Proceedings of the United States National Museum. 103: 357-394.
- Morton, L. 1984. Corbiculidae (Pelecípoda) de la Formación San José (Mioceno Superior) del Valle de Santa María. Facena. 5: 41-55.
- Morton, L. 1986. Gastrópodos de las Formaciones San José y Chiquimil (Mioceno tardío), Catamarca y Tucumán, Argentina. Ameghiniana. 23: 203-211.
- Morton, L. 1998. El género *Chilina* Gray, 1828 (Gastropoda-Basommatophora) en el Neógeno del Valle del Cajón, Catamarca, Argentina. Revista de la Universidad de Guarulhos. Geociencias. III (6): 45-48.
- Morton, L. 2004. Moluscos fósiles de agua dulce de la Formación Ituzaingó, Plioceno de Corrientes, Argentina. En: Aceñolaza, F. (ed.). Temas de la Biodiversidad del litoral fluvial argentino. Serie Correlación Geológica. 12: 45-48.

- Morton, L. y Espíndola, V. 2005. Invertebrados del Neógeno del valle de Santa María, Catamarca y Tucumán, Argentina. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes.
- Morton, L. y Espíndola, V. 2006. Moluscos y microfósiles del valle de Santa María (Formación Chiquimil), Catamarca y Tucumán, Argentina. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Nordeste.
- Morton, L. y Herbst, R. 1993. Gastrópodos del Cretácico tardío (Formación Mercedes) del NW de Uruguay. *Ameghiniana*. 30 (4): 445-452.
- Morton, L. y Herbst, R. 2001. Gastrópodos (Bulimulidae) de la Formación Chiquimil, (Mioceno) de Villavil, provincia de Catamarca, Argentina. *Ameghiniana*. 38 (1): 51-53.
- Morton, L. y Herbst, R. 2001. Nuevas especies del Género *Diplodon* Spix (Bivalvia, Unionidea) del Jurásico Medio (Formación La Matilde), provincia de Santa Cruz, Argentina. *Revista Museo Argentino Ciencias Naturales*. 3 (2): 159-164.
- Morton, L. y Herbst, R. 2003. Moluscos dulceacuícolas de las Formaciones San José y Chiquimil (Mioceno) del Valle de Santa María (Catamarca y Tucumán), Argentina. *Ameghiniana*, 40 (2): 205- 216.
- Morton, L., Herbst, R. y Espíndola, V. 2011. Gastrópodos y ostrácodos de la Formación Andalhuala (Plioceno temprano) del Valle de Yocavil, provincia de Catamarca, Argentina. *Gæa, Journal of Geoscience*. 7 (2): 82-93.
- Müller, O. 1774. *Vermium terrestrium et fluviatilium, seu animalium infusoriorum, helminthicorum, et testaceorum, non marinorum succincta historia*. Copenhagen and Leipzig. II (71): 1- 214.

- Murray, J. 2006. Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. Cambridge University Press. 426 pp.
- Muruaga C., 1999. Estratigrafía de sedimentos terciarios aflorantes en la sierra de Hualfín, NE de Catamarca. XIV Congreso Geológico Argentino. Actas I: 479-482.
- Muruaga, C. 2001a. Estratigrafía del Miembro El Jarillal (Formación Chiquimil, Mioceno Superior), la Sierra de Hualfín, Catamarca. Acta Geológica Lilloana. 18 (2): 265-280.
- Nañez, C. y Malumián, N. 2007. Capítulo Foraminiferida. pp. 65-100. En: Los invertebrados Fósiles. Camacho, H. (ed.). 1ª ed. Fundación de Historia Natural Félix de Azara. Universidad Maimónides. 599–624.
- Nastri, J. 2005. Arqueología en Catamarca. El Valle de Santa María de Yocavil: Cerámica Santamariana: Iconografía calchaquí. Encrucijadas. 31. <http://repositorioubasibbi.uba.ar>
- Ornellas, L. y Würdig, N. 1983. *Cyprideis salebroza hartmanni* Ramírez, 1967, a new subspecies from Brazil and Argentina. Pesquisas. 15: 94-112.
- Palacios-Fest, M., Cohen, A. y Anadon, P. 1994. Use of ostracodes as paleoenvironmental tools in the interpretation of ancient lacustrine records. Revista Española de Paleontología, 9 (2), 145-164.
- Pawlowski, J., Bolivar, I., Farhni, J. y Zaninetti, L. 1995. DNA analysis of *Ammonia beccarii* morphotypes: one or more species? Marine Micropaleontology. 26: 171–178.
- Peirano, A. 1943. Algunos yacimientos de fósiles de la parte central del Valle de Santa María y del Valle del Cajón (provincias de Tucumán y Catamarca). Cuaderno Minería y Geología, Instituto de Minería y Geología, UNT. 3 (9): 40-54.

- Peirano, A. 1945a. Estudio Geológico de la Cuenca del Río Nío, Departamento Burruyacú, Provincia de Tucumán. Cuaderno Minería y Geología, Instituto de Minería y Geología, UNT. 4 (13): 5-27.
- Peirano, A. 1945b. Estudio Geológico de la Quebrada de Amaicha, Depto. Taí, provincia de Tucumán, Cuadernos de Minería y Geología, Universidad Nacional de Tucumán. 4 (13): 5-27.
- Peirano, A. 1946. Estudio Geológico de la Quebrada de Amaicha. Departamento Taí. Provincia de Tucumán. Con referencias preliminares al valle de Santa María (Parte Tucumana). Conclusión. Cuadernos de Mineralogía y Geología. Instituto de Minería y Geología, UNT. 4: 6-37.
- Peirano, A. 1956b. Observaciones generales sobre la tectónica y los depósitos terciarios del cuadrángulo 26ES-64E30' 0-28E30'S-67EO en el noroeste argentino. Acta Geológica Lilloana. I: 61-144.
- Penk, W. 1920. Der Südrand der Puna de Atacama. Abhandl. Sächs. Akademie der Wissenschaften, Math. Phys. 37.
- Pérez, L., Lorenschat, J., Brenner, M., Scharf, B. y Schwalb, A. 2010. Extant freshwater ostracodes (Crustacea: Ostracoda) from Lago Petén Itzá, Guatemala. Rev. Biol. Trop. 58 (3): 871-895.
- Pinto, R. y Kotzian, S. 1961. New ostracodes of the family Darwinulidae and the variation in their muscle scars. Universidade do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciencias Naturais. Boletim. 11: 5-64.
- Pinto, R., Rocha, C. y Martens, K. 2004. On the genus *Penthesilenula* Rossetti y Martens, 1998 (Crustacea, Ostracoda, Darwinulidae) from (semi-) terrestrial

- habitats in Sao Paulo State (Brazil), with the description of a new species. *Journal of Natural History*. 38: 2567–2589.
- Pinto, R., Rocha, C. y Martens, K. 2005a. On the evolution of the genus *Microdarwinula* Danielopol, 1968 (Ostracoda, Darwinulidae) with the description of a new species from semi-terrestrial habitats in Sao Paulo State (Brazil). *Crustaceana* 78: 975–986.
- Pinto, R., Rocha, C., Martens, K., 2005b. On the evolution of the genus *Microdarwinula* Danielopol, 1968 (Ostracoda, Darwinulidae) with the description of a new species from semi-terrestrial habitats in São Paulo state (Brazil). *Crustaceana* 78, 975–986.
- Porto, J. C. 1972. Geología de las Cumbres de Tacifillo, Sierra de San Javier Septentrional. Provincia de Tucumán. *Acta geológica Lilloana*, XI (2):27-58.
- Powell J., Mulé P., Duarte R., Ortiz P., Sanagua J. y Muruaga C. 1998. Mamíferos de la Formación Chiquimil (Mioceno superior) de la vertiente occidental de la Sierra de Hualfín, provincia de Catamarca. *Acta Geológica Lilloana*. 18 (1): 178.
- Powell, J. y González, O. 1997. Hallazgo de mamíferos en la Formación Saladillo (Grupo Santa María), próximo al río Amaicha, provincia de Tucumán, Argentina. Implicancias cronológicas. Resumen en Reunión Anual de Comunicaciones de la Asociación Paleontológica Argentina. *Ameghiniana*. 34: 124.
- Powell, J., Mulle, P., Duarte, R., Ortiz, P., Sanuaga, J. y Muruaga, C. 1995. Mamíferos de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior) de la vertiente occidental de la Sierra de Hualfin, provincia de Catamarca. 11º Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados. Tucumán. Resumen: 15.

- Ramírez, F. 1967. Ostrácodos de lagunas de la provincia de Buenos Aires. *Revista del Museo de La Plata. Zoología*. 73: 5-79.
- Ramón-Mercau, J. Plastani, M. y Laprida, C. 2014. A review of the genus *Limnocythere* (Podocopida: Limnocytheridae) in the Pampean región (Argentina), with the description of a new specie, *Limnocythere cusminskyae* sp. Nov. *Zootaxa* 3821: 26–36.
- Riggs, E. y Patterson, B. 1939. Stratigraphy of Late Miocene and Pliocene deposits of the Province of Catamarca (Argentina) with notes on the faunas. *Physis*. XIV: 143-162.
- Roberts, A., Austin¹, W., Evans, K., Bird, C., Schweizer, M. y Darling, K. 2016. A New Integrated Approach to Taxonomy: The Fusion of Molecular and Morphological Systematics with Type Material in Benthic Foraminifera. *PLoS ONE* 11(7): e0158754.
- Rocha, C. y Por, F. 1998. Preliminary comparative data on the fauna of the pleuston in the southern Pantanal, Brazil, with emphasis on the microcrustaceans. *Vereinigung Internationale für Theoretische und Angewandte Limnologie Verhandlungen*. 26: 2137-2140.
- Rodríguez-Lázaro, J. y Ruiz-Muñoz, F. 2012. A general introduction to ostracods: morphology, distribution, fossil record and applications. En: Horne, D., Holmes, J., Rodríguez-Lázaro, J. y Viehberg, F. (Eds.), *Ostracoda as Proxies for Quaternary Climate Change*. *Developments in Quaternary Science*. Elsevier. 1–14
- Rossetti, G. y Martens, K. 1996. Redescription and morphological variability of *Darwinula stevensoni* (Brady y Robertson, 1870) (Crustacea, Ostracoda). *Bulletin de L’Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Biologie*. 66: 73-92.

- Rossetti, G. y Martens, K. 1998. Taxonomic revision of the Recent and Holocene representatives of the family Darwinulidae with a description of three new genera. *Bulletin Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*. 68: 55-110.
- Rossi, V., Todeschi, E., Gandolfi, A., Invidia, M. y Menozzi, P. 2002. Hypoxia and starvation tolerance in individuals from a riverine and a lacustrine population of *Darwinula stevensoni* (Crustacea: Ostracoda).
- Ruiz Huidobro, O. 1960. El Horizonte Calcáreo-Dolomítico en la Provincia de Tucumán. *Acta Geológica Lilloana*. 3: 147-171.
- Ruiz Huidobro, O. 1963. Descripción Geológica de la hoja 11e. Santa María. Dirección Nacional Geología y Minería. Boletín 63.
- Ruiz Huidobro, O. 1965. Descripción Geológica de la hoja 11c. Santa María. *Acta Geológica Lilloana*. 8: 215- 247.
- Ruiz Huidobro, O. 1972. Descripción geológica de la Hoja 11e, Santa María, (provincia de Catamarca y Tucumán). Servicio Nacional Minero Geológico. Boletín 134: 1-65.
- Schwalb, A., Burns, S., Cusminsky, G., Kelts, K. y Markgraf, V. 2002. Assemblage diversity and isotopic signals of modern ostracodes and host waters from Patagonia, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 187 (3–4): 323–339.
- Sen Gupta, B. 1999. Introduction to modern foraminifera. Sen Gupta (Ed.) Kluwer Academic Publ. 371 pp.
- Sen Gupta, B. 2002. Foraminifera in marginal marine environments. In *Modern Foraminifera*. Kluwer Academic Publishers (Ed.). 141-159.

- Sen Gupta, B., Turner, R. y Rabalais, N. 1996. Seasonal oxygen depletion in continental-shelf waters of Louisiana: historical record of benthic foraminifers. *Geology*. 24 (3): 227-230.
- Shornikov E. 1980. Ostracodes in terrestrial biotopes. *Zoologicheskii Zhurnal*. 59: 1309–1319.
- Smith A., Donovan, J. Ito, E., Engstrom, E. y Panek, V. 2002. Climate-driven hydrologic transients in lake sediment records: multiproxy record of mid-Holocene drought. *Quaternary Science Reviews*. 21: 625–646.
- Smith, A. Horne, D., Martens, K. y Schön, I. 2015. Class Ostracods. Thorp and Covich's *Freshwater Invertebrates*. 757-780.
- Sosa Gomez, J., Gomez Omil, R. 1993. Ejemplos de inversión tectónica en los Andes Centrales. XII Congreso Geológico Argentino and II Congreso de Exploración de Hidrocarburos III. 195-199.
- Spiegelman, A. 1971. Sedimentología del Grupo Santa María (prov. de Catamarca y Tucumán). *Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología*. II (1-2): 1-18.
- Staff, G. y Powell, E. 1990, Local variability of taphonomic attributes in a parautochthonous assemblages: can taphonomic signature distinguish a heterogeneous environment? *Journal of Paleontology*. 64 (4): 648-658.
- Stahlecker, R. 1935. Stratigraphy of the Araucanian Formation (Pliocene) *Proc. Geol. Soc. Of America*. 402-405.
- Stainforth, R., Lamb, J., Luterbacher, H., Beard, J. y Jeffords, R. 1975. Cenozoic planktonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms. *The University of Kansas Paleontological Contributions*. 62: 1-425.

- Staff, G., Stanton, Jr.P., Poell, E. y Cummins, H. 1986. Time-averaging taphonomic and their impact on paleocommunityreconstruction: death assemblages in Texas bays. *Geological Society of America Bulletin*. 97: 428-443.
- Starck, D. y Vergani G., 1996. Desarrollo Tectosedimentario del Cenozoico en el Sur de la provincia de Salta Argentina. *Actas XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos*. 1: 433-452.
- Stelzner, A. 1872. Mittheilungen an professor H. B. Geinitz. *Neu. Jahrb. Für min.* 630-636.
- Stelzner, A. 1885. Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Argentinischen Republik und des angrenzenden, zwischen dem 32 und 33°S. Br. Gelegenen Teiles der Chilenischen Cordillera. Cassel um Berlin, I. Geologischer Theil. 1-329.
- Strecker, M., 1987. Late Cenozoic landscape development the Santa María Valley; northwest Argentina. Cornell University, PhD Thesis. Inédito. 261pp.
- Strecker, M., Cervený, P., Bloom, A. y Malizia, D. 1989. Late cenozoic tectonism and landscape development in the foreland of the Andes: Northern Sierras Pampeanas (26-28 South), Argentina.
- Suayter, L. 1984. Geología Estructural. En: Aceñolaza, F. G., A. Toselli y G. E. Bossi (editores). *Geología de Tucumán*. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas. 29-34.
- Swain, F. 1990. Fossil non-marine Ostracoda of the United States. *Developments in Palaeontology and Stratigraphy*. Elsevier. 410 pp.
- Teeter, K. 1980. Ostracoda of the Lake Flirt Formation (Pleistocene) of southern Florida. *Micropaleontology*. 26: 337-355.

- Toscano, V. 1973. Geología de la Comarca Caspinchango, Catamarca. Facultad de Ciencias Naturales, UNT. Seminario.
- Turner, J. 1973. Descripción Geológica de la Hoja 11d, Laguna Blanca, provincia de Catamarca. Servicio Nacional Minero y Geológico. Boletín. 142: 1-71.
- Uzera, J. y Blazquez, A. 1998. Interpretación de la dinámica poblacional de *Ammonia beccarii* (Linné, 1758) (Foraminiferida, Protoctista) en el Cuaternario continental de la laguna de Villena. Coloquios de Paleontología. 49: 145 – 167.
- Valladares Carrillo, H. 1974. Estudio de un sector del Valle de Santa maría, situado entre Amaicha del Valle y Santa María. Facultad de Ciencias Naturales, UNT. Seminario.
- Van Doninck, K., Schön, I., Maes, F., Bruyn, L. y Martens, K. 2003. Ecological strategies in the ancient asexual animal group Darwinulidae (Crustacea, Ostracoda). Freshwater Biology. 48: 1285-1294.
- Van Morkhoven, F. 1963. Post paleozoic Ostracoda. Their morphology, taxonomic and economic use. Vol. 2, generic descriptions. Elsevier Publ. Company, Nueva York, USA, 478 pp.
- Vergani, G. Decastelli, Moroni, A. y Chaia, A. 1991. Análisis estratigráfico y oleogenético del Mioceno del Valle de Santa María, provincias de Salta, Tucumán y Catamarca. YPF, Informe inédito: 27.
- Vergel, M., Herbst, R., Garralla, S., Morton L., Anzótegui, L., Mautino, L., Aráoz, L. y Gavrilloff, I. 2014. Paleontología de invertebrados, icnofósiles, paleobotánica y palinología de Tucumán. En: Puchulu, M., Ibañez, L. y Aceñolaza, G. (Eds.), Geología de Tucumán. 3ra Edición. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán. 185–207.

- Veroslavsky, G. y Martinez, S. 1996. Registros no deposicionales del Paleógeno-Eoceno del Uruguay: Nuevo enfoque para viejos problemas. *Revista Brasileira de Geociências*. I (3): 32-38.
- Walton, W. y Sloan, B. 1990. The genus *Ammonia* Brunnich, 1772: its geographic distribution and morphologic variability. *Journal of Foraminiferal Research*. 20 (2): 128-156.
- Whatley, R. 1988. Population structure of ostracods: some general principles for the recognition of palaeoenvironments. *Ostracoda in the earth sciences*. 245-256.
- Willard, D., Bernhardt, G., Brooks, T., Cronin, T. y Larson, R. 2007. Deglacial climate variability in central Florida, USA. *Palaeogeogr. Palaeoclimateol. Palaeoecol.* 251: 366-382.
- Windhausen, A. 1931. *Geología Argentina, Segunda Parte: Geología Histórica y Regional del Territorio Argentino*. J. Peuser. Eds. 645 pp.
- Würdig, N. 1983. Fresh and brackish-water Ostracodes from the east coast of the State of Rio Grande Do Sul, Brazil. *Applications of Ostracoda. Proc. 8th Int. Symp. Ostracoda*. Houston, Texas, USA.
- Würdig, N. y Freitas, S. 1988. Distribuição espacial e temporal da comunidade de ostrácodes na lagoa Emboaba, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 2: 677-700.
- Würdig, N., Freitas, S. y Fausto, I. 1990. Comunidade de ostracods associada ao bentos e nacrofitas aquatica da lagoa do Gentil, Tramandai, Rio Grande do Sul. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 3: 807-828.

- Yanko, V., Kronfeld, J. y Flexer, A. 1994. Response of benthic foraminifera to various pollution sources: implications for pollution monitoring. *Journal of Foraminiferal Research*. 24:1-17.
- Yanko, V., Ahmad, M. y Kaminski, M. 1998. Morphological deformities of benthic foraminiferal test in response to pollution by heavy metals: implications for pollution monitoring. *Journal of Foraminiferal Research*. 28:177-200.
- Yrigoyen, M. 1969. Problemas estratigráficos del Terciario de Argentina. *Ameghiniana*. 6 (4): 315-329.
- Zabert, L. 1982. *Nonion demens* (Bik). Foraminífero bentónico en el mioceno del Valle de Santa María (Tucumán) y Selva (Santiago del Estero), Argentina. *Actas III Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*. 183-196.
- Zabert, L. y Herbst, R. 1977. Revisión de la microfauna de la Formación Paraná (entre Victoria y Villa Urquiza, provincia de Entre Ríos, República Argentina) con algunas consideraciones estratigráficas. *Facena*. 1: 131-168.
- Zabert, L. y Herbst, R. 1986. Ostrácodos Pleistocénicos del Arroyo Perucho Verna, provincia de Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana*. 23 (2-4): 213-224.



TESIS DOCTORAL

Taxonomía y paleoecología de ostrácodos y foraminíferos
del valle de Santa María (Mioceno Medio-Tardío),
provincias de Catamarca, Tucumán y Salta, Argentina

Verónica Elizabet Espíndola