

ROCHA, ALEJANDRA MAR

Tardigrados urbanos

2014

73924




El presente trabajo para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas fue realizado en el Departamento de Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Química y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto y en el Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de La Pampa, bajo la dirección de la Dra. María C. Claps y la codirección de la Dra. Mabel C. Gualdoni.

Tribunal de Tesis



Dra. Susana B. Alvarez



Dra. Noemí Gari




Dr. Javier Muzón



Dra. María C. Claps
Directora



Dra. Mabel C. Gualdoni
Codirectora



Lic. Alejandra M. Rocha
Doctorando

1 de diciembre de 2014

3024

MFN:	7
Clasif:	7.891

AGRADECIMIENTOS

- ❖ A la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales UNLPam, institución en la que trabajo y la que con su apoyo institucional posibilitó mi perfeccionamiento académico.
- ❖ A la Facultad de Ciencias Exactas Físico-Química y Naturales, U.N.R.C., institución que me permitió llevar a cabo mi carrera de posgrado.
- ❖ A la Municipalidad de la ciudad de Las Rosas y Rafaela, por permitirme llevar a cabo la toma de las muestras.
- ❖ A Anabella Albrecht quien colaboró activamente en la toma de muestras en la ciudad de Rafaela.
- ❖ A mi directora y codirectora, por su tiempo, dedicación, sus aportes, críticas, comentarios y sugerencias durante el desarrollo de esta investigación.
- ❖ A la Comisión Asesora de tesis, por sus sugerencias que aportaron en mejorar el trabajo.
- ❖ A Julio y Cristina por introducirme y caminar juntos en el maravilloso mundo de los tardígrados.
- ❖ A Estela Quirán, quien siempre estuvo presente para alentarme a empezar, seguir y terminar la tesis, a Marita Martín, por su asesoramiento estadístico.
- ❖ A Irene y Yanina, mis queridas compañeras de trabajo siempre dispuestas a alivianar la carga de clases para que pueda dedicarme a mi tesis, a Alejandra por su tiempo en ayudarme con las láminas y mapas.
- ❖ A Gustavo Rossi, por su tiempo y desinterés en sacar “miles” de las fotos de tardígrados.
- ❖ A las hermanas que la vida me regaló, por estar y acompañarme en las alegrías y en los momentos tristes; a Ana, Iola, Nora, Jana, Andrea, Pato.
- ❖ A Valeria mi hermana de la vida, por estar siempre y siempre pendiente y dispuesta a escuchar.
- ❖ A Carla por su ayuda desinteresada y mirada crítica.
- ❖ A mis sobrinas/os quienes con su frescura llenan mi alma de felicidad.

❖ A Alberto Rocha, mi hermano y mi amigo, a quien amo con todo mi alma, quien siempre está pendiente y atento, quien me sostiene, quien hace que a pesar de la distancia física que nos separa, el amor fraternal que nos tenemos permanezca intacto.

❖ A las personas más importantes de mi vida; Mami y Papi, a quienes le debo TODO. Quienes me dieron alas para ser libre, y quienes con su ejemplo de personas de bien, me mostraron el camino del trabajo, de los logros, de los sueños.

❖ A Dios, que siempre me acompaña y guía mi camino.

RESUMEN

El Phylum Tardigrada está integrado por metazoos hidrófilos microscópicos comúnmente llamados "ositos de agua". Su tamaño varía desde 50 a 1200 micras, aunque la mayoría mide entre 200 y 500 micras. El phylum tiene cerca de 1200 especies. El conocimiento de la fauna de tardígrados de Sudamérica ha sido en sus comienzos desarrollado por investigadores europeos, pero sigue siendo aún inadecuado. Hasta el momento se conocen alrededor de 200 especies para Sudamérica y 113 para Argentina. Los tardígrados pueden encontrarse en una gran diversidad de hábitats, y diversos son los factores abióticos que influyen sobre sus poblaciones, las cuales están sujetas a condiciones periódicas de desecación y han demostrado ser sensibles a la calidad del aire. Estos animales son capaces de detectar e indicar contaminantes ambientales por cambios en su ocurrencia, frecuencia y abundancia. Los tardígrados que habitan en ciudades pueden considerarse útiles para determinar el efecto que la urbanización tiene sobre la biota.

El objetivo de este trabajo de tesis estuvo centrado en determinar la composición y distribución de la fauna de tardígrados que crecen sobre árboles en una ciudad pequeña, Las Rosas, y una ciudad mediana-intermedia, Rafaela. Con dicha información se establecieron relaciones entre la presencia de las distintas especies/géneros de tardígrados y las características antropogénicas de los diferentes sitios estudiados en cada ciudad.

En la ciudad de Las Rosas, la fauna de tardígrados estuvo representada por *Echiniscus rufoviridis*, *Paramacrobotus areolatus*, *Ramazzottius oberhaeuseri*, *Milnesium* sp. y el complejo de especies de *Macrobotus*. El complejo de especies de *Macrobotus* fue el que tuvo mayor frecuencia de ocurrencia y parece soportar las condiciones que ofrece la urbanización. A las ya conocidas especies/géneros de la provincia de Santa Fe se agrega para la ciudad de Rafaela el registro del género *Minibiotus*. La riqueza de especies en esa ciudad estuvo distribuida uniformemente en los sitios de alto, mediano y bajo tránsito vehicular. El complejo de especies de *Macrobotus* se mostró como dominante en todos los sitios y tolerante a las condiciones de urbanización de la ciudad de Rafaela.

Si se analiza el uso de la tierra en relación a la abundancia de tardígrados, tanto en la ciudad de Las Rosas como en Rafaela, el sitio urbano en ambas ciudades fue el que evidenció la mayor abundancia de tardígrados. La riqueza encontrada en las ambas ciudades supera lo encontrado en otras ciudades de Argentina.

El complejo de especies *Macrobotus* fue el que mostró tolerancia a la urbanización, el resto de las especies de tardígrados parecen acompañar el proceso de crecimiento urbano o responden negativamente conforme a dicho crecimiento. La presencia de *Echiniscus rufoviridis* en las ciudades estudiadas corrobora la preferencia de ese taxón a las condiciones imperantes en ecosistemas urbanos de la región Neotropical.

Si se analiza a una escala menor y se comparan los mismos tipos de sitios de cada ciudad, el comportamiento diferencial se evidenció en el sitio de mediano tránsito vehicular, presentando los máximos valores de abundancia la ciudad de Las Rosas. Las ciudades estudiadas poseen distinta conformación estructural y funcional, pero a pesar de ello, la riqueza de especies no varió conforme a sus diferencias; por lo cual la homogeneización biótica puede ser percibida en ambas ciudades sin que el tamaño poblacional sea una limitante.

Se espera seguir aportando al conocimiento de la fauna de tardígrados y su relación con el ambiente, como así también aportar datos que ayuden a resolver problemas biogeográficos.

ABSTRACT

The Phylum Tardigrada is composed by microscopic hydrophilic metazoans commonly called "water bears". Its size range from 50-1200 microns, although most of them are between 200 and 500 microns. The phyla is integrated by approximately 1200 species. The study of South American tardigrades has been developed by European researchers at the beginning, but it is still inadequate. So far, 200 species have been described for South America and 113 for Argentina. Tardigrades can be found in a wide variety of habitats, and there are many abiotic factors affecting their populations, which are subjected to periodic drying conditions. They have been also proved to be sensitive to air quality. These animals are able to detect environmental contaminants and indicate changes in their occurrence, frequency and abundance. Tardigrades inhabiting urban areas may be considered useful to determine the effect of urbanization on biota.

The objective of this thesis work focused on determining the composition and distribution of the tardigrade fauna that grow on trees in a small town, Las Rosas (Santa Fe province), and a medium sized city, Rafaela (Santa Fe Province). Many relationships were established between the presence of different species/genera and different degrees of anthropic impacts.

In the city of Las Rosas, tardigrades were represented by *Echiniscus rufoviridis*, *Paramacrobotus areolatus*, *Ramazzottius oberhaeuseri*, *Milnesium* sp. and species of the *Macrobotus* complex. Species of the *Macrobotus* complex was the most widely distributed and they seem to withstand the conditions that urbanization offers. To the already known species/genera of the province of Santa Fe I added the presence of *Minibiotus* genus to the city of Rafaela. Species richness in that city was evenly distributed at sites with high, medium and low traffic. The city of Rafaela also had the *Macrobotus* species complex dominating in all sites. Therefore it is concluded that it can tolerate many degrees of urbanization in the city of Rafaela.

If land use is taken into account, the abundance of tardigrades, both in the city of Las Rosas and Rafaela showed the highest abundance of tardigrades in urban sites. Richness found in the two cities exceeds that found in other cities of Argentina.

Species of the *Macrobotus* complex were the most tolerant to urbanization. Other species of tardigrades seem to accompany the process of urban growth or respond negatively. The presence of *Echiniscus rufoviridis* in both cities corroborates the preference of this taxon to the conditions of urban ecosystems in the Neotropical region.

At a smaller scale, maximum tardigrade abundance was observed in the medium traffic areas of both cities, but was particularly high in the the city of Las Rosas. Species richness did not change according to the different structural and functional conformation of the cities. Therefore, a biotic homogenization can be noted in both cities regardless the population size as a limiting factor.

Is expected to continue contributing to the knowledge of tardigrades distribution and their relationship with the environment, as well as to provide data to help solve biogeographic problems.

Índice general

CAPITULO I.....	11
Introducción y antecedentes del tema de estudio.....	11
1.1. Introducción	12
1.2. Ecosistema urbano	16
1.3. Hipótesis y Objetivos	22
1.3.1. Hipótesis.....	22
1.3.2. Objetivo general.....	22
1.3.3. Objetivos específicos	22
CAPITULO II	23
Materiales y Métodos.....	23
2.1. Ubicación del área de estudio	24
2.1.1. Ciudad de Las Rosas	24
2.1.2. Ciudad de Rafaela	25
2.1.3. Caracterización de las áreas de estudio	27
2.2. Diseño del muestreo	28
2.3. Tratamiento de muestras	29
2.4. Análisis de datos	30
2.4.1. Índices de diversidad utilizados	30
2.4.2. Pruebas estadísticas.....	31
CAPITULO III.....	32
Composición de la fauna de tardígrados de la ciudad de Las Rosas y Rafaela	32
3.1. Especies registradas en las ciudades de Las Rosas y Rafaela	33
3.2. Especie presente sólo en la ciudad de Rafaela	47
CAPITULO IV.....	49
Las Rosas	49
Estructura de las comunidades de tardígrados	49
4.1. Atributos cuantitativos de la taxocenosis de tardígrados	50
4.2. Comportamiento de la abundancia relativa de la fauna de tardígrados a nivel de los distintos grupos/géneros.....	51
4.3. Densidad.....	52
4.4. Índices de diversidad.....	52
4.5. Clasificación de las comunidades de tardígrados.....	54
4.6. Ordenamiento de las comunidades de la fauna de tardígrados	55
4.6.1. Análisis de correspondencia.....	55
4.7 Representación gráfica de la diversidad de tardígrados	55
4.8. Discusión.....	62
CAPITULO V	64
Rafaela	64
Estructura de las comunidades de tardígrados	64
5.1. Atributos cuantitativos de la taxocenosis de tardígrados	65
5.2. Comportamiento de la abundancia relativa de la fauna de tardígrados a nivel de los distintos grupos/géneros.....	66
5.3. Densidad.....	66
5.4. Índices de diversidad.....	67

5.5. Clasificación de las comunidades de tardígrados.....	69
5.6. Ordenamiento de la composición de la fauna de tardígrados	69
5.6.1. Análisis de correspondencia.....	69
5.7. Representación gráfica de la diversidad de tardígrados	70
5.8. Discusión.....	78
CAPITULO VI.....	81
Análisis comparativo de la taxocenosis de tardígrados en la ciudad de Las Rosas y Rafaela.....	81
6.1. Atributos de las comunidades estudiadas.....	82
6.2. Comportamiento de las especies en las distintas escalas de muestreo	82
6.3. Discusión.....	86
CAPITULO VII	88
Los tardígrados en relación al uso de la tierra	88
CAPITULO VIII	93
Consideraciones generales y perspectivas futuras	93
8.1. Consideraciones generales	94
8.2. Perspectivas futuras	95
CAPITULO IX.....	97
Bibliografía	97

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación de las ciudades de Rafaela y Las Rosas.	24
Figura 2. Imágenes satelitales de la ciudad de Las Rosas.	26
Figura 3. Imágenes satelitales de la Ciudad de Rafaela.	27
Figura 4. <i>Echiniscus rufoviridis</i>	34
Figura 5. <i>Milnesium sp. nov.</i>	36
Figura 6. <i>Paramacrobotus areolatus</i>	38
Figura 7. <i>Macrobotus</i> sp ₁	39
Figura 8. <i>Macrobotus</i> sp ₂	40
Figura 9. <i>Macrobotus</i> sp ₃	42
Figura 10. <i>Macrobotus</i> sp ₄	43
Figura 11. <i>Macrobotus</i> sp ₅	45
Figura 12. <i>Macrobotus</i> sp ₆	47
Figura 13. <i>Minibiotus</i> sp.	48
Figura 14. Abundancia de tardígrados en diferentes sectores estudiados de la ciudad de Las Rosas (Santa Fe).	50
Figura 15. Abundancia y diversidad (Shannon-Wiener, Índice de Pielou) de tardígrados entre sitios de muestreo de la ciudad de Las Rosas (Santa Fe).	53
Figura 16. Abundancia y la diversidad (Shannon- Wiener, Índice de Simpson) de tardígrados entre sitios de muestreo de la ciudad de Las Rosas (Santa Fe)	53
Figura 17. Dendrograma representando las relaciones entre sitios basada en la abundancia de tardígrados en la ciudad de Las Rosas (Santa Fe).	54
Figura 18. Análisis de correspondencia de la fauna de tardígrados en relación con los sitios de muestreo de la ciudad de Las Rosas (Santa Fe).	55
Figura 19. Distribución de la abundancia de tardígrados presentes en sitios de alto, medio y bajo tránsito vehicular y zona industrial de la ciudad de Las Rosas.	56
Figura 20. Distribución de abundancia de tardígrados presentes en el sitio rural de la ciudad de Las Rosas.	56
Figura 21. Distribución de la abundancia de tardígrados del género <i>Echiniscus</i> presente en sitios de alto, medio y bajo tránsito y zona industrial de la ciudad de Las Rosas.	57
Figura 22. Distribución de la abundancia de tardígrados del género <i>Echiniscus</i> presente en el sitio rural de la ciudad de Las Rosas.	57
Figura 23. Distribución de la abundancia de tardígrados del género <i>Milnesium</i> presente en sitios de alto, medio y bajo tránsito y zona industrial de la ciudad de Las Rosas.	58
Figura 24. Distribución de la abundancia de tardígrados del género <i>Milnesium</i> presente en el sitio rural de la ciudad de Las Rosas.	58
Figura 25. Distribución de la abundancia de tardígrados del género <i>Paramacrobotus</i> presente en sitios de alto, medio y bajo tránsito y zona industrial de la ciudad de Las Rosas.	59
Figura 26. Distribución de la abundancia de tardígrados del género <i>Paramacrobotus</i> presente en el sitio rural de la ciudad de Las Rosas.	59
Figura 27. Distribución de la abundancia de tardígrados del género <i>Macrobotus</i> presente en sitios de alto, medio y bajo tránsito y zona industrial de la ciudad de Las Rosas.	60
Figura 28. Distribución de la abundancia de tardígrados del género <i>Macrobotus</i> presente en el sitio rural de la ciudad de Las Rosas.	60

Figura 29. Riqueza, abundancia e índices de diversidad de tardígrados en relación al tipo de uso de la tierra (urbano-rural) en la ciudad de Las Rosas.....	61
Figura 30. Abundancia de tardígrados en diferentes sectores estudiados de la ciudad de Rafaela (Santa Fe) en el muestreo correspondiente a primavera.....	65
Figura 31. Abundancia y diversidad (Shannon-Wiener, Índice de Pielou) de tardígrados entre sitios de muestreo de la ciudad de Rafaela (Santa Fe).....	68
Figura 32. Abundancia y diversidad (Shannon-Wiener, Índice de Simpson) de tardígrados entre sitios de muestreo de la ciudad de Rafaela (Santa Fe).....	68
Figura 33. Dendrograma representando las relaciones entre sitios basada en la abundancia de la fauna de tardígrados en la ciudad de Rafaela (Santa Fe).....	69
Figura 34. Análisis de correspondencia de la fauna de tardígrados en relación con los sitios de muestreo de la ciudad de Rafaela (Santa Fe).....	70
Figura 35. Distribución de la abundancia de tardígrados presentes en sitios de alto, medio y bajo tránsito y zona industrial de la ciudad de Rafaela.....	71
Figura 36. Distribución de la abundancia de tardígrados presentes en el sitio rural de la ciudad Rafaela.....	71
Figura 37. Distribución de la abundancia del género <i>Echiniscus</i> presente en sitios de alto, medio y bajo tránsito y zona industrial de la ciudad de Rafaela.....	72
Figura 38. Distribución de la abundancia del género <i>Echiniscus</i> presente en el sitio rural de la ciudad Rafaela.....	72
Figura 39. Distribución de la abundancia de tardígrados del género <i>Milnesium</i> presente en sitios de alto, medio y bajo tránsito y zona industrial de la ciudad de Rafaela.....	73
Figura 40. Distribución de la abundancia del género <i>Milnesium</i> presente en el sitio rural de la ciudad Rafaela.....	73
Figura 41. Distribución de la abundancia de tardígrados del género <i>Macrobiotus</i> presente en sitios de alto, medio y bajo tránsito y zona industrial de la ciudad de Rafaela.....	74
Figura 42. Distribución de la abundancia del género <i>Macrobiotus</i> presente el sitio rural de la ciudad Rafaela.....	74
Figura 43. Distribución de la abundancia de tardígrados del género <i>Paramacrobiotus</i> presente en sitios de alto, medio y bajo tránsito y zona industrial de la ciudad de Rafaela.....	75
Figura 44. Distribución de la abundancia de tardígrados del género <i>Paramacrobiotus</i> presente en el sitio rural de la ciudad Rafaela.....	75
Figura 45. Distribución de la abundancia de tardígrados del género <i>Minibiotus</i> presente en el sitio rural de la ciudad Rafaela.....	76
Figura 46. Riqueza, abundancia e índices de diversidad de tardígrados en relación al tipo de uso de la tierra (urbano-rural) en la ciudad de Rafaela.....	77
Figura 47. Abundancia de tardígrados en diferentes sectores de las ciudades analizadas.....	82
Figura 48. Variación de la abundancia de <i>Milnesium</i> sp.; a; entre las ciudades de Rafaela y Las Rosas, b; entre los sitios de la ciudad de Rafaela; c; variación entre los sitios de la ciudad de Las Rosas.....	83
Figura 49. Variación de la abundancia de <i>Macrobiotus</i> spp.; a; entre las ciudades de Rafaela y Las Rosas, b; entre los sitios de la ciudad de Rafaela; c; variación entre los sitios de la ciudad de Las Rosas.....	84

Figura 50. Variación de la abundancia de <i>Paramacrobotus</i> spp.; a; entre las ciudades de Rafaela y Las Rosas, b; variación entre los sitios de la ciudad de Rafaela y de Las Rosas.	85
Figura 51. Variación de la abundancia de <i>Echiniscus rufoviridis</i> .; a; entre las ciudades de Rafaela y Las Rosas , b; variación entre los sitios de la ciudad de Rafaela, c: variación entre los sitios de la ciudad de Las Rosas.	85
Figura 52. Abundancia de tardígrados en relación al uso de la tierra en la ciudad de Rafaela y Las Rosas.	91

Índice de tablas

Tabla 1. Variables climáticas, socio-económicas de las localidades analizadas.	27
Tabla 2. Índices de diversidad	30
Tabla 3. Dimensiones en μm y valor de pt de estructuras con valor taxonómico de <i>Milnesium</i> sp. nov.	36
Tabla 4. Dimensiones en μm y valor de pt de estructuras con valor taxonómico de <i>Paramacrobotus areolatus</i>	37
Tabla 5. Dimensiones en μm y valor de pt de algunas estructuras con valor taxonómico de <i>Macrobotus</i> sp ₁	39
Tabla 6. Dimensiones en μm y valor de pt de algunas estructuras con valor taxonómico de <i>Macrobotus</i> sp ₂	41
Tabla 7. Dimensiones en μm y valor de pt de algunas estructuras con valor taxonómico de <i>Macrobotus</i> sp ₃	43
Tabla 8. Dimensiones en μm y valor de pt de algunas estructuras con valor taxonómico de <i>Macrobotus</i> sp ₅	44
Tabla 9. Dimensiones en μm y valor de pt de algunas estructuras con valor taxonómico de <i>Macrobotus</i> sp ₆	46
Tabla 10. Abundancia relativa de tardígrados en los distintos sitios analizados en la ciudad de Las Rosas (Santa Fe)	51
Tabla 11. Densidad media de tardígrados en cada sitio de muestreo de la ciudad de Las Rosas (Santa Fe).	52
Tabla 12. Valores de los índices de diversidad de tardígrados: Índice de Shannon-Wiener (H'), Índice de Pielou (J') e Índice de Simpson ($1/D$) en cada sitio de muestreo de la ciudad de Las Rosas (Santa Fe)	53
Tabla 13. Abundancia relativa de tardígrados en los distintos sitios analizados en la ciudad de Rafaela (Santa Fe).	66
Tabla 14. Densidad media de tardígrados en cada sitio de muestreo de la ciudad de Rafaela (Santa Fe)	67
Tabla 15. Valores de los índices de diversidad de tardígrados: Índice de Shannon-Wiener (H'), Índice de Pielou (J') e Índice de Simpson ($1/D$) en cada sitio de muestreo de la ciudad de Rafaela (Santa Fe).	68
Tabla 16. Riqueza de especies de tardígrados en áreas urbanas y no urbanas del mundo.	88

CAPITULO I

Introducción y antecedentes del tema de estudio

1.1. Introducción

El Phylum Tardigrada está integrado por metazoos hidrófilos microscópicos comúnmente llamados “ositos de agua”. Presentan simetría bilateral, cuatro pares de patas usualmente terminadas en uñas. El cuerpo está dividido en cabeza, tronco, en el que se ubican tres pares de patas a cada lado y un extremo caudal con el cuarto par de patas, dirigido posteriormente. El tamaño varía desde 50 a 1200 micras, aunque la mayoría mide entre 200 y 500 micras. La boca tiene posición frontal o levemente subventral y, en torno a ella pueden encontrarse cirros, papilas, y otros apéndices sensoriales. Los tardígrados están cubiertos por una fina cutícula: en la mayoría puede ser lisa u ornamentada (“tardígrados desnudos”) mientras que en otros la cutícula dorsal y a veces también la ventral se engrosa formando placas segmentarias simétricas (tardígrados armados o acorazados), siendo permeable al agua, iones, colorantes y gases. Presentan un número fijo de células, por lo que son considerados eutélicos.

El crecimiento corporal se produce a través de sucesivas mudas (6 a 13) en las que se reemplazan las partes esclerosadas del cuerpo. Los tardígrados son gonocoristas anfimícticos, aunque los hay partenogénéticos y hermafroditas.

Hasta el momento, se han descrito cerca de 1200 especies (Guidetti & Bertolani, 2005; actualizada en 2009 por Degma *et al.*, 2009–13). Están representados en el registro fósil desde el Cretácico (Cooper, 1964).

Su posición filogenética tuvo diferentes interpretaciones durante el último siglo. Recientes estudios morfológicos (Nielsen 2001; Brusca & Brusca 2003) colocan a los tardígrados dentro de los Panarthropoda (Arthropoda + Onychophora + Tardigrada). Análisis filogenéticos sobre secuencias 18S rDNA (Garey *et al.*, 1996; Giribet *et al.*, 1996; Moon & Kim, 1996; Min *et al.*, 1998; Aguinaldo *et al.*, 1997; Zrzav *et al.*, 1998; Giribet *et al.*, 2000; Giribert & Wheeler, 2000; Peterson & Eernisse, 2001; Mallatt *et al.*, 2004), genes de factor elongación (EF2, EF-1) (Regier & Schultz, 1998; 2001) y ARN polimerasa mitocondrial (ARNpolIII) (Shultz & Regier, 2000) confirman las relaciones filogenéticas existentes entre tardígrados y artrópodos. Actualmente están incluidos en el clado de los Edysozoa (Aguinaldo *et al.*, 1997; Garey, 2001) junto con otros animales que mudan: artrópodos, onicóforos, nemátodos, nematomorfos, quinorrincos, loricíferos y priapulidos.

En base a los caracteres morfológicos se reconocen dos clases dentro del filum, definidas principalmente por: 1) la presencia de un gonoporo y ano separado en Heterotardigrada, 2) la presencia de una cloaca y tubos de Malpighi en Eutardigrada y 3) diferente forma y naturaleza de las estructuras esclerotizadas dentro de la faringe, entre los dos taxa mencionados (Guidetti *et al.*, 2005).

La identificación de las especies se basa en los siguientes caracteres diagnósticos: 1) la estructura del tubo bucal (Pilato 1972; 1973; 1974; Schuster *et al.*, 1980); 2) la forma de las apófisis del tubo bucal (Pilato 1987); 3) los índices *pt*, *ptd*, *pbf* (Pilato 1981; Pilato & Binda 1997/1998; Pilato *et al.*, 2002a); 4) tipo de órganos de los sentidos presentes (Guidetti *et al.*, 2005); 5) estructura del sistema reproductivo (Guidetti *et al.*, 2005); 6) presencia o no de placa cuticular dorsal y ventral (Kristensen 1987); 7) las ornamentaciones de los huevos usando microscopio electrónico de barrido (Toftner *et al.*, 1975; Bertolani 1981; Biserov 1990a; 1990b; Bertolani & Rebecchi 1993; Bertolani & Biserov 1996); 8) la ultraestructura de los espermatozoides (Guidi & Rebecchi 1996; Rebecchi 2001; Rebecchi *et al.*, 2003) y 9) la ultraestructura de la cutícula (Kristensen & Neuhaus 1999; Guidetti *et al.*, 2000).

Pueden encontrarse en una gran diversidad de hábitats, en ambientes marinos, dulceacuícolas y terrestres, donde el agua libre esté disponible: en musgos, líquenes, hojarasca y suelo, y como parte del zoobentos, viviendo sobre sedimentos, matas de algas y plantas sumergidas y en los intersticios de la arena (Ramazzotti & Maucci 1983). Muchas especies tienen distribución cosmopolita, aunque algunas son endémicas.

Diversos son los factores abióticos que influyen sobre las poblaciones de tardígrados: temperatura, precipitaciones, humedad, disponibilidad de oxígeno, pendiente, exposición (sol o viento), tipo de sustrato, altitud, contaminación del aire, entre otros.

Los tardígrados terrestres son integrantes importantes de la biota de microhábitats expuestos a recurrentes desecaciones, incluyendo musgos y líquenes que se apoyan en sustratos tales como piedras, troncos de árboles. Los tardígrados que viven en esos microhábitats tienen la capacidad de tolerar la desecación y entrar en un estado criptobiótico. El factor que influye para la entrada en ese estado es la deshidratación, esta forma de criptobiosis se denomina específicamente anhidrobiosis: fenómeno de

latencia caracterizado por una reducción en el metabolismo 600 veces menor al normal, cesación de crecimiento y reproducción y por una gran tolerancia a resistir condiciones extremas como radiaciones, congelamiento, ausencia de oxígeno, enormes cambios de presión. Este proceso comienza con la contracción de la cabeza y patas y una lenta pérdida del agua corporal. Se produce pérdida de glucógeno y lípidos mientras que aumenta la cantidad de glicerol. En ese estado los tardígrados pueden sobrevivir años hasta que las condiciones del ambiente sean las óptimas para la reactivación. Esa habilidad es también compartida con otros organismos meiofaunales que habitan en el mismo microhábitat como nemátodos y rotíferos.

Los tardígrados sujetos a condiciones periódicas de desecación han demostrado ser sensibles a la calidad del aire y al mismo tiempo, sus poblaciones se han demostrado cualitativamente estables a largo plazo por lo que podrían ser utilizados como un sistema ecológico para predecir efectos de la contaminación del aire (Steiner, 1994 b). Cambios en la densidad poblacional han sido correlacionados con regímenes de temperatura y humedad (Franceschi *et al.*, 1962/63; Morgan, 1977; Briones *et al.*, 1997). Estos animales son capaces de detectar e indicar contaminantes ambientales por cambios en su ocurrencia, frecuencia y abundancia. La briofauna, la cual toma nutrientes desde los musgos es capaz de indicar los efectos biológicos de contaminantes como DDT, metales pesados, dióxido de sulfuro depositados sobre o en los musgos (Vargha *et al.*, 2002).

El conocimiento de la fauna de tardígrados de Sudamérica ha sido en sus comienzos desarrollado por investigadores europeos, pero sigue siendo aún inadecuado. Cabe citar los trabajos de la fauna de Venezuela (Nelson *et al.*, 1982; Grigarick *et al.*, 1983), de Brasil (Marcus, 1944; Pilato *et al.*, 2004), de Perú (Murray 1913; Nickel *et al.*, 2001; Pilato *et al.*, 2004; Michalczyk & Kaczmarek 2006), Bolivia (Murray, 1913), de Chile (Ramazzotti 1964; Nelson *et al.*, 1987; Maucci 1988; Pilato & Binda 1990; Michalczyk & Kaczmarek 2005) y Ecuador (Pilato *et al.*, 2002^a, 2003, 2004; Pilato, 2007).

Nuestro país cuenta con escaso número de investigadores en la temática, pueden mencionarse trabajos esporádicos efectuados por varios especialistas provenientes del hemisferio norte, sobre todo con la fauna de Antártida (McInnes & Ellis Evans 1987; Dastych 1984; Dastych & McInnes 1996; Dastych, 1999) y Patagonia (Maucci, 1988;

Binda & Pilato 1990; Pilato & Binda 1990; Pilato & Binda, 1996; Pilato & Patané 1997; Pilato *et al.*, 1998; Binda & Pilato 1999^a, 1999b; Dastych, 2000; Binda & Pilato 2000; Pilato *et al.*, 2003, Kaczmarek & Michalczyk, 2009) con la descripción de varias especies nuevas para la ciencia.

En lo referente a las contribuciones de investigadores locales, Claps & Rossi, llevaron a cabo diversos estudios de tardígrados muscícolas y dulceacuícolas en distintas regiones del país (Claps & Rossi 1984a, 1984b, 1988, 1997; Claps *et al.*, 2008; Rossi & Claps 1980, 1989, 1991; Rossi *et al.*, 2009). Estudios sistemáticos de la fauna de tardígrados urbanos de Argentina se deben a Moly de Peluffo *et al.*, (1999; 2003; 2006); Peluffo *et al.*, (2000, 2002a y b, 2006a, 2006b, 2007, 2009a, 2009b); Rocha (2012); Rocha & Claps (2010, 2012), Rocha & Blanco (2013), Rocha *et al.*, (2002; 2007, 2010, 2011); Fernández *et al.*, (2003, 2006). A pesar de todos los trabajos mencionados puede considerarse que siguen siendo escasos. Nickel *et al.*, (2001), Pilato *et al.*, (2003) y Guidetti *et al.*, (2013) lo confirman cuando atribuyen que las falencias en comprender la distribución y diversidad de tardígrados se deben al limitado conocimiento que hay de la fauna sudamericana. Hasta el momento alrededor 200 especies se han descrito para Sudamérica y 113 para Argentina.

Los tardígrados limnoterrestres han sido considerados anteriormente no aptos para estudios biogeográficos. Esta opinión, sostenida por Ramazzotti & Maucci (1983), se ha apoyado en la escasez de datos disponibles en general y especialmente de las especies de localización geográfica restringida y en los mecanismos de dispersión pasiva que contribuirían a homogeneizar la distribución, dando lugar a numerosas especies cosmopolitas. Pilato & Binda (2001), por el contrario, utilizando datos más recientes, consideran que las especies cosmopolitas en realidad son pocas ya que en varios casos lo que parecía ser una sola especie cosmopolita ha resultado ser un grupo o complejo de especies, de las que una (la especie basal) o pocas son cosmopolitas y las otras tienen una distribución restringida. Por ello y por características como la evolución lenta de los tardígrados, estos autores concluyen que dichos organismos pueden ser usados para resolver problemas biogeográficos, al menos a nivel continental.

El relevamiento de animales que habitan en áreas urbanas, periurbanas y rurales puede, entre otras cosas, contribuir al conocimiento de rangos de tolerancia de las especies a determinadas condiciones ambientales (Séméria, 1981), como por ejemplo

relaciones entre las especies y las diferentes condiciones ambientales, tales como humedad, desecación, exposición al sol, calidad del aire. Algunos autores proponen el uso de esta fauna como un indicador biológico para medir niveles de contaminación aérea (Meininger *et al.*, 1985; Steiner, 1994c). Al mismo tiempo es necesario indagar acerca del papel que juega la urbanización sobre la biota que habita ecosistemas urbanos.

1.2. Ecosistema urbano

Las ciudades son sistemas ecológicos dinámicos y complejos, dominados por humanos; siendo ellos los que crean patrones ecológicos distintivos, disturbios y efectos sutiles (McDonnell & Pickett, 1990; Alberti, 2010).

Los ecosistemas urbanos difieren de otros ecosistemas de diversas maneras (Rebele, 1994; Trepl, 1995; Sukopp, 1990; Niemälä, 1999a, Collins *et al.*, 2000). Ecologistas han descrito la ciudad como un ecosistema heterótrofo, altamente dependiente de los insumos externos de energía y materia y con una gran capacidad de absorber sus emisiones y residuos (Odum, 1997; Duvigneaud, 1974; Boyden *et al.*, 1981; Collins *et al.*, 2000). Si se compara un ecosistema "natural" que tiene un presupuesto de energía típico que oscila entre 1.000 y 10.000 Kcal m⁻² año⁻¹ con las ciudades, éstas consumen una cantidad mucho mayor de energía. El presupuesto de un ecosistema urbano en un país industrializado puede oscilar entre 100.000 y 300.000 Kcal m⁻² año⁻¹ (Odum, 1997).

Más de la mitad de la población mundial vive en ciudades (Tratalos *et al.*, 2007). Como consecuencia de ello, se produce un aumento de las actividades antropogénicas en donde la agricultura, la silvicultura y urbanización provocan cambios significativos en el ambiente y crean mosaicos de tipos de tierra modificadas, que exhiben patrones similares en todo el mundo (Magura *et al.*, 2008). El incremento de la urbanización modifica radicalmente la ecología del paisaje. Los efectos se traducen en la alteración del hábitat (pérdida y la fragmentación de la vegetación natural) y la creación de nuevos tipos de hábitat (Davis 1978; Niemälä 1999b, Pullin, 2002; Miyashita *et al.*, 1998; Gibbs & Stanton, 2001; Suárez & Case, 2002), cambios de los flujos de recursos tales como reducción de la producción primaria neta, aumento de la temperatura regional y

degradación de la calidad del aire y el agua (Rebele, 1994; Donovan *et al.*, 2005; Bonan, 2000). La alteración de la composición de las especies, la diversidad de especies y las proporciones de exóticas son también efectos producidos por la urbanización (Davis 1978; Ruszczyk & de Araujo, 1992; Rebele, 1994; Roy *et al.*, 1999; Hardy & Dennis, 1999; McKinney, 2002). El uso de la tierra dentro del ecosistema urbano incrementa las superficies impermeables, afectando procesos geomorfológicos e hidrológicos y cambios en el flujo del agua, nutrientes y sedimentos.

Acciones humanas han transformado del 30 al 50% de la superficie de la Tierra y han cambiado los ecosistemas más rápidamente durante los últimos 50 años que en otro período de la historia de la humanidad y como consecuencia, se ha producido una modificación irreversible de la biodiversidad (Turner *et al.*, 1990; Alberti, 2005). Estudios ecológicos evidencian que estos cambios drásticos se pueden atribuir al incremento en la heterogeneidad del paisaje y transformación de la energía (Alberti, 2010).

En términos de metabolismo energético, las ciudades son “*hot spots*” sobre la superficie de la biosfera (Odum, 1997). Asimismo, la concentración de aire poluido proveniente de la intensidad del tránsito automotor, es una consecuencia del desarrollo de las áreas pobladas. Dichas áreas modifican el microclima y calidad del aire por alterar la naturaleza de la superficie de la tierra y generar grandes cantidades de calor. Las islas de calor actúan como trampas para contaminantes atmosféricos y es quizás el ejemplo mejor conocido de modificación del clima (Horbert *et al.*, 1982; Oke, 1987).

Los disturbios provocados por la presencia humana y las actividades que genera modifican grandemente la biota. Se producen así extinciones locales y se posibilita la expansión de especies foráneas. Ello lleva a lo que se ha designado como “homogenización biótica” (McKinney & Lookwood, 1999; Olden & Poff, 2003; Olden & Rooney, 2006; Rooney *et al.*, 2007). Este proceso, atribuido a las mencionadas fuerzas de intervención del hombre en todos los ambientes, adquiere su máxima intensidad y extensión con la urbanización, la que se ha considerado una de las más homogenizantes de las actividades humanas (McKinney, 2008).

Un complejo conjunto de factores sociales, políticos, económicos, institucionales y biofísicos impulsa la urbanización y afecta cuándo, dónde, cómo y a qué ritmo urbano

avanza el desarrollo. Por lo tanto debe considerarse que las ciudades evolucionan como parte de la historia natural y social de la humanidad (Alberti, 2010).

El centro (*downtown*) de las ciudades es generalmente el más afectado, si bien mantiene parches de hábitats naturales, éstos suelen ser más disturbados, manejados y fragmentados que las áreas suburbanas y rurales (Magura *et al.*, 2008). Tales gradientes urbano-rural representan la intensidad de daño debido a la influencia humana; característico de muchas ciudades en todo el mundo. A pesar de la prevalencia y la aceleración de la urbanización y el hecho de que la misma está considerada como una de las causas principales de la pérdida de la biodiversidad, poco se sabe acerca de si los cambios causados por la urbanización afectan a la biodiversidad de manera similar en todo el mundo (Niemelä *et al.*, 2000).

La dinámica de cobertura y uso de la tierra están en el núcleo de los cambios ecosistémicos dentro del ambiente urbano, que aportan significativamente a la heterogeneidad del mismo. La heterogeneidad del paisaje es un fenómeno espacial causado, justamente, por la variación en las condiciones ambientales. A su vez, afecta a las interacciones entre los parches, la biodiversidad y los procesos ecosistémicos (flujos de energía, reciclaje de nutrientes y la producción primaria). La heterogeneidad del paisaje se manifiesta como patrones discretos y a múltiples escalas espaciales, y es importante a nivel de poblaciones, comunidades y ecosistemas.

El desarrollo urbano afecta tanto la estructura del hábitat y los procesos que controlan los patrones de la diversidad y la abundancia de especies, incluyendo las interacciones entre especies, el microclima y la disponibilidad de los recursos naturales (Rebele, 1994; McDonnell *et al.*, 1997; Pickett *et al.*, 2001; Shochat *et al.*, 2006). Por lo tanto, la comprensión de patrones de paisaje urbano es fundamental para la integración del estudio de los procesos ecosistémicos a múltiples escalas.

La urbanización es considerada como una forma de perturbación ambiental. Hay varias hipótesis para explicar los efectos de la perturbación sobre comunidades bióticas. La primera, y la más conocida, es la hipótesis de disturbio intermedio (Connell, 1978) que postula que el más alto nivel de la diversidad se alcanza con los niveles intermedios de perturbación. Como una alternativa, la hipótesis creciente de disturbio sugiere que la riqueza de especies disminuye monótonamente con el aumento del nivel

de las perturbaciones (Gray, 1989). Como la creciente perturbación afecta principalmente a las especies especialistas, la hipótesis de especialistas de hábitat postula que la diversidad de las especies especialistas debería disminuir a medida que el nivel de perturbación aumenta (Magura *et al.*, 2004 & Magura *et al.*, 2008).

El efecto de la urbanización puede ser ilustrado a través de investigaciones de los cambios bióticos a lo largo de un gradiente urbano-rural (McDonnell *et al.*, 1997; Niemelä, 1999a; Niemelä *et al.*, 2000, Magura *et al.*, 2013). Muchos estudios se han concentrado en las zonas naturales, pero muy pocos se han focalizados en ambientes urbanos. Aunque algunos ecólogos urbanos contemplan la distribución de las especies en ciudades, pocos estudios examinan en profundidad la importancia de la relación espacial sobre las poblaciones animales y plantas urbanas. La tasa de dispersión, cambios genéticos, relación fuente-sumidero y otros aspectos comunes se estudian en paisajes naturales, siendo más bien desconocidos en ambientes urbanos.

Dentro del ambiente urbano los invertebrados presentan una serie de ventajas para caracterizar a dicho ambiente dado que; 1) son un grupo diverso que dan un buen indicio de la biodiversidad general de un área; (2) Debido a los tiempos de generación rápida ellos pueden responder en poco tiempo a las perturbaciones antropogénicas del suelo y la vegetación; (3) Son fáciles de muestrear y no son objeto de controversia en la opinión pública; (4) Están presentes en muchos niveles tróficos; (5) Son importantes en términos de la sociología, agronomía y la economía en hábitats bajo cambios antropogénicos (Jones *et al.*, 2012). Además, McIntyre *et al.*, (2001) también observaron que los invertebrados son importantes en el ciclo de la materia orgánica, reciclaje de nutrientes, la aireación del suelo y la polinización. Por lo tanto, influyen en la función ecosistémica de las zonas urbanas. Además, los invertebrados actúan como una fuente de alimento para los niveles tróficos superiores y modificaciones en su abundancia pueden influir sobre esos organismos (Jones & Paine, 2006). Como sostienen algunos investigadores (Zapparoli, 1997; Cameron & Cuero, 2012) los invertebrados actúan como buenos bioindicadores en comparación con muchos otros grupos de animales.

Escaso es el conocimiento sobre el papel que cumple la matriz urbana como un hábitat y la forma en que ésta afecta a las especies. Las ciudades y sus alrededores proveen de un buen diseño experimental, en el cual el gradiente urbano-rural puede ser

utilizado para estudiar el impacto de los humanos sobre el ambiente (McDonnell & Pickett, 1990; McDonnell *et al.*, 1997). Por otra parte, proporcionan un excelente laboratorio para poner a prueba hipótesis sobre fenómenos emergentes humano-ecológicos (Alberti *et al.*, 2003) y así profundizar, dilucidar e interpretar los efectos que actúan en detrimento de la biodiversidad, como también acerca de los “procesos” que regulan a la misma. El estudio de fauna de tardígrados y sobre todo de tardígrados que habitan en ciudades y sus alrededores resulta conveniente para realizar esas comprobaciones. Jönsson (2003), sostiene que los factores que limitan la distribución y abundancia de las especies de tardígrados no han sido analizados en forma extensa. Es necesario producir conocimiento de base del ambiente urbano, para así planificar, diseñar y desarrollar acciones de manejo en un ambiente modificado por el hombre. Es imprescindible entender la complejidad de las interacciones ecológicas y cómo ellas varían en relación a la urbanización.

Considerando la problemática planteada, este trabajo de tesis incrementará el conocimiento de la fauna de tardígrados de la región Neotropical y aportará información de una nueva región de Argentina, lo que posibilitará comprender más acabadamente acerca de los mismos a una escala mayor. El estudio de la taxocenosis de los tardígrados en la provincia de Santa Fe, contribuirá al conocimiento de la variabilidad intraespecífica, lo que brindará herramientas para la descripción y diferenciación de las especies de tardígrados y las variaciones poblacionales. Sumado a lo anteriormente mencionado, el estudio de los tardígrados que habitan áreas urbanas-rurales brindará información de cómo se comportan estos organismos en respuesta a los distintos usos de la tierra.

Hipótesis y Objetivos

1.3. Hipótesis y Objetivos

1.3.1 Hipótesis

1. El grado de uso de la tierra incide en la diversidad, riqueza, abundancia de especies y el patrón de distribución de la fauna de tardígrados que habitan en musgos y/o líquenes están en relación directa con el grado de uso de la tierra.
2. Las áreas periurbanas y rurales son las que presentan la mayor riqueza de especies de tardígrados mientras que en el área urbana, con alto tránsito vehicular y en el área industrial se registra la menor riqueza.
3. La urbanización actúa como un efecto homogeneizante de la biota, lo que se manifiesta a partir de cierto tamaño poblacional.

1.3.2. Objetivo general

Los objetivos de esta investigación estuvieron centrados en determinar la composición y distribución de la fauna de tardígrados que crecen sobre árboles en una ciudad pequeña, Las Rosas, y una ciudad mediana-intermedia, Rafaela. Con dicha información se establecieron relaciones entre la presencia de las distintas especies/géneros y las características ambientales y/o antropogénicas, para verificar la potencial utilización de los tardígrados como indicadores del estado de salud o conservación del medio ambiente.

1.3.3. Objetivos específicos

- Determinar la riqueza, abundancia y densidad relativa de los tardígrados.
- Estimar la diversidad a través de diferentes índices.
- Elaborar mapas con la distribución de la fauna de tardígrados.
- Confeccionar un mapa de integración de las variables antes mencionadas en relación con el gradiente urbano-rural.
- Definir similitudes y diferencias entre ambas ciudades, en relación con los datos obtenidos.
- Determinar si existe efecto homogeneizante en las ciudades con diferente tamaño poblacional.

CAPITULO II

Materiales y Métodos

2.1. Ubicación del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en dos ciudades de la provincia de Santa Fe: Las Rosas y Rafaela (Fig. 1). Ambas se encuentran ubicadas en la región Pampeana. Se diferencian por el número de habitantes y consecuentemente por las actividades humanas que impactan en el medio urbano. Las actividades económicas que se desarrollan son preponderantemente agrícola e industrial.

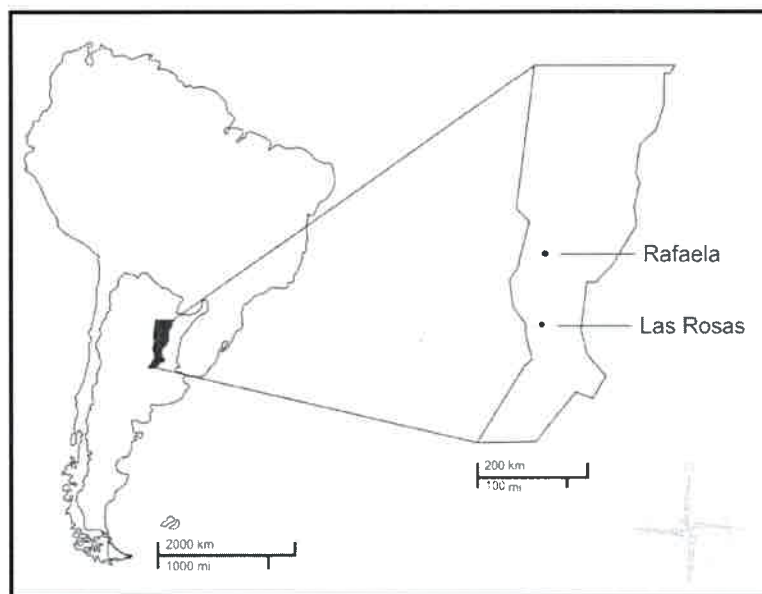


Figura 1. Ubicación de las ciudades de Rafaela y Las Rosas.

2.1.1. Ciudad de Las Rosas

Ubicada en el sur-oeste de la provincia de Santa Fe ($32^{\circ} 29' S$ y $61^{\circ} 34' O$), a 109 msnm. Fitogeográficamente, se ubica en la Provincia Pampeana, distrito Uruguayense (Cabrera, 1994). Pequeña ciudad cabecera del departamento Belgrano que dista 120 km de la ciudad de Rosario, al SE. El último censo (2010) registró un total de 15.315 habitantes. De acuerdo a Llop Torné & Bellet Sanfeliu (1999) puede ser definida como una ciudad pequeña (hasta 20.000 habitantes). El clima es templado cálido, con precipitaciones anuales de 920 mm, temperaturas máxima promedio de $29^{\circ} C$ y mínima $4^{\circ} C$ y con vientos predominantes del NE.

La ciudad si bien no se dispone en un damero perfecto, la circulación es entorno a una plaza central de una manzana de extensión. La geografía urbana es homogénea,

regular excepto en la zona Este donde las calles se hacen diagonales siguiendo el sentido de las vías del tren, promoviendo una fisonomía diferente a una pequeña zona de la ciudad. Su ejido se divide en un total de 10 barrios. La ciudad cuenta con una terminal de ómnibus ubicada en pleno centro de la ciudad y recibe alrededor de 18 viajes diarios (Municipalidad de Las Rosas, com. pers.).

La ciudad cuenta con fábricas, en su mayoría dedicadas a la producción metal-mecánica. El parque automotriz está compuesto por 6720 vehículos (Municipalidad de Las Rosas, com. pers.).

El departamento Belgrano posee una superficie de 2360 km² y tiene 145.111 ha destinadas a la actividad agrícola. La ciudad de Las Rosas ocupa 6 km² y 45.158 ha están dedicadas a la explotación agrícola. En el área rural, el 80% de las tierras son trabajadas por sus propietarios y en las mismas utilizan fertilizantes inorgánicos (Ministerio de Economía, Secretaria de Planificación y Política Económica, Gob. de Santa Fé 2013).

2.1.2. Ciudad de Rafaela

Ubicada en el centro oeste de la provincia de Santa Fe (31° 15' S y 61° 21' O), a una altitud de 100 msnm. Pertenece a la provincia del Espinal, distrito del Algarrobo (Cabrera 1994). De acuerdo a los últimos datos censales del año 2010, la ciudad cuenta con 105.000 habitantes y con una densidad poblacional de 635,58 hab./km². De acuerdo a Llop Torné & Bellet Sanfeliu (1999) puede ser definida como una ciudad mediana o intermedia (20.000- 200.000 habitantes). El clima de Rafaela es templado, con estaciones poco definidas. La temperatura varía entre los 5,75° de mínima promedio histórico de julio, el mes más frío, hasta los 31,6° de máxima promedio histórico de enero, el mes más cálido. El promedio anual de precipitaciones es de 951 mm. Los vientos preponderantes de la región son el viento norte, seco y sofocante, el pampero o *viento sur*, frío, seco y violento que sopla del SO y la sudestada, que es un viento húmedo.

La disposición de la ciudad es en damero, con una plaza central de cuatro manzanas de extensión y cuatro bulevares que nacen en ella. La geografía urbana es homogénea, excepto en la zona donde las calles se hacen diagonales, promoviendo una

fisonomía diferente a una amplia zona de la ciudad. Su ejido se divide en un total de 37 barrios y un microcentro. La ciudad cuenta con 6 líneas de colectivos del transporte público urbano de pasajeros, y la terminal de ómnibus recibe alrededor de 170 viajes diarios.

La ciudad de Rafaela se destaca por su producción industrial metal-mecánica y láctea. Se encuentra en el corazón de la cuenca lechera, la más grande de Sudamérica, constituyéndose en su principal capital (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca Gob. de Santa Fe 2013). Adicionalmente, las otras actividades de importancia son la agricultura y la ganadería. Rafaela cuenta con un parque industrial activo y en franca expansión (Ministerio de Economía, Secretaría de Planificación y Política Económica, Gob. de Santa Fe 2013).

El parque automotriz está compuesto por 48.000 vehículos (Municipalidad de Rafaela, [com.pers.](#)).

La ciudad de Rafaela se encuentra dentro del departamento Castellanos, ocupando una superficie de 156 km². Dicho departamento utiliza 237.487 ha. en la explotación agrícola. En el área rural el 90% de las tierras son trabajadas por sus propietarios y en las mismas se utilizan fertilizantes inorgánicos (Ministerio de Economía, Secretaría de Planificación y Política Económica, Gob. de Santa Fe).



Figura 2. Imágenes satelitales de la ciudad de Las Rosas. Ubicación de los puntos de muestreo en sitios de alto tránsito, mediano tránsito, bajo tránsito y zona industrial (1) y zona rural (2).

Referencias; alto tránsito (rojo), mediano tránsito (amarillo), bajo tránsito (verde) y zona industrial (azul) y zona rural (celeste)



Figura 3. Imágenes satelitales de la Ciudad de Rafaela. Ubicación de los puntos de muestreo en sitios de alto tránsito (rojo), mediano tránsito (naranja), bajo tránsito (verde) y zona industrial (azul) (3) y zona rural (celeste) (4).

Referencias; alto tránsito (rojo), mediano tránsito (amarillo), bajo tránsito (verde) y zona industrial (azul) y zona rural (celeste)

2.1.3. Caracterización de las áreas de estudio

Si bien el presente trabajo estuvo planteado para ser desarrollado en ciudades con diferente organización urbana, los atributos que comparten y distinguen a la ciudad de Las Rosas y Rafaela contribuirán a argumentar las homologías y diferencias que las distintas especies y complejos de especies presentan en las ciudades bajo estudio (Tabla 1).

Tabla 1. Variables climáticas, socio-económicas de las localidades analizadas.

	Las Rosas	Rafaela
Nº habitantes (INDEC, 2010)	15.315	105.000
Densidad (hab/km²)⁽¹⁾	17,32	650,64
Precipitación media anual (mm)⁽²⁾	920	951
Temperatura (°C)⁽³⁾	29-4	31-5,7
Humedad relativa⁽³⁾	75%	74%
Altitud (m.s.n.m)⁽⁴⁾	109	100
Nº Fabricas/empresas⁽⁵⁾	44	432
Nº de vehículos⁽⁵⁾	6.720	48.000
Terminal de colectivos (Nº viajes/día)⁽⁵⁾	18	170
Antigüedad (años)⁽⁵⁾	115	131

- (1) Consulta online: <http://www.lasrosas.gov.ar/> <http://www.rafaela.gov.ar/>
- (2) Consulta online: <http://www.agrolluvia.com/>
- (3) Consulta online: <http://www.intellicast.com/>.
- (4) Obtenidas a partir del Software Google Earth
- (5) Comunicación personal con empleado de las municipalidades correspondientes de cada localidad

2.2. Diseño del muestreo

Los muestreos se realizaron durante la primavera de 2008 ya que es una de las estaciones más propicias para registrar poblaciones activas de tardígrados.

En el diseño de muestreo se tuvo en cuenta la experiencia del grupo de trabajo que efectuó investigaciones en esta región (Moly de Peluffo *et al.*, 1999, 2006; Peluffo *et al.*, 2000, 2002a y b, 2007).

En cada ciudad se establecieron cinco sitios de muestreos en los que estuvieron representados: a) zonas urbanas de tránsito vehicular elevado, b) zonas urbanas de tránsito vehicular mediano, c) zonas periurbanas con bajo tránsito vehicular, d) zonas del área industrial y e) zona rural (Figs. 2 y 3). Para cada sitio se seleccionaron tres lugares con características semejantes y se muestrearon cuatro árboles en cada uno. En cada árbol se recolectó la muestra que consistió en nueve submuestras de almohadillas de musgos y/o líquenes. Las mismas fueron extraídas con un sacabocados circular de 11 mm de diámetro interno y a 1,40 m de altura desde la base del tronco. Cada muestra representó una superficie de 8,55 cm². Para determinar el tamaño de las muestras y submuestras se consideraron las recomendaciones de Steiner (1994a). Las muestras se colocaron en bolsas de papel, registrándose el lugar, fecha, sustrato. Cada muestra fue georeferenciada, mediante GPS (Geographic Position System).

Los arboles muestreados correspondieron en un 85 % a la misma especie (*Fraxinus americana*) y presentaron altura y D.A.P. (diámetro a la altura del pecho) semejante. De las cuatro muestras tomadas por sitio, se procesaron tres y una quedó como colección “voucher” para ser utilizada en caso de encontrar especies nuevas que requieran datos moleculares. Las calles de alto y mediano tránsito vehicular en ambas localidades presentan carpeta asfáltica, en tanto las calles de bajo tránsito vehicular son de tierra. En la mayoría de los casos (98 %), las muestras colectadas estuvieron representadas por líquenes. Debe destacarse que se constató que antes del muestreo los árboles de las calles en ambas localidades no hubiesen sido fumigados con insecticidas.

2.3. Tratamiento de muestras

En laboratorio se procedió a la rehidratación de las muestras; colocándolas en tamices de 1,5 mm de malla y sumergiéndolas en agua dentro de una caja de Petri. Transcurridas como mínimo 24 horas se observaron los especímenes en vivo bajo microscopio estereoscópico. Luego se provocó la muerte por asfixia, llevándolos a estufa a 50° C durante 25 minutos. A continuación y corroborando que los especímenes estuvieran totalmente relajados se los fijó con formol 10 % neutralizado. Posteriormente, los tardígrados fueron montados en polivinil lactofenol para su observación con microscopio binocular con contraste de fase. Especímenes y huevos fueron fotografiados con microscopio de contraste diferencial Nomarski (DIC) y/o contraste de fase.

Para la identificación de las especies se obtuvieron los siguientes datos merísticos:

- a) **Longitud total (LT)**. Medida obtenida desde el extremo anterior hasta el posterior (excluyendo el 4° par de patas).
- b) **Longitud del tubo bucal (ltb)**. Medida desde el borde anterior de la vaina de los estiletes hasta el extremo posterior (excluyendo las apófisis del bulbo faríngeo).
- c) **Diámetro externo del tubo bucal (dtb)**. Obtenido a nivel de la inserción del soporte de los estiletes.
- d) **Distancia desde el comienzo del tubo bucal hasta la inserción del soporte de los estiletes (ise)**.
- e) **Longitud de la hilera de macroplacoide (lhp)**
- f) **Longitud del primer macroplacoide (lp1°)**
- g) **Longitud del segundo macroplacoide (lp2°)**
- h) **Longitud del tercer macroplacoide (lp3°)**
- i) **Longitud del microplacoide (lmi)**
- j) **Diámetro del huevo con procesos (dcp)**
- k) **Diámetro del huevo sin procesos (dsp)**
- l) **Altura de los procesos (ap)**

Con las medidas obtenidas se calculó el índice *pt*: porcentaje de la medida de una estructura considerada respecto de la longitud del tubo bucal (Pilato, 1981).

Algunos especímenes fueron preservados en etanol absoluto con el fin de utilizarlos para obtener imágenes con microscopía electrónica de barrido.

La identificación de los tardígrados se realizó siguiendo el esquema propuesto por Ramazzotti & Maucci (1983) y con trabajos actualizados de varios autores.

Las nuevas especies halladas, holotipos y paratipos, serán depositados en la colección del Departamento de Invertebrados del Museo de La Plata.

2.4. Análisis de datos

2.4.1. Índices de diversidad utilizados

La diversidad de tardígrados en cada sitio y en cada localidad se calculó por medio del índice de equitatividad de Pielou (J), índice de Simpson ($1/D$), índice de Shannon-Wiener (H') (Tabla 2). Los índices utilizados en este trabajo, son los más esgrimidos en este tipo de investigaciones y se han seleccionado a fin de facilitar la comparación de los resultados de este trabajo con otros estudios de tardígrados.

En el contexto de esta investigación la diversidad ecológica se define a partir de dos propiedades emergentes de la comunidad: riqueza y abundancia.

La similitud de las comunidades de tardígrados entre los sitios fue comparada usando el índice de Morisita-Horn (Magurran, 2004; Moreno, 2001).

Tabla 2. Índices de diversidad

<i>Índices</i>	
Shannon-Wiener (H')	$\sum p_i \log p_i$ donde $p_i = n_i/N$, n_i = número de individuos de la especie i N = número total de individuos de la muestra
Equitatividad de Pielou (J)	$\frac{H'}{H \max}$ donde $H \max$ es $\log S$ (riqueza)
Índice de Simpson ($1/D$)	$1/D$

	$D = \sum \left(\frac{n(n-1)}{N(N-1)} \right)$
	<p>n= total de números de organismos de una especie particular</p> <p>N= número total de organismos de todas las especies</p>

2.4.2. Pruebas estadísticas

La densidad, abundancia, riqueza de tardígrados y los índices de diversidad por sitio y por localidad, se analizaron con la prueba de Kruskal- Wallis (Sokal & Rohlf, 1981). Esta prueba no paramétrica es muy utilizada cuando los datos no cumplen con las condiciones de homocedasticidad y normalidad; es análoga al ANOVA con los datos reemplazados por categorías o rangos. Para establecer la diferencia entre las medias se usó el Método Student- Newman- Keuls (SNK), que es análogo al test de Tukey. Todos los análisis fueron realizados a un nivel de confianza de 0,05.

A partir de los datos de abundancia de especies se construyó una matriz de sitio por especie, dicha matriz fue la base para los posteriores análisis de clasificación y ordenamiento. Se realizó un análisis de Cluster con el objeto de agrupar las muestras en clases que puedan reconocerse como entidades naturales. Se utilizó el método de vinculación simple y como medida de similitud Bray-Curtis. El análisis de correspondencia se utilizó con el objeto de verificar si existe un ordenamiento con respecto a un gradiente. El software utilizado para dichos análisis fue el PAST versión 2.15 (2012) e Infostat versión 2008 (2008).

CAPITULO III

Composición de la fauna de tardígrados de la ciudad de Las Rosas & Rafaela

En Las Rosas los tardígrados estuvieron presentes en el 99.98 % de las 45 muestras procesadas y se extrajeron 4.829 especímenes, 939 huevos y 45 mudas con huevos. Se efectuaron 1.339 preparados permanentes. A fin de ajustar la identificación de las especies presentes en la ciudad analizada se realizó la medición de 17 caracteres en 254 especímenes totalizando 22.763 caracteres medidos, además se obtuvieron datos merísticos de 20 huevos.

Entre los especímenes analizados en la ciudad de Las Rosas se registraron 10 especies correspondientes a 5 géneros incluidos en 4 familias: Echiniscidae (*Echiniscus rufoviridis*), Hypsibidae (*Ramazzottius oberhaeuseri*), Macrobiotidae (*Paramacrobiotus areolatus*, dos especies de *Macrobiotus* registradas en primer instancia en la ciudad de La Plata y que son nuevas para la ciencia, cuyas descripciones se encuentran en un manuscrito en arbitraje (*Macrobiotus* sp.₁ y *Macrobiotus* sp.₆), *Macrobiotus* sp.₂, *Macrobiotus* sp.₃, *Macrobiotus* sp.₄, *Macrobiotus* sp.₅) y Milnesiidae (*Milnesium* sp. nov.). Las especies del género *Macrobiotus* se agrupan dentro del complejo de especies *Macrobiotus*, a fin de facilitar el análisis de los resultados en el marco de esta tesis.

En la ciudad de Rafaela los tardígrados estuvieron presentes en el 93% de las muestras. Se extrajeron 2756 tardígrados, 675 huevos y 41 mudas con huevos. Se confeccionaron 1042 preparados permanentes. Se registraron especies correspondientes a 6 géneros; *Echiniscus*, *Milnesium*, *Macrobiotus*, *Paramacrobiotus*, *Minibiotus* y *Ramazzottius*.

3.1. Especies registradas en las ciudades de Las Rosas y Rafaela

TARDIGRADA Richters, 1926

Heterotardigrada Marcus, 1927

Echiniscoidea Marcus, 1927

Echiniscidae Thulin, 1928

Echiniscus Schultze, 1840

Echiniscus rufoviridis du Bois-Reymond Marcus, 1944

DESCRIPCIÓN: Longitud corporal entre 133 y 305 µm. Coloración del cuerpo verde, con evidentes gránulos cavitarios anaranjados en algunas áreas. Ojos rojizos presentes

en todos los especímenes. Cirro A como único apéndice lateral cuya longitud oscila entre 20 y 59 μm . Cutícula con doble escultura, puntuación fina y gruesa. Aparato bucofaríngeo tipo *Echiniscus*. Uñas tipo *Echiniscus*. Collar dentado sobre el IV par de patas. Huevos esféricos, rojizos-anaranjados, sin ornamentaciones, libres o depositados en exuvia (Fig. 4).

Distribución geográfica: Brasil y Argentina

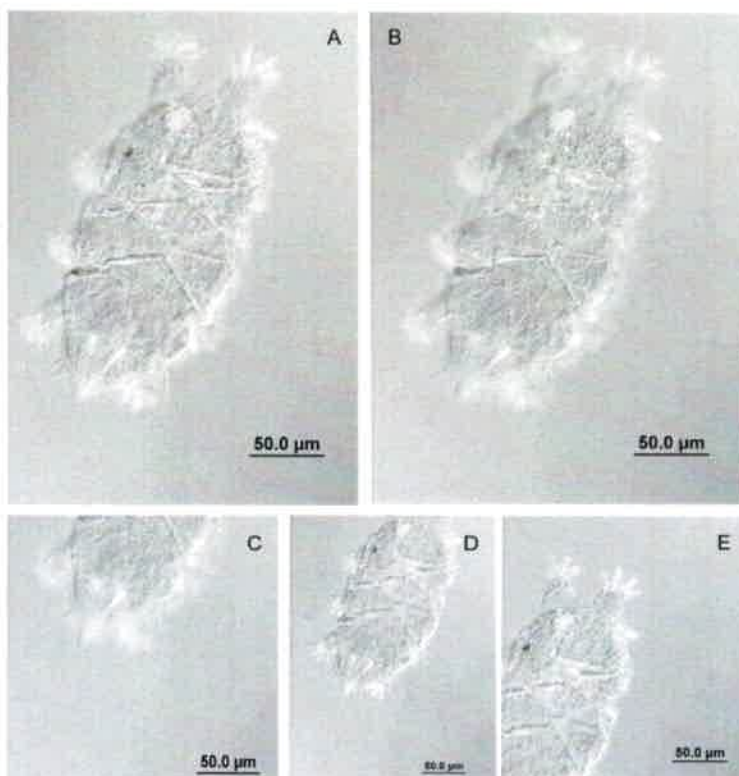


Figura 4. *Echiniscus rufoviridis*. A-B hábito, C- región anterior del cuerpo, D- aparato bucofaríngeo, E- patas del IV par.

Eutardigrada Marcus, 1927

Apochela Schuster, Nelson, Grigarick, & Christenberry, 1980

Milnesiidae Ramazzotti, 1962

Milnesium Doyère, 1840

Milnesium sp. nov.

Las especies descritas de este género se separan en dos grupos de acuerdo a la presencia de cutícula lisa u ornamentada. De las 19 especies de *Milnesium* sólo cinco presentan cutícula ornamentada o con diseño reticular: *M. alabamae*, *M. granulatum*, *M. katarzyna*, *M. reticulatum* y *M. krzysztofi* (Michalczyk *et al.*, 2012).

DESCRIPCIÓN: Longitud máxima del cuerpo de 558 μm . Coloración blanquecina. Ojos presentes en todos los especímenes. Cutícula ornamentada (Fig. 5c). Con seis papilas peribucales, dos laterales y seis lamellas peribucales rodeando la boca. Aparato Bucco-faríngeo de tipo *Milnesium*. Tubo bucal ancho y largo (Fig. 5 a-b). Bulbo faríngeo alargado, en forma de pera y sin placoides o septulum. Uñas tipo *Milnesium* (uña principal totalmente separada de la secundaria). Base de la uña secundaria con un engrosamiento basal redondeado (Fig.5d). Barra cuticular en los tres primeros pares de patas (Fig. 5e). Espolón en las uñas secundarias externas de los tres primeros pares de patas, faltan en las uñas del IV par. Dimensiones en tabla 3.

OBSERVACIONES: Se diferencia de *M. reticulatum* por la presencia de ojos, por la falta de gibosidad y la inserción de los estiletes (61-78) respecto al señalado para *M. reticulatum* (68.5–69.8) (Pilato *et al.*, 2002). Se distingue de *M. krzysztofi* por la presencia de espolón (“spur”) en la rama secundaria externa de las uñas I-III, presencia de ojos, menor *pt* del soporte de los estiletes (61.4-73.5) respecto al de la mencionada especie (73.3–78.3) y diferencias en el *pt* del ancho del tubo bucal (36.8-56.4) señaladas para *M. krzysztofi* (Kaczmarek & Michalczyk, 2007). Se distingue de *M. katarzyna* por la presencia de ojos, por tener mayor longitud corporal (285-294 μm en *M. katarzyna*) y por su mayor *pt* del ancho del tubo bucal (36.8-56.4 respecto a 21.7-26.6 en *M. katarzyna*) (Kaczmarek *et al.*, 2004). Difiere de *M. granulatum* por la presencia de ojos, presencia de dos puntas accesorias en las ramas secundarias de las unas internas I-III, carecer de puntas accesorias en las ramas principales y por tener mayor longitud corporal (338 μm en *M. granulatum*) (Michalczyk *et al.*, 2012). La longitud corporal (251-837 μm en *M. alabamae*) y del tubo bucal (34 μm en *M. alabamae*), sumado la ausencia de ojos lo distingue de *M. alabamae* (Wallendorf & Miller, 2009).

Tabla 3. Dimensiones en μm y valor de pt de estructuras con valor taxonómico de *Milnesium* sp. nov.

Carácter	n	Media		SD		Mínimo		Máximo	
		μm	pt	μm	pt	μm	pt	μm	pt
Longitud del cuerpo	9	454,9	1394,2	117,1	238,3	281,1	1236,9	558,5	1783,8
Longitud del tubo bucal	9	30,9	-	4,2	-	22,7	-	34,3	-
Ancho del tubo	9	15,3	48,7	3,4	7,5	9,1	36,8	18,7	56,5
Inserción de los estiletes	8	20,6	66,8	8,3	4,6	15,7	61,4	25,3	78,5

Referencia: pt = índice pt (longitud de una estructura/Longitud del tubo bucal* 100; Pilato, 1981); SD= desvío estandar

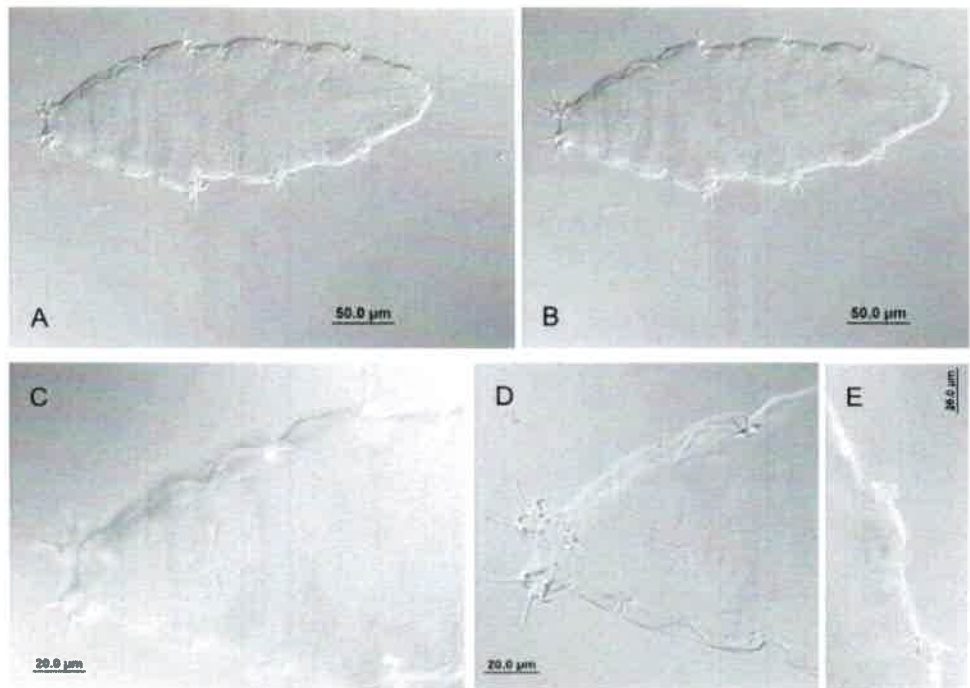


Figura 5. *Milnesium* sp. nov. A-B Habito y escultura de la cutícula dorsal, C- escultura de la cutícula dorsal de la región posterior, D- patas del IV par, E- patas del II y III par.

Parachela Schuster, Nelson, Grigarick, & Christenberry, 1980
 Macrobiotidae Thulin, 1928
Macrobiotus Schultze, 1834

Paramacrobotus areolatus (Murray 1910)

1910. *Macrobotus areolatus* Murray, *Journal British Antarctic Expedition 1907-9, Reports on the Scientific Investigations* 1 (5): 167.

2009. *Paramacrobotus areolatus* Guidetti, R. Schill, R.O., Bertolani, R., Dandekar, T. & Wolf, M. New molecular data for tardigrade phylogeny, with erection of *Paramacrobotus* gen. n. *Journal Zoology. System and Evolution. Res.*, 47, 4: 315–321

OBSERVACIONES: especie cosmopolita. Los datos morfométricos obtenidos en las poblaciones analizadas presentan los rangos o valores típicos de la especie. La tabla 4 y figura 6 ilustra los datos morfométricos.

Tabla 4. Dimensiones en μm y valor de *pt* de estructuras con valor taxonómico de *Paramacrobotus areolatus*.

Carácter	n	Media		SD		Mínimo		Máximo	
		μm	<i>pt</i>	μm	<i>pt</i>	μm	<i>pt</i>	μm	<i>pt</i>
Longitud del cuerpo	10	475,7	918,9	72,5	71,0	322,2	827,5	577,8	1059,4
Longitud del tubo bucal	10	51,6	-	51,2	-	39,9	-	56,6	-
Ancho del tubo bucal	10	12,5	24,45	1,2	3,3	10,1	21,7	13,6	33,9
Inserción de los estiletes	10	40,1	77,8	4,1	1,7	30,8	75,0	45,5	75,0
Longitud macroplacoide I	10	8,9	17,2	1,4	1,6	6,1	15,1	11,1	20,8
Longitud macroplacoide II	10	6,9	13,4	1,2	1,3	5,1	11,3	8,6	15,2
Longitud macroplacoide III	10	9,6	18,5	1,5	1,5	7,1	17,3	12,1	17,3
Longitud hilera de placoides	10	29,6	57,2	4,3	4,0	21,4	52,8	35,4	66,0

Referencia: *pt* = índice *pt* (longitud de una estructura/Longitud del tubo bucal* 100; Pilato, 1981); SD= desvío estandar

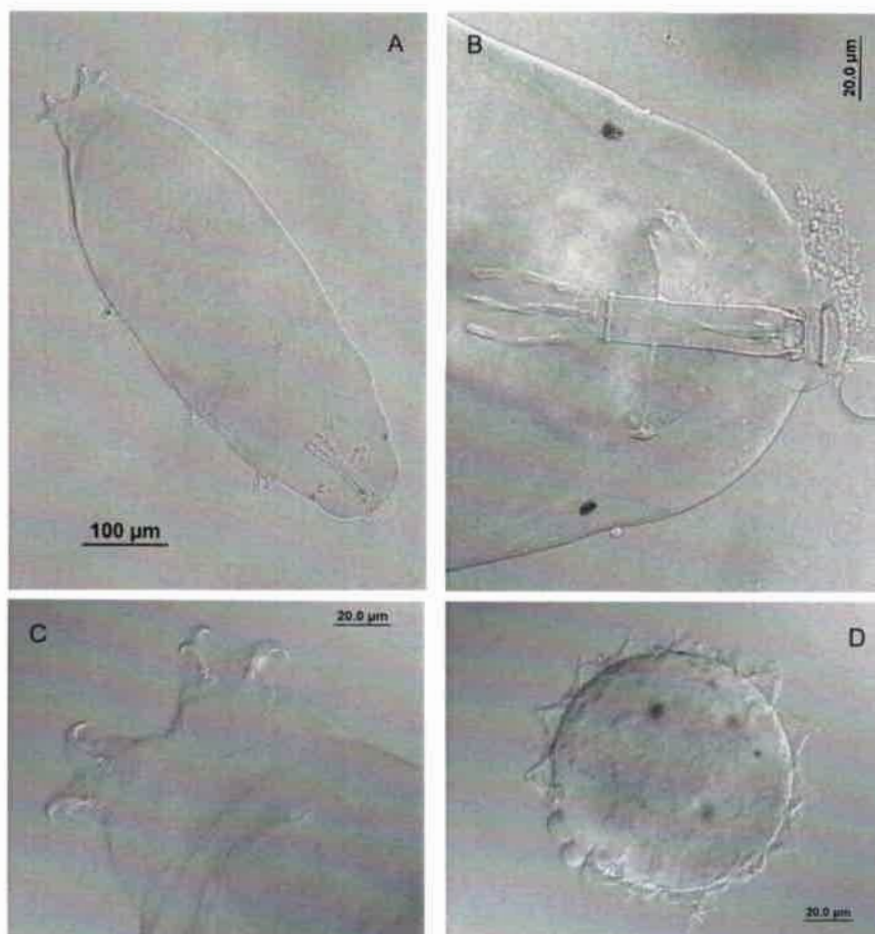


Figura 6. *Paramacrobotus areolatus*. A- Habito, B- aparato bucofaringeo, C- patas del IV par, D- huevo.

Macrobotus sp.₁

DESCRIPCIÓN: Cuerpo pardo claro, cutícula lisa, con granulaciones sobre las patas, ojos presentes, Aparato bucofaringeo tipo *Macrobotus*, armadura bucal simple, banda anterior de dientes, banda posterior de dientes no visibles, sistema de crestas presentes. Tubo bucal angosto. Soporte de los estiletes a 69%-77% de la longitud total del tubo bucal. Bulbo faringeo con apofisis, 2 macroplacoides y microplacoide. Uñas tipo *hufelandi* con puntas accesorias y lunulas presentes. En el IV par de patas lunulas largas y crenadas, Huevos puestos libres con procesos en forma de cono truncado angosto con un disco terminal. Presencia de 24-28 procesos en la circunferencia. Superficie de los procesos lisa. La tabla 5 y la figura 7 ilustra los datos morfométricos.

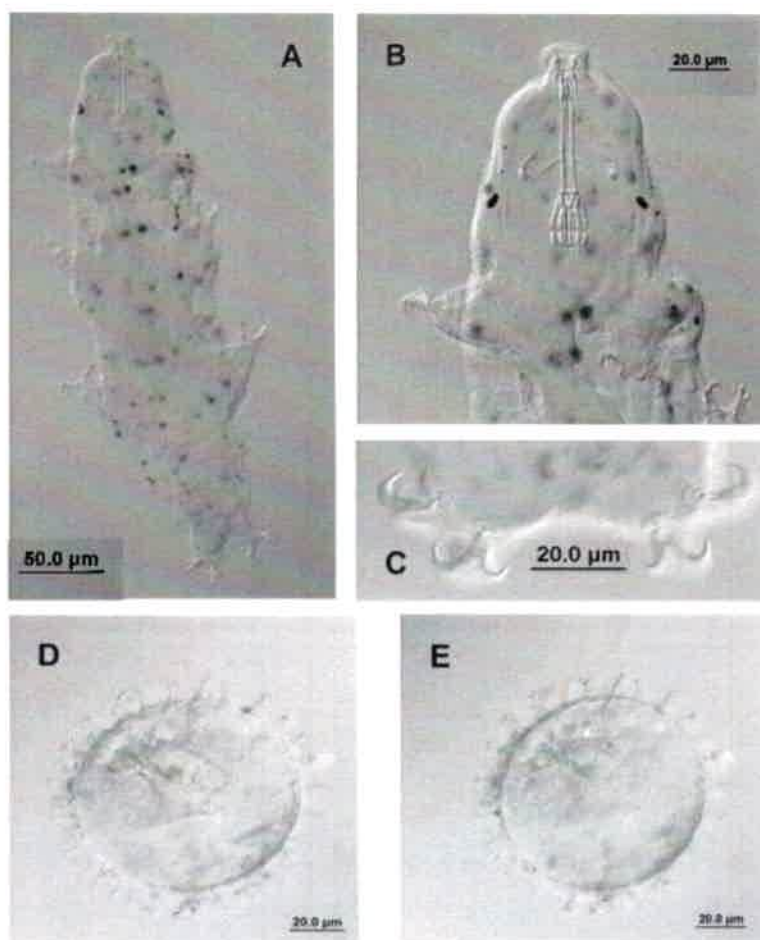


Figura 7. *Macrobiotus* sp.₁ A- habito, B-Aparato bucofaringeo, C- patas del IV par de patas, D- huevos.

Tabla 5. Dimensiones en µm y valor de *pt* de algunas estructuras con valor taxonómico de *Macrobiotus* sp.₁.

Carácter	n	Media		SD		Mínimo		Máximo	
		µm	<i>pt</i>	µm	<i>pt</i>	µm	<i>pt</i>	µm	<i>pt</i>
Longitud del cuerpo	91	241,5	839,5	71,5	163	112,5	479,4	409,1	1439
Longitud del tubo bucal	91	29		4,9	-	20,7	-	40,1	-
Ancho del tubo bucal	91	3,1	9,85	0,72	1,8	1,4	5,4	4,0	14,6
Inserción de los estiletes	91	20,5	70,9	3,8	5,9	13,9	45,6	29,2	82,3
Macroplacoide I	84	6,8	23,0	2,0	5,2	3,5	14,0	13,0	45,0
Macroplacoide II	86	3,3	11,6	0,7	1,8	1,9	7,2	5,0	16,2
Microplacoide	85	1,5	5,0	0,47	1,1	0,77	2,3	2,9	7,9
Hilera de placoides	86	13,0	44,6	3,1	5,3	8,1	29,0	22,2	55,1

Referencia: *pt* = índice *pt* (longitud de una estructura/Longitud del tubo bucal* 100; Pilato, 1981); SD= desvío estándar

Macrobotus sp.₂, con dos macroplacoides y microplacoide (**Grupo B**)

Se diferencia de *M.* sp.₁ por presentar mayor tamaño corporal, tres hileras de dientes, cutícula lisa pero con poros, con barra cuticular entre las apófisis y el primer macroplacoides (“slanting”), tubo bucal más ancho y por la morfología del huevo (Fig. 8).

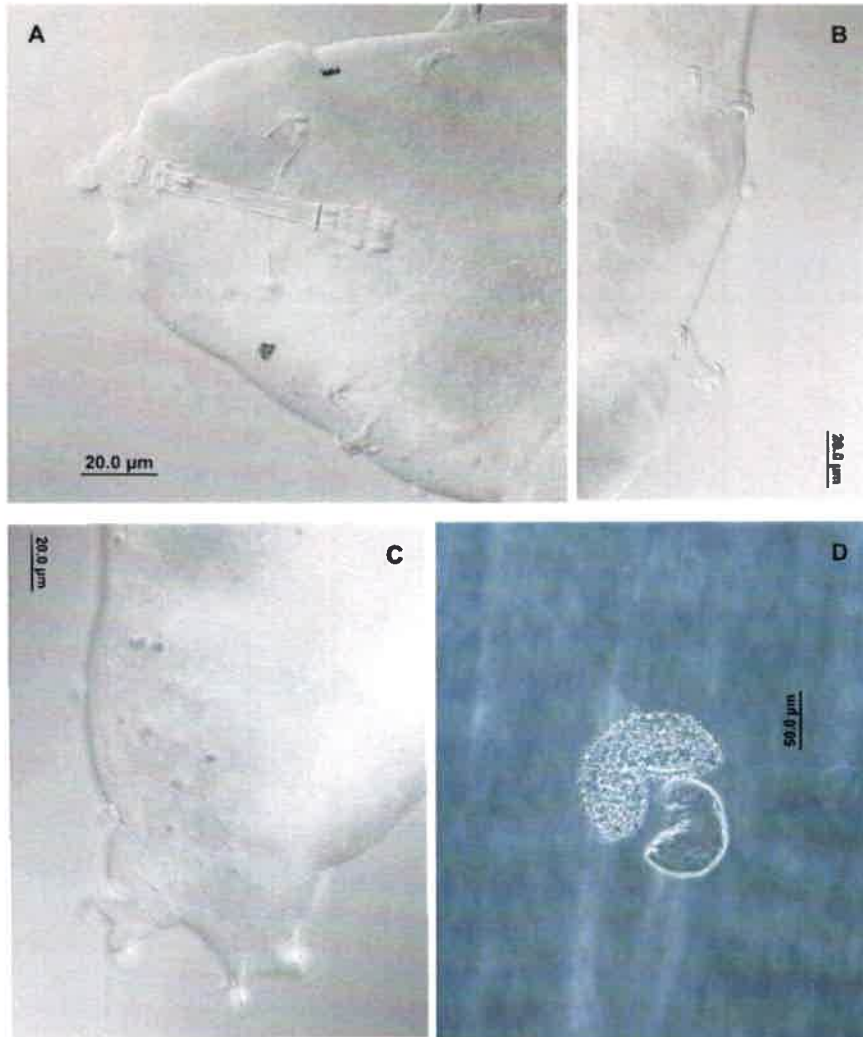


Figure 8. *Macrobotus* sp.₂ A- Aparato bucofaríngeo, B- patas II y III, C- cutícula con poros, D-huevo y embrión.

Tabla 6. Dimensiones en μm y valor de *pt* de algunas estructuras con valor taxonómico de *Macrobotus* sp.₂.

	n	Media		SD		Mínimo		Máximo	
		μm	<i>pt</i>	μm	<i>pt</i>	μm	<i>pt</i>	μm	<i>pt</i>
Carácter									
Longitud del cuerpo	78	350,2	938,9	61,5	147,8	165,3	640,0	481,4	1304,3
Longitud del tubo bucal	78	38,3	-	3,4	-	26,4	-	48,5	-
Ancho del tubo bucal	78	4,7	13,0	0,5	1,2	4,3	10,9	5,7	19,2
Inserción de los estiletes	78	27,5	73,8	3,0	4,6	16,8	54,7	36,1	91,5
Macroplacoide I	78	9,2	24,1	1,6	3,0	6,1	17,4	12,0	30,0
Macroplacoide II	78	4,7	12,6	0,8	1,8	2,9	7,1	6,7	16,8
Microplacoide	78	2,5	5,9	0,5	1,3	1,0	2,4	4,0	9,8
Hilera de placoides	78	18,8	49,7	2,8	6,1	13,2	27,5	24,5	60,9

Referencia: *pt* = índice *pt* (longitud de una estructura/Longitud del tubo bucal * 100; Pilato, 1981); SD= desvío estándar.

Macrobotus sp.₃ con dos macroplacoides y microplacoide (**Grupo A**)

Se diferencia de *Macrobotus* sp.₁ y de *Macrobotus* sp.₂ por presentar tubo bucal más ancho, primer macroplacoide más largo y con una fuerte constricción en la porción posterior, porción posterior del microplacoide bilobulado, lúnulas del IV par de patas lisas y por la morfología del huevo (figura 9).

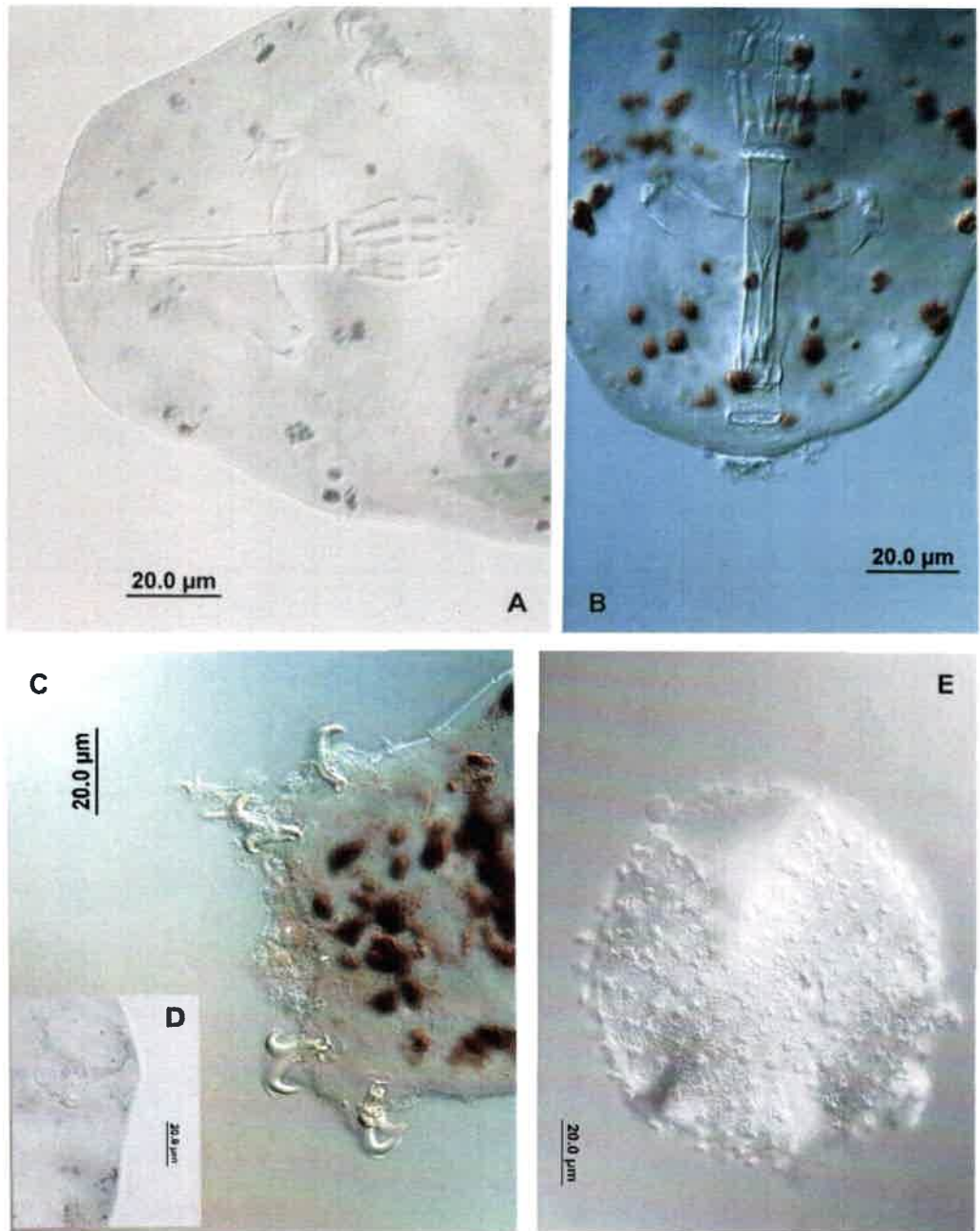


Figura 9. *Macrobiotus* sp.3. A-B aparato bucofaríngeo, C- IV par de patas, D- III par de patas, E- huevo.

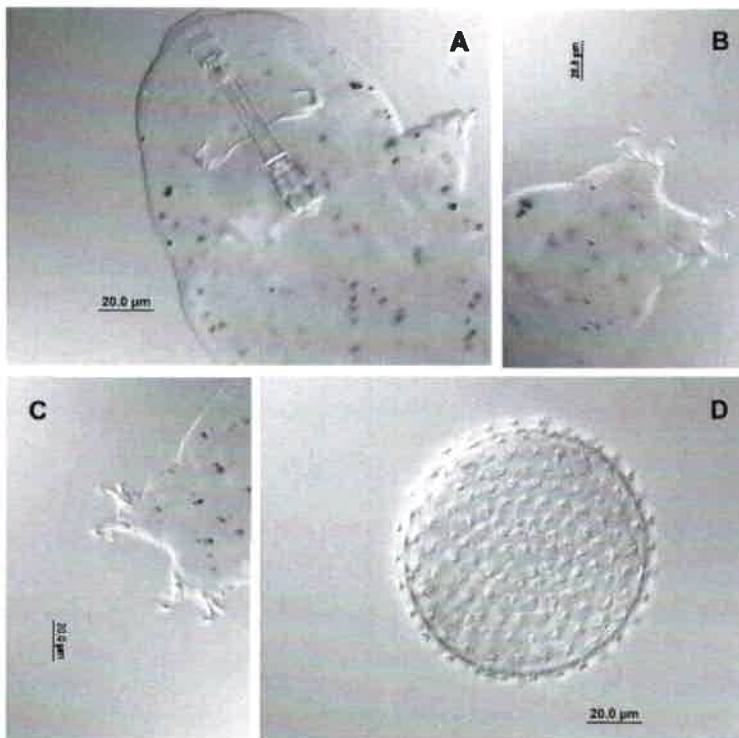
Tabla 7. Dimensiones en μm y valor de *pt* de algunas estructuras con valor taxonómico de *Macrobotus* sp.₃.

	n	Media		SD		Mínimo		Máximo	
		μm	<i>pt</i>	μm	<i>pt</i>	μm	<i>pt</i>	μm	<i>pt</i>
Carácter									
Longitud del cuerpo	43	393,4	910,5	46,8	100,2	298,5	674,7	491,4	1183,8
Longitud del tubo bucal	42	42,8	-	3,1	-	37,5	-	49,5	-
Ancho del tubo bucal	43	6,2	14,6	0,4	1,1	5,8	12,7	7,7	17,9
Inserción de los estiletes	43	31,5	73,4	2,4	1,5	26,1	68,7	35,6	76,1
Macroplacoide I	42	11,1	25,9	1,3	2,5	8,1	19,7	14,4	31,7
Macroplacoide II	42	5,5	12,7	0,9	1,6	3,8	9,5	7,8	17,2
Microplacoide	42	2,6	6,2	0,5	1,2	1,8	4,0	4,0	8,5
Hilera de placoides	42	22,5	52,5	2,6	4,3	16,8	40,7	28,8	61,2

Referencia: *pt* = índice *pt* (longitud de una estructura/Longitud del tubo bucal* 100; Pilato, 1981); SD= desvío estándar

Macrobotus sp.₄

Esta especie presenta características morfológicas similares a *Macrobotus* sp.₃, pero se diferencia por la presencia de poros en la cutícula y la morfología del huevo (figura 10).



Datos morfométricos:
 Longitud del cuerpo:
 363.7 μm , longitud del
 tubo bucal: 41.9 μm , *pt*
 de la longitud del cuerpo
 867.7 μm , ancho del tubo
 bucal 6.6 μm , Soporte de
 los estiles: 31.5 μm .

Figura 10. *Macrobotus* sp.₄. A- Aparato bucofaryngeo, B-C cutícula con poros, IV par de patas, D- huevo.

Macrobotus sp.₅

DESCRIPCIÓN: Longitud máxima corporal 261.3 μm . Cuerpo blanquecino y ojos presentes. Cutícula lisa y sin poros. Aparato bucofaríngeo tipo *Macrobotus*. Armadura de la cavidad oral con tres hileras de dientes. La primera más pequeña que la segunda. Bulbo faríngeo ovalado con apófisis y tres macroplacoides. Apófisis triangular o en forma de cuña. Macroplacoides sin constricción, el tercer macroplacoide es el más largo. Microplacoide ausente. Hilera de placoides con una longitud de 16.2 μm . Uñas tipo *hufelandi*. Uñas primarias con puntas accesorias. Lúnula presente en todas las patas. Huevos blancos. Puestos libres. Procesos en forma de conos bajos. Con 14- 15 procesos en la circunferencia. Superficie areolada entre los procesos. La tabla 8 y la figura 11 ilustra los datos morfométricos.

Tabla 8. Dimensiones en μm y valor de *pt* de algunas estructuras con valor taxonómico de *Macrobotus* sp.₅.

Carácter	n	Media		SD		Mínimo		Máximo	
		μm	<i>pt</i>	μm	<i>pt</i>	μm	<i>pt</i>	μm	<i>pt</i>
Longitud del cuerpo	4	202,5	726,5	34,0	35,5	182,5	673,6	261,4	726,5
Longitud del tubo bucal	4	27,8	-	3,6	-	24,8	-	33,9	-
Ancho del tubo bucal	4	4,6	16,5	0,4	1,0	4,1	15,5	5,3	18,0
Inserción de los estiletes	4	21,2	76,4	2,9	1,3	19,2	74,4	26,3	77,6
Macroplacoide I	4	3,7	13,4	0,9	2,2	2,8	10,4	5,1	16,0
Macroplacoide II	4	2,5	8,6	0,9	2,1	1,6	6,5	4,0	11,9
Microplacoide	4	4,5	16,1	0,9	1,2	3,8	14,8	6,1	17,9
Hilera de placoides	4	12,1	43,2	2,4	3,8	9,9	38,9	16,2	47,8

Referencia: *pt* = índice *pt* (longitud de una estructura/Longitud del tubo bucal* 100; Pilato, 1981); SD= desvío estándar

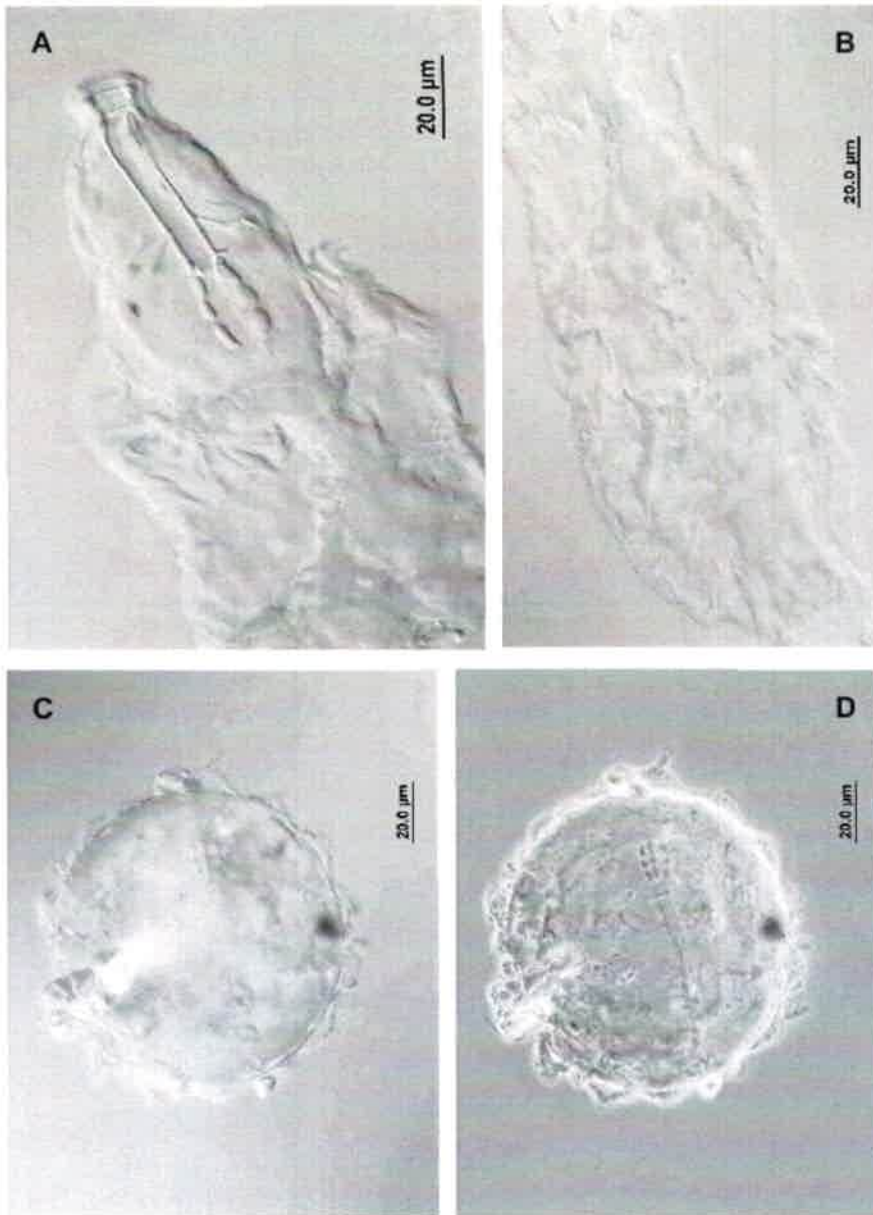


Figura 11. *Macrobiotus* sp₅. A- Aparato bucofaringeo, B- cutícula, C- D huevo embrionado.

Macrobotus sp.₆

Cuerpo incoloro/amarillo claro; cutícula lisa, sin poros, manchas oculares en la posición anterior. Aparato bucofaríngeo tipo *Macrobotus*. Armadura de la cavidad bucal de tipo *harmsworthi*. Soporte de los estiletes a 71.4-77.1% de la longitud total del tubo bucal. Bulbo faríngeo con apófisis, tres macroplacoides y microplacoide, el primer macroplacoide es el más grande seguido por el tercero. Uñas de tipo *hufelandi*; puntas accesorias presentes, lúnulas poco crenadas. Los huevos blanquecinos, puestos libres, con procesos de forma cónica con la porción terminal flexible, 20-24 alrededor de la circunferencia, la base de cada proceso con una corona de puntos alargados. Diámetro del huevo sin procesos de 46.0-66.7 micras y 56.9-79.8 micras entre ellos. Los procesos de 5.1-7.4 μm de alto, diámetro basal 5,1-8,1 micras. La tabla 9 y la figura 12 ilustra los datos morfométricos.

Tabla 9. Dimensiones en μm y valor de *pt* de algunas estructuras con valor taxonómico de *Macrobotus* sp.₆.

Carácter	n	Media		SD		Mínimo		Máximo	
		μm	<i>pt</i>	μm	<i>pt</i>	μm	<i>pt</i>	μm	<i>pt</i>
Longitud del cuerpo	16	257,7	897,2	84,9	180,5	155,3	596,1	404,4	1261,5
Longitud del tubo bucal	16	28,9	-	6,6	-	19,2	-	47,2	-
Ancho del tubo bucal	16	4,6	16,0	1,2	2,1	2,9	10,5	6,7	19,1
Inserción de los estiletes	16	21,3	73,1	6,1	7,2	13,9	49,2	38,52	81,6
Macroplacoide I	16	3,6	12,1	1,3	2,3	1,9	6,6	6,7	15,7
Macroplacoide II	16	3,1	10,6	0,9	2,3	1,9	6,5	4,6	15,3
Macroplacoide III	16	3,6	12,3	1,3	2,5	2,8	8,8	6,2	18,5
Microplacoide	16	2,32	7,8	1,1	2,7	0,96	3,3	4,81	15,3
Hilera de placoides	16	15,6	53,7	4,0	5,0	9,1	46,3	24,1	63,0

Referencia: *pt* = índice *pt* (longitud de una estructura/Longitud del tubo bucal* 100; Pilato, 1981); SD= desvío estandar

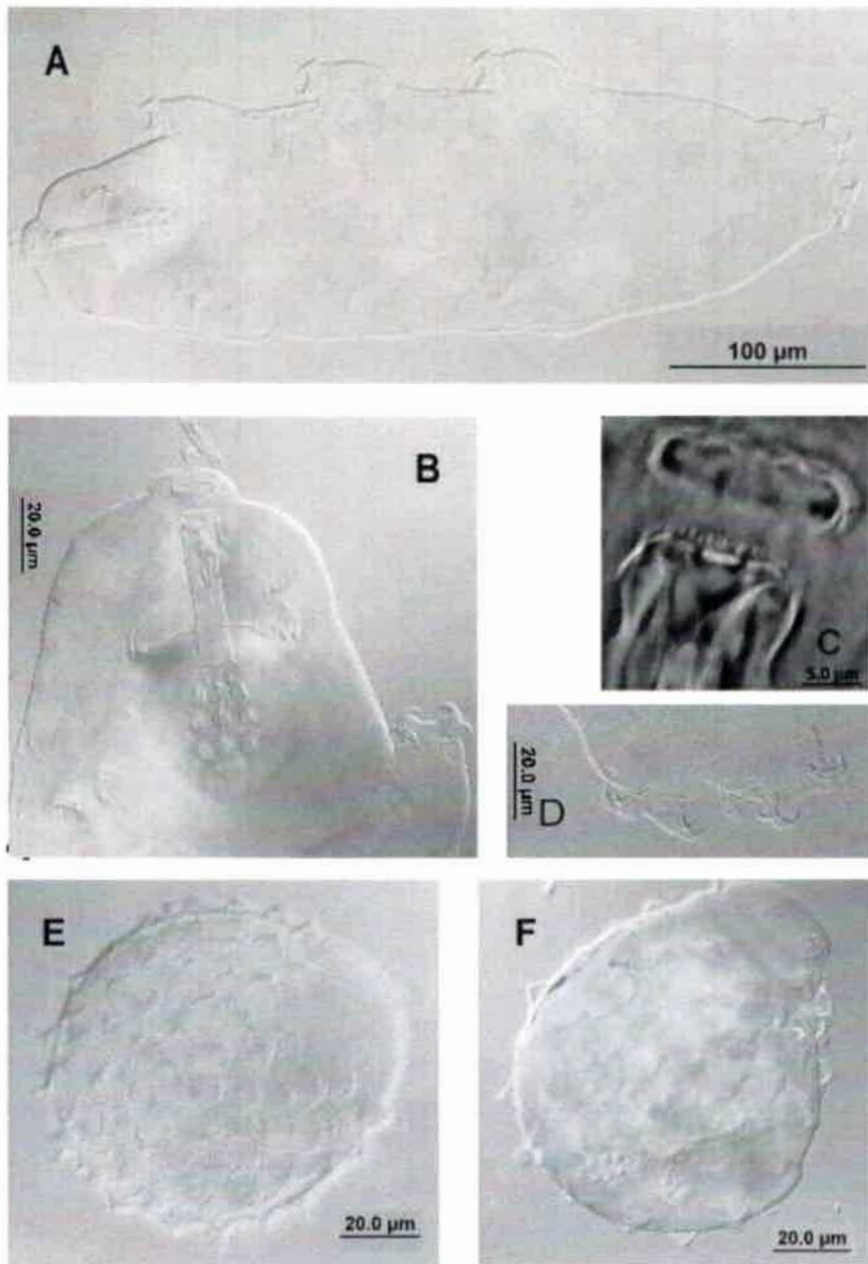


Figura 12. *Macrobiotus* sp.₆. A- Habito, B- aparato bucofaringeo, C- detalle aparato bucal, D- IV par de patas, E- huevo, F- huevo embrionado.

3.2. Especie presente sólo en la ciudad de Rafaela

Minibiotus sp.

DESCRIPCIÓN: Longitud máxima corporal 209,4 μm . Cuerpo blanquecino o transparente y ojos presentes. Cutícula lisa, excepto en la zona de las patas donde se observa granulada (Fig. 13D). Aparato bucofaringeo tipo *Minibiotus*. Armadura bucal y crestas transversales no visibles al microscopio de luz/óptico. Tubo bucal largo (28.28 μm) y angosto (1.2 μm) y con lámina ventral. Soporte de los estiletes insertos a 60.0% del tubo bucal. Bulbo faríngeo redondeado con apófisis largas y redondeados que se superponen parcialmente con el primer macroplacoide, tres cortos macroplacoides redondeados, el último de tamaño levemente mayor, y un pequeño pero visible microplacoide (Fig.13 A-B-C). Uñas delgadas con largas ramas secundarias. Dos puntas de accesorias presentes en la rama principal. Lúnula pequeña, lisa y delgada en todas las uñas. Huevos blanquecinos, puestos libres, con procesos cónicos y anillados.

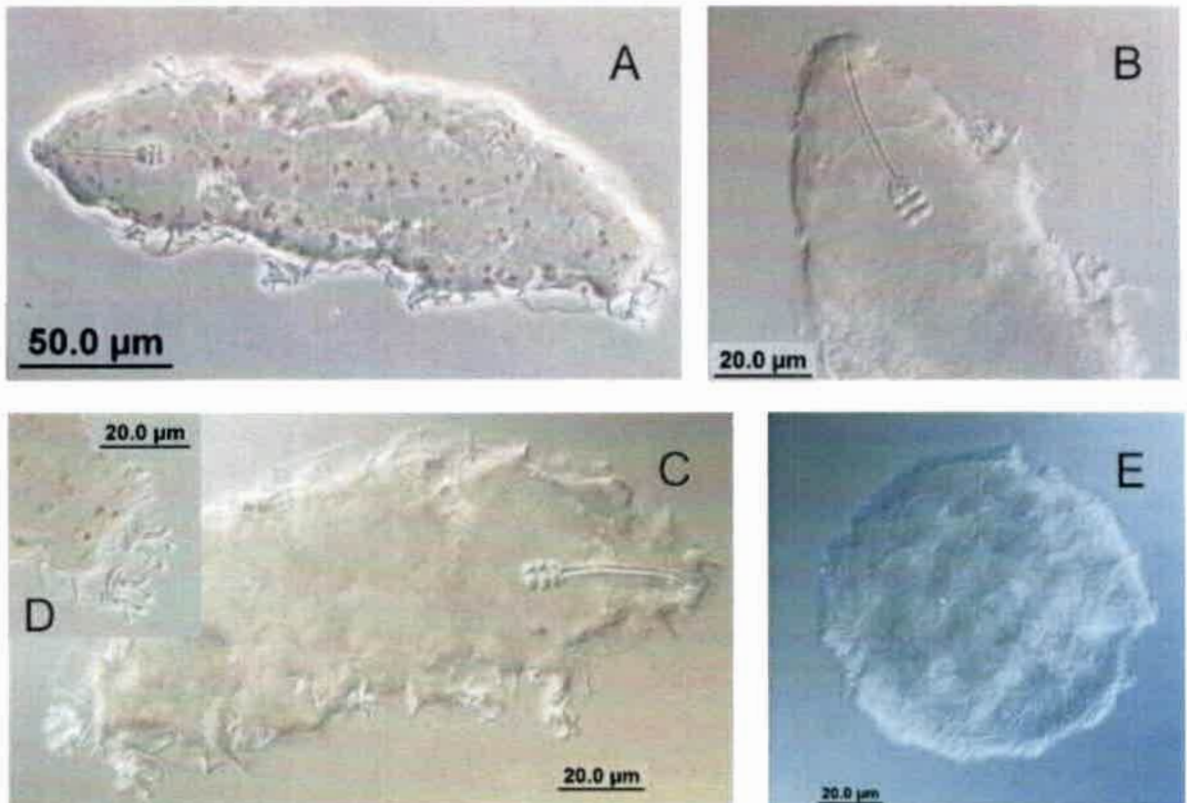


Figura 13. *Minibiotus* sp. A-C Habito, B- Aparato bucofaringeo, D- IV par de patas, E- huevo.

CAPITULO IV
Las Rosas
Estructura de las comunidades de tardígrados

4.1. Atributos cuantitativos de la taxocenosis de tardígrados

Se puede señalar, a partir del análisis efectuado en los cinco tipos de sitios estudiados de la ciudad de Las Rosas que existen diferencias significativas entre ellos en cuanto a la riqueza y abundancia de tardígrados ($p < 0.05$) (Fig. 14).

La mayor abundancia se registró en el sitio de mediano tránsito vehicular con 1.919 tardígrados (39 %) (Figs. 14, 19- 20). El máximo valor de abundancia por muestra se evidenció, también, en el sitio de mediano tránsito vehicular con la presencia de 504 especímenes del género *Echiniscus*. La menor abundancia (9 %) se contabilizó en el sitio industrial. En cuanto a la riqueza, el valor máximo se halló en el sitio rural, con ocho especies. Cabe destacar que en el resto de los sitios en que hubo diferencias, ésta radica en la aparición de un único individuo de la especie *Ramazzottius oberhaeuseri*. La menor riqueza se observó en el sitio de alto tránsito vehicular. *Echiniscus rufoviridis* es la especie más abundante, seguida por las especies del complejo *Macrobiotus*.

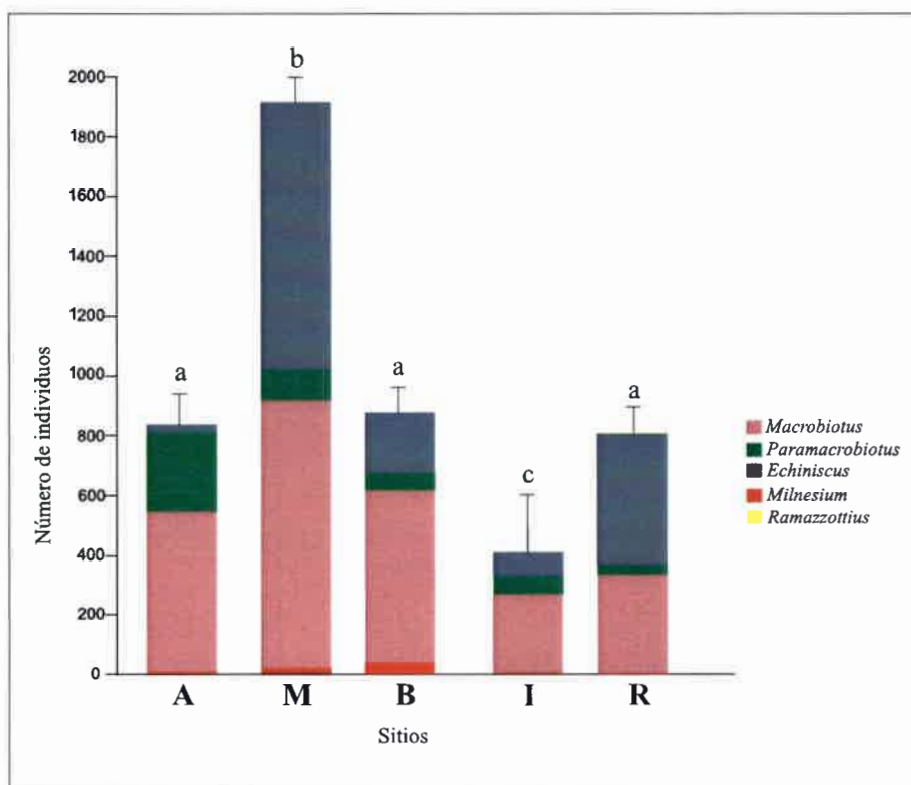


Figura 14. Abundancia de tardígrados en diferentes sectores estudiados de la ciudad de Las Rosas (Santa Fe) en el muestreo correspondiente primavera. Referencias: A; Alto tránsito, M; Mediano tránsito, B; Bajo tránsito, I; Zona Industrial; R, Zona Rural. Letras distintas indican diferencias significativas a un $p < 0,05$. Media + error estándar para un nivel α del 5%.

4.2. Comportamiento de la abundancia relativa de la fauna de tardígrados a nivel de los distintos grupos/géneros

Macrobiotus es el género más constante y el más abundante en todos los sitios. Domina en los sitios de alto y bajo tránsito vehicular y zona industrial, codominando en sitios de mediano tránsito vehicular (Tabla 10, Figs.27-28).

Echiniscus domina en sitios de mediano tránsito y zona rural. Siendo escaso en sitios de alto tránsito (Tabla 10, Figs. 21-22).

Milnesium tiene una aparición constante pero con baja abundancia (Tabla 10, Figs. 23-24).

Paramacrobiotus muestra una abundancia variable dentro de la ciudad con un máximo en el sitio de alto tránsito, siendo escaso en zona rural y (Tabla 10, Figs. 25-26).

Ramazottius se muestra como una especie rara/escasa. Apareciendo en muy bajo número, solo en una estación de muestreo de la zona rural.

Tabla 10. Abundancia relativa de tardígrados en los distintos sitios analizados en la ciudad de Las Rosas (Santa Fe) durante el muestreo realizado en la primavera de 2008.

	<i>Milnesium</i>	<i>Macrobiotus</i>	<i>Paramacrobiotus</i>	<i>Echiniscus</i>	<i>Ramazottius</i>
Tránsito Alto	0,72 ($\pm 0,3$) ^a	67,47 ($\pm 29,4$) ^a	29,64 ($\pm 10,2$) ^a	2,17 ($\pm 0,8$) ^a	0,00
Tránsito Mediano	1,51 ($\pm 2,0$) ^a	45,44 ($\pm 27,2$) ^b	6,36 ($\pm 3,5$) ^b	46,69 ($\pm 30,2$) ^b	0,00
Tránsito Bajo	4,56 ($\pm 2,1$) ^a	66,12 ($\pm 26,4$) ^a	7,71 ($\pm 4,2$) ^b	21,61 ($\pm 11,1$) ^c	0,00
Zona Industrial	1,20 ($\pm 0,5$) ^a	62,92 (± 75) ^a	13,88 ($\pm 3,7$) ^b	22,01 ($\pm 4,1$) ^c	0,00
Zona Rural	0,25 ($\pm 0,2$) ^a	40,32 ($\pm 11,6$) ^b	3,47 ($\pm 2,2$) ^b	55,83 ($\pm 23,7$) ^b	0,12

Referencias: abundancia relativa (ind/sitio); se muestran valores promedio y error estándar. Letras distintas (por columna) indican diferencias significativas a un $p < 0,05$.

4.3. Densidad

El análisis de la densidad no mostró diferencias significativas ($H=4,18$; $p=0,38$) entre los distintos géneros en los sitios estudiados (Tabla 11). Se debe remarcar que el análisis estadístico fue realizado con un test no paramétrico que reemplaza datos por categorías o rangos. Si bien estadísticamente no presenta diferencia, desde un análisis en el contexto biológico los resultados adquieren relevancia y, se discuten posteriormente desde la significancia biológica.

Tabla 11. Densidad media de tardígrados en cada sitio de muestreo de la ciudad de Las Rosas (Santa Fe) durante el muestreo realizado en la primavera de 2008.

Zona Urbana			Zona Industrial	Zona Rural
T. alto	T. mediano	T. Bajo		
10.78 (± 3.04)	24.93 (± 8.41)	11.12 (± 2.8)	5.52 (± 0.81)	10.47 (± 5.07)

Referencias: T= tránsito. Media \pm error estándar para un nivel α del 5%.

El valor máximo de densidad de tardígrados se presenta en el sitio de mediano tránsito vehicular (224 especímenes/cm²). La especie dominante es *Echiniscus rufoviridis* (59 especímenes/cm²). Por otra parte, la densidad mínima se encuentra en el sitio industrial (1.64 especímenes/cm²).

4.4. Índices de diversidad

El rango de la diversidad presentado por el índice de Shannon-Wiener varió entre 0.32-0.41. Los sitios de mediano y bajo tránsito y la zona industrial fueron los de mayor valor de diversidad y se correspondieron con equitatividades mayores. Cabe destacar que el sitio Rural con una diversidad intermedia presentó la menor equitatividad; lo que puede atribuirse a que la riqueza fue mayor pero con muy escasa abundancia (Tabla 12, Fig. 15). El índice de Simpson mostró el mayor valor para el sitio de mediano tránsito en donde el complejo de especies de *Macrobiotus* se manifestó como dominante (Tabla 12, Fig. 16).

Tabla 12. Valores de los índices de diversidad de tardígrados: Índice de Shannon-Wiener (H'), Índice de Pielou (J') e Índice de Simpson ($1/D$) en cada sitio de muestreo de la ciudad de Las Rosas (Santa Fe) durante la primavera de 2008.

Índices	T. Alto	T. Mediano	T. Bajo	Zona Industrial	Zona Rural
H'	0,323	0,414	0,41	0,413	0,361
J'	0,537	0,687	0,68	0,686	0,517
$1/D$	1,842 ^a	2,334	2,035	2,162	2,106

Referencias: T= tránsito.

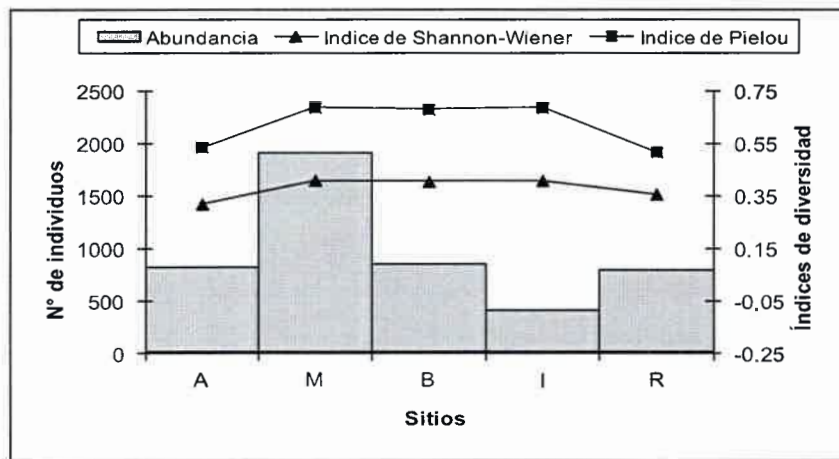


Figura 15. Abundancia y diversidad (Shannon-Wiener, Índice de Pielou) de tardígrados entre sitios de muestreo de la ciudad de Las Rosas (Santa Fe) en la primavera de 2008.

Referencias: A; alto tránsito, M; mediano tránsito, B; Bajo tránsito, I; Zona industrial; R, Zona rural.

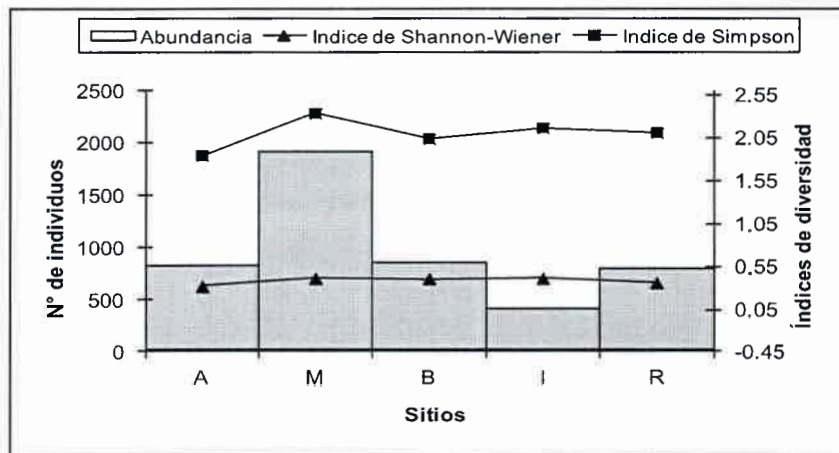


Figura 16. Abundancia y la diversidad (Shannon- Wiener, Índice de Simpson) de tardígrados entre sitios de muestreo de la ciudad de Las Rosas (Santa Fe) en la primavera de 2008.

Referencias: A; alto tránsito, M; mediano tránsito, B; Bajo tránsito, I; Zona industrial; R, Zona rural.

4.5. Clasificación de las comunidades de tardígrados

De acuerdo al índice de Morisita-Horn el mayor valor de similitud fue para los sitios de alto y bajo tránsito ($p < 0,05$).

El análisis de conglomerados (con un nivel de corte del 65% de la información) basado en la abundancia de tardígrados por sitio permitió identificar 4 grupos, (Fig.17): I) mediano tránsito, caracterizado por la máxima abundancia de *Echiniscus* y complejo de especies *Macrobiotus*; II) zona rural, en él se encontraron la totalidad de géneros (5); III) zona industrial caracterizada por la menor abundancia del complejo de especies *Macrobiotus* y seguida en menor número por *Echiniscus* y IV) alto-bajo tránsito, caracterizado por la abundancia intermedia/media de *Echiniscus*, *Paramacrobiotus* y complejo de especies *Macrobiotus*; conformó un mismo grupo por la semejanza en abundancias de los géneros presentes.

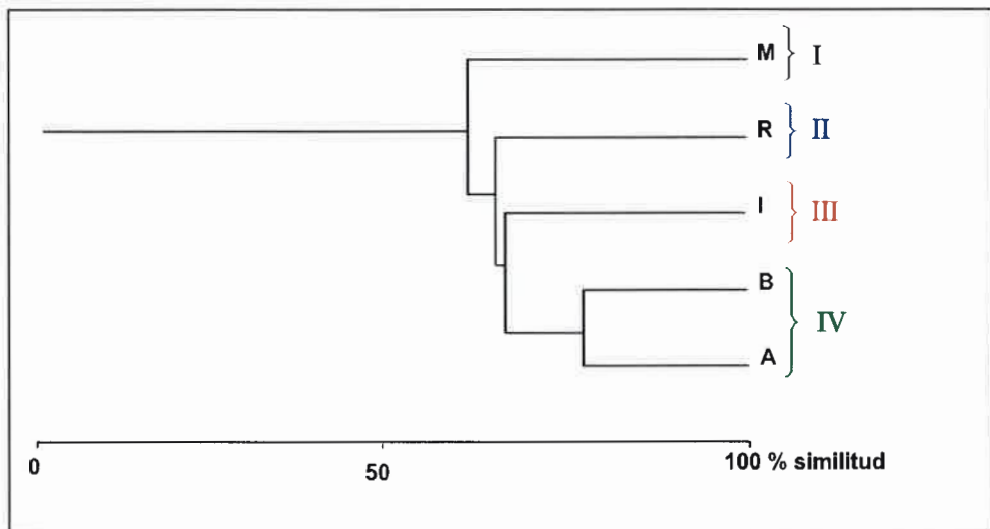


Figura 17. Dendrograma representando las relaciones entre sitios basada en la abundancia de tardígrados en la ciudad de Las Rosas (Santa Fe) durante la primavera de 2008. Método de vinculación simple. Medida de distancia de Bray-Curtis. Referencias: A, M, B (alto, mediano y bajo tránsito); I, R (zona rural y zona industrial); I, II, III y IV corresponden a los distintos grupos.

4.6. Ordenamiento de las comunidades de la fauna de tardígrados

4.6.1. Análisis de correspondencia

En la comparación de sitios la presencia de los géneros *Ramazzottius* y *Milnesium* tuvo una distribución independiente en relación con los tipos de sitios, en tanto *Paramacrobiotus* se correspondió con el sitio de alto tránsito. *Macrobiotus* se asoció principalmente en torno a sitios de bajo tránsito y zona industrial. *Echiniscus* presentó una correspondencia con sitios de mediano tránsito y zona rural (Fig. 18).

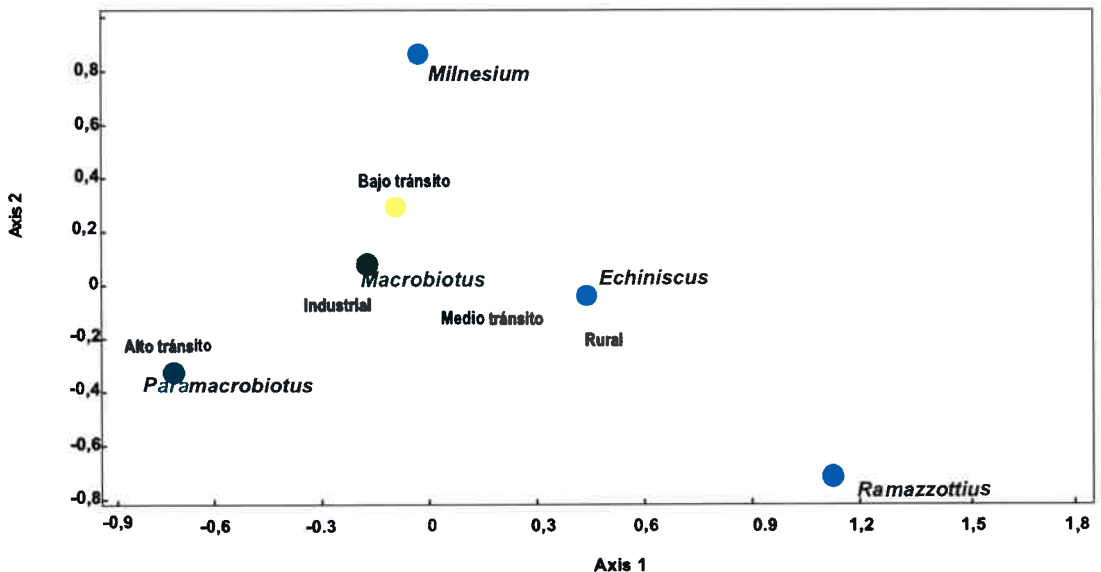


Figura 18. Análisis de correspondencia de la fauna de tardígrados en relación con los sitios de muestreo de la ciudad de Las Rosas (Santa Fe) durante la primavera de 2008.

Referencias: círculos azules representan los géneros y círculos amarillos representan los sitios.

4.7 Representación grafica de la diversidad de tardígrados

Toda la información analizada se sintetizó en mapas que muestran los atributos cuantitativos en los diferentes tipos de sitios de la Localidad de Las Rosas (Figs. 19-20). Además se incluyeron los mapas de cada género en los distintos tipos de sitios estudiados (Figs. 21-28). Con el fin de resumir de una manera práctica las variables analizadas en el marco de esta tesis, la riqueza, abundancia e índices de diversidad se ilustran gráficamente en torno al tipo de uso de la tierra (Fig. 29).

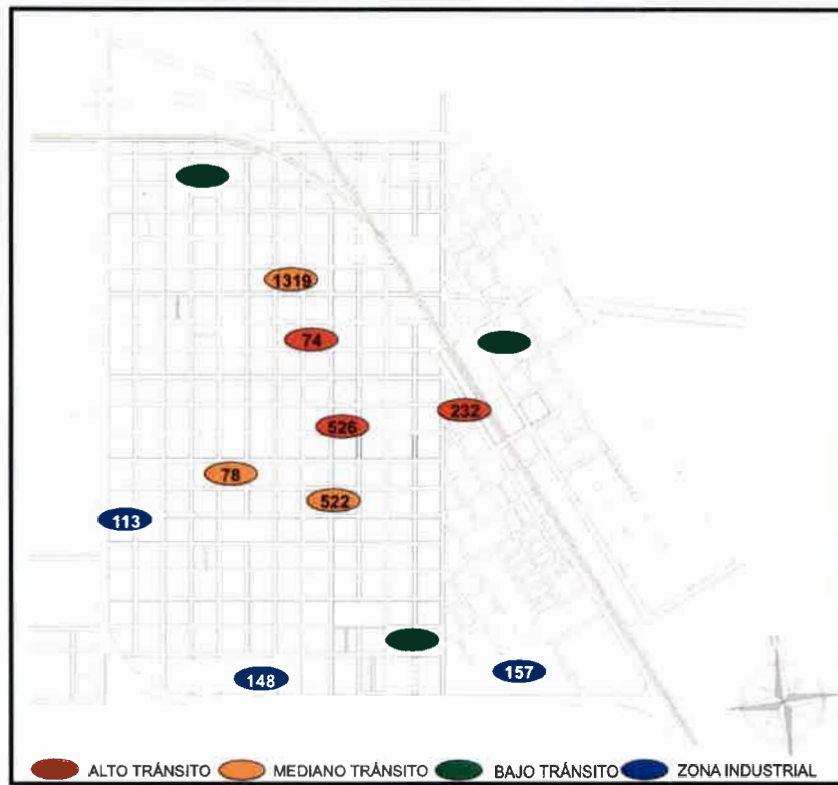


Figura 19. Distribución de la abundancia de tardígrados presentes en sitios de alto, medio y bajo tránsito vehicular y zona industrial de la ciudad de Las Rosas.

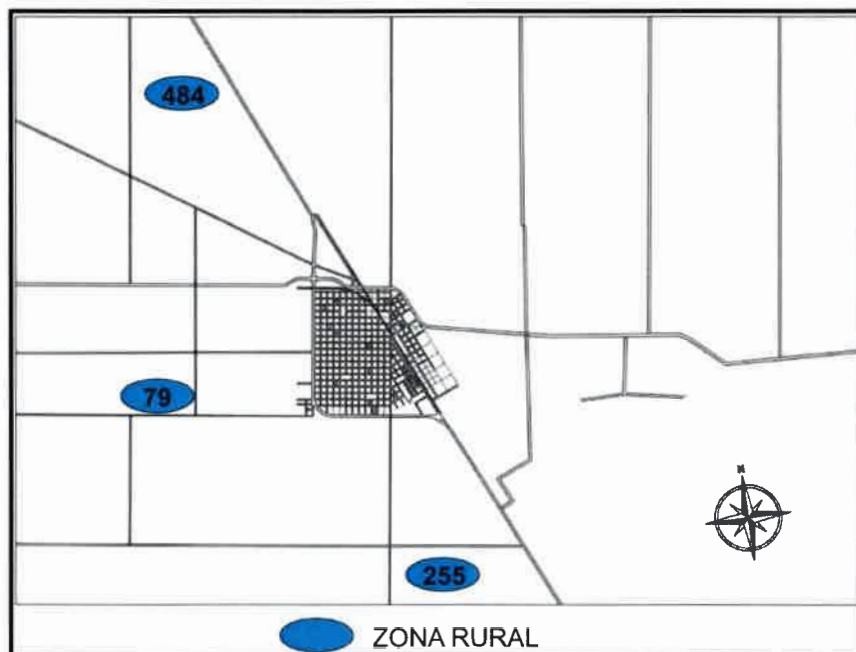


Figura 20. Distribución de abundancia de tardígrados presentes en el sitio rural de la ciudad de Las Rosas.

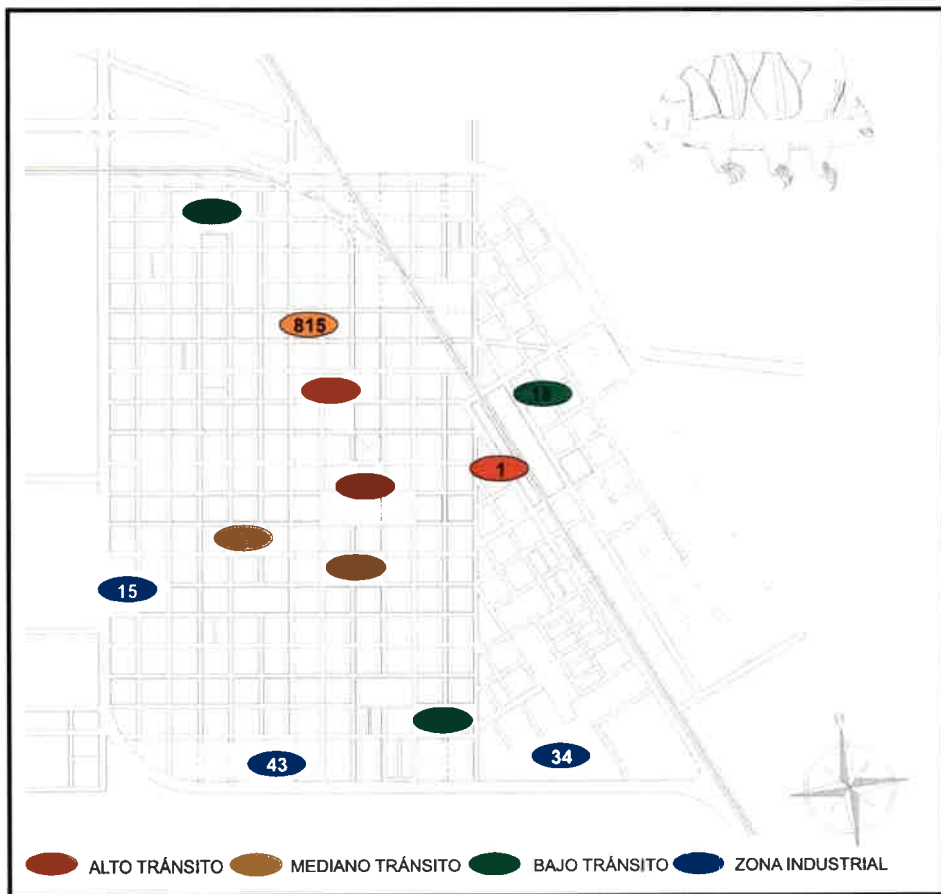


Figura 21. Distribución de la abundancia de tardígrados del género *Echiniscus* presente en sitios de alto, medio y bajo tránsito y zona industrial de la ciudad de Las Rosas.

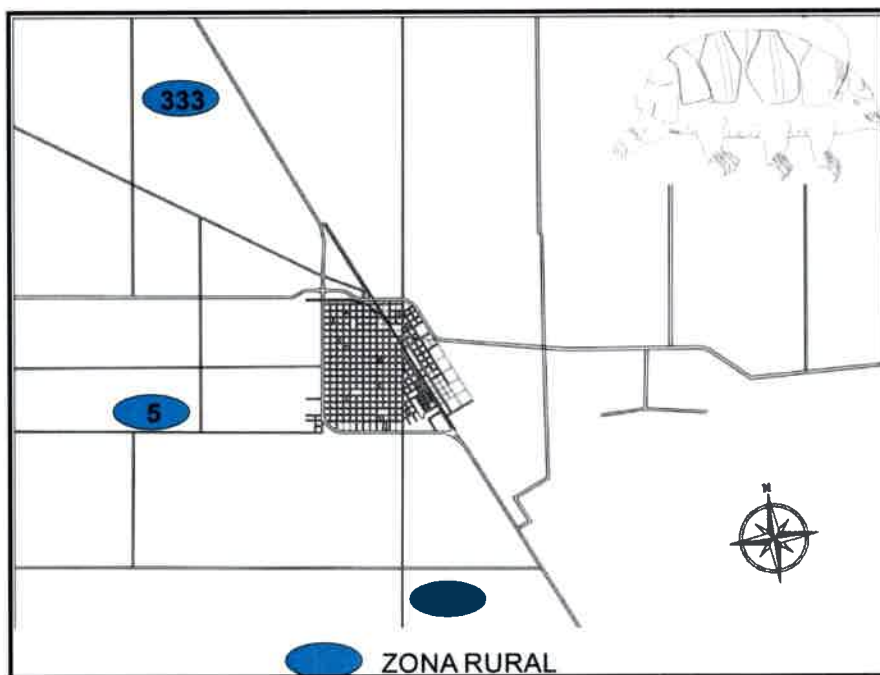


Figura 22. Distribución de la abundancia de tardígrados del género *Echiniscus* presente en el sitio rural de la ciudad de Las Rosas.

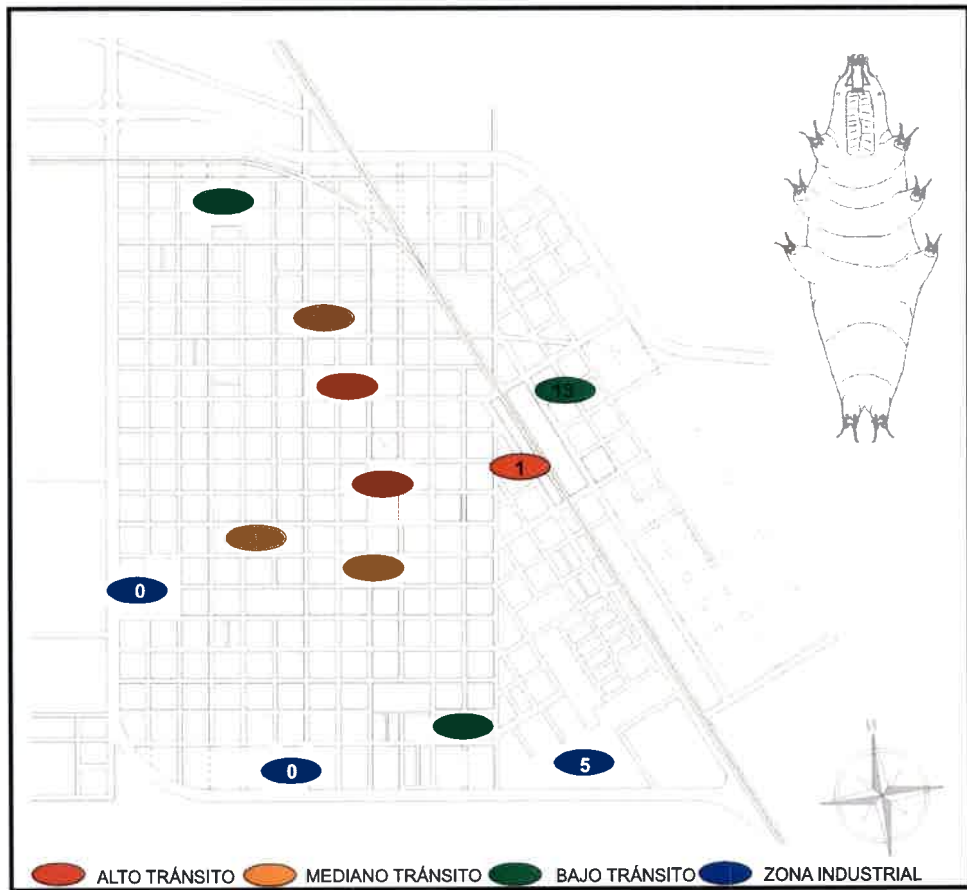


Figura 23. Distribución de la abundancia de tardígrados del género *Milnesium* presente en sitios de alto, medio y bajo tránsito y zona industrial de la ciudad de Las Rosas.

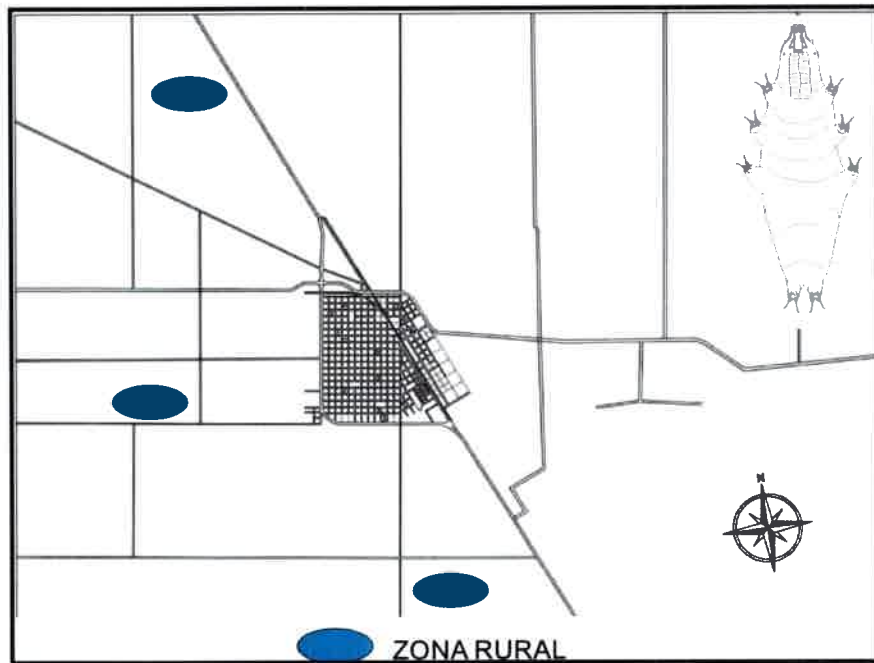


Figura 24. Distribución de la abundancia de tardígrados del género *Milnesium* presente en el sitio rural de la ciudad de Las Rosas.

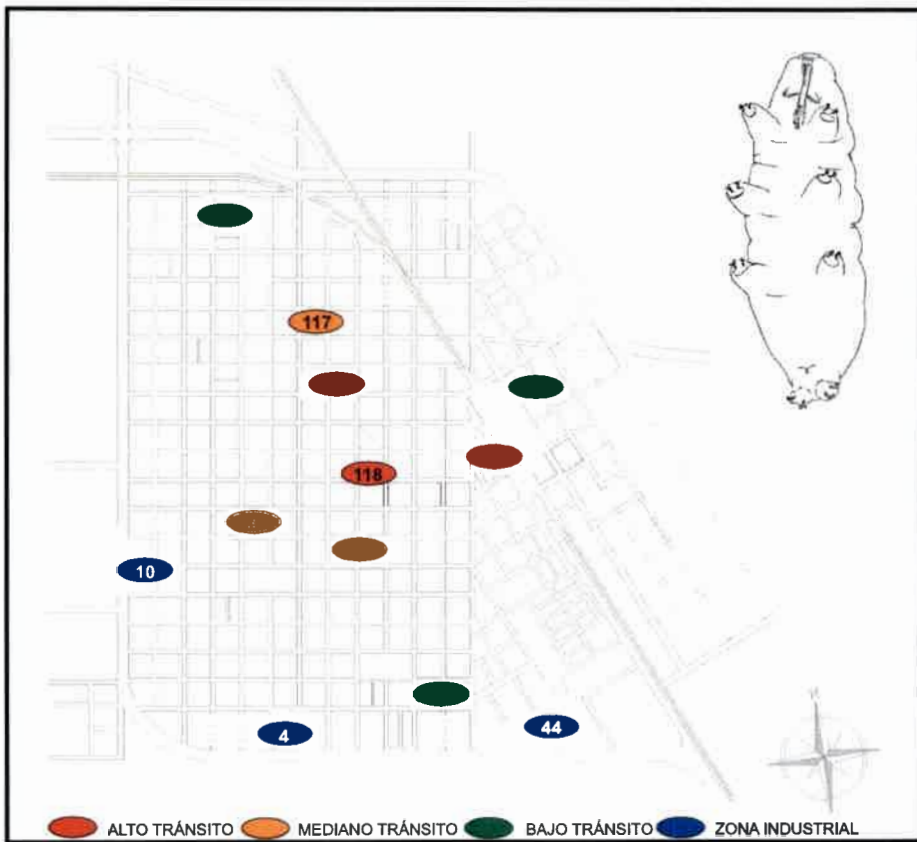


Figura 25. Distribución de la abundancia de tardígrados del género *Paramacrobotus* presente en sitios de alto, medio y bajo tránsito y zona industrial de la ciudad de Las Rosas.

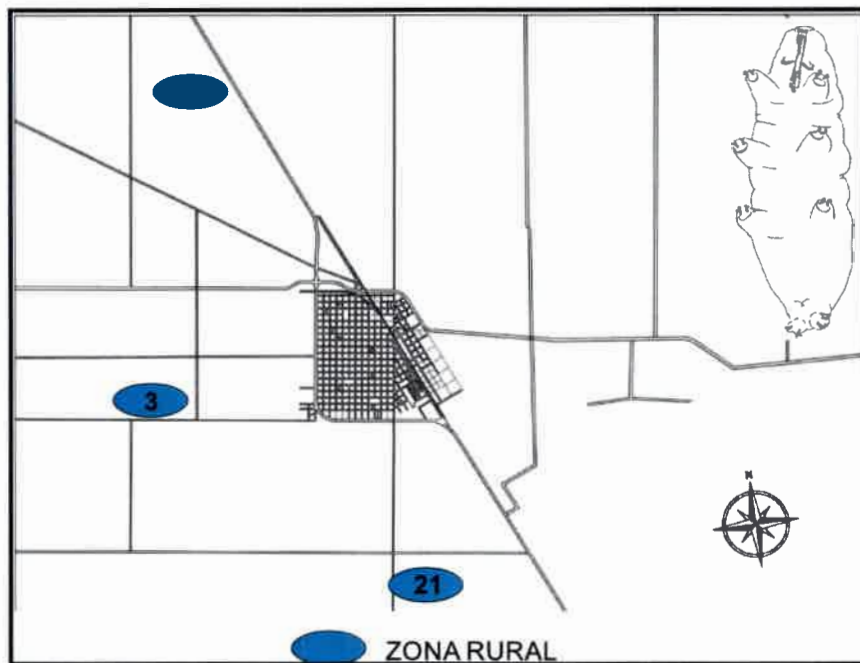


Figura 26. Distribución de la abundancia de tardígrados del género *Paramacrobotus* presente en el sitio rural de la ciudad de Las Rosas.

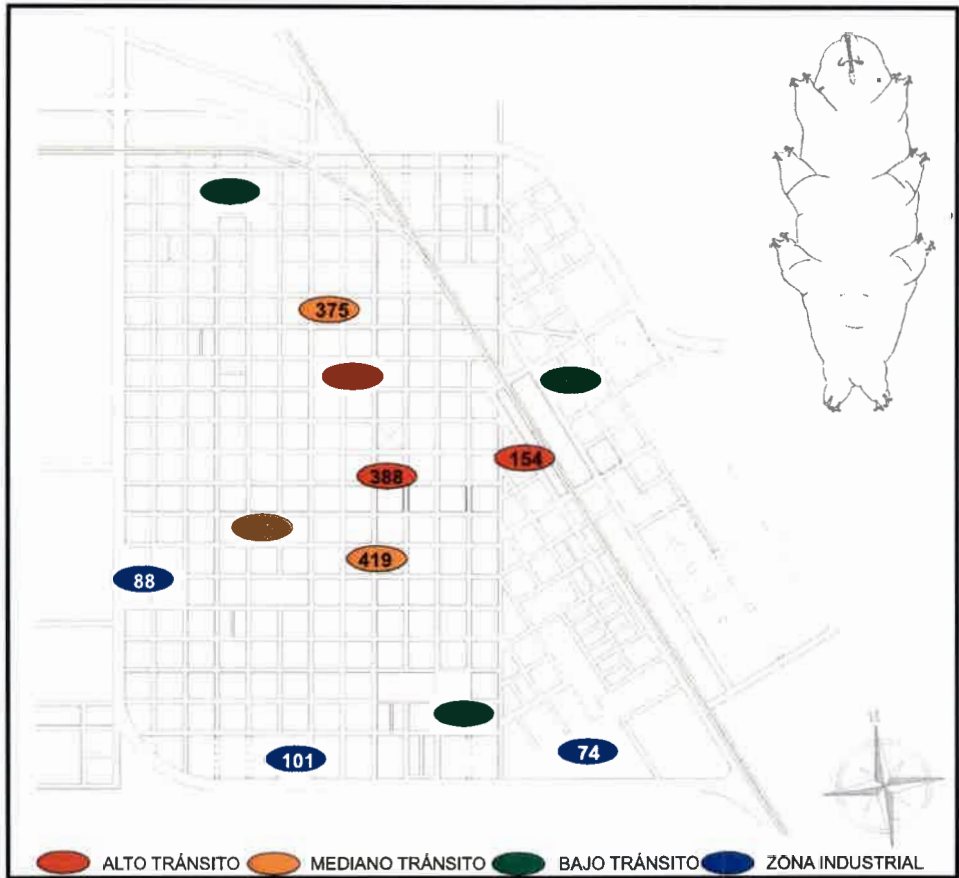


Figura 27. Distribución de la abundancia de tardígrados del género *Macrobiotus* presente en sitios de alto, medio y bajo tránsito y zona industrial de la ciudad de Las Rosas.

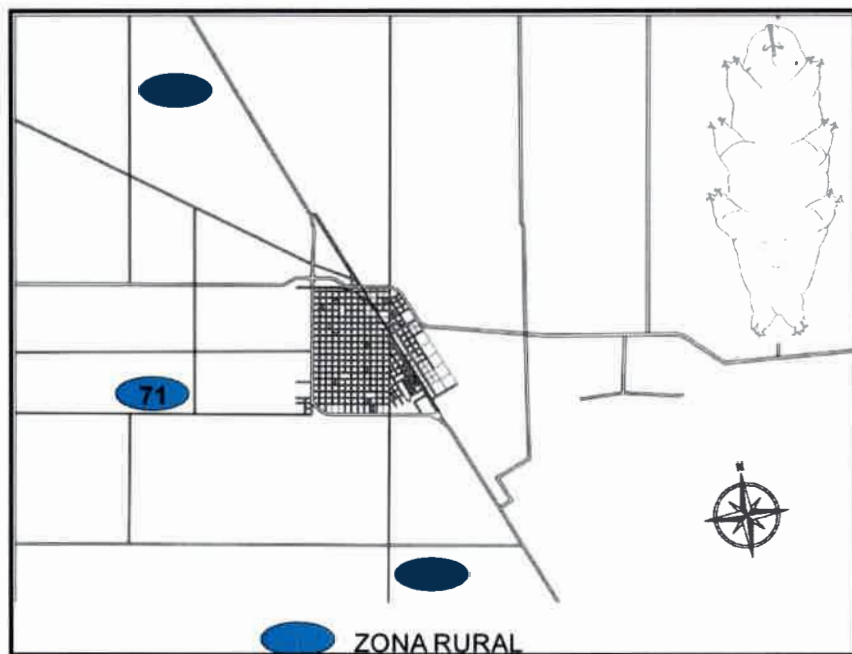


Figura 28. Distribución de la abundancia de tardígrados del género *Macrobiotus* presente en el sitio rural de la ciudad de Las Rosas.

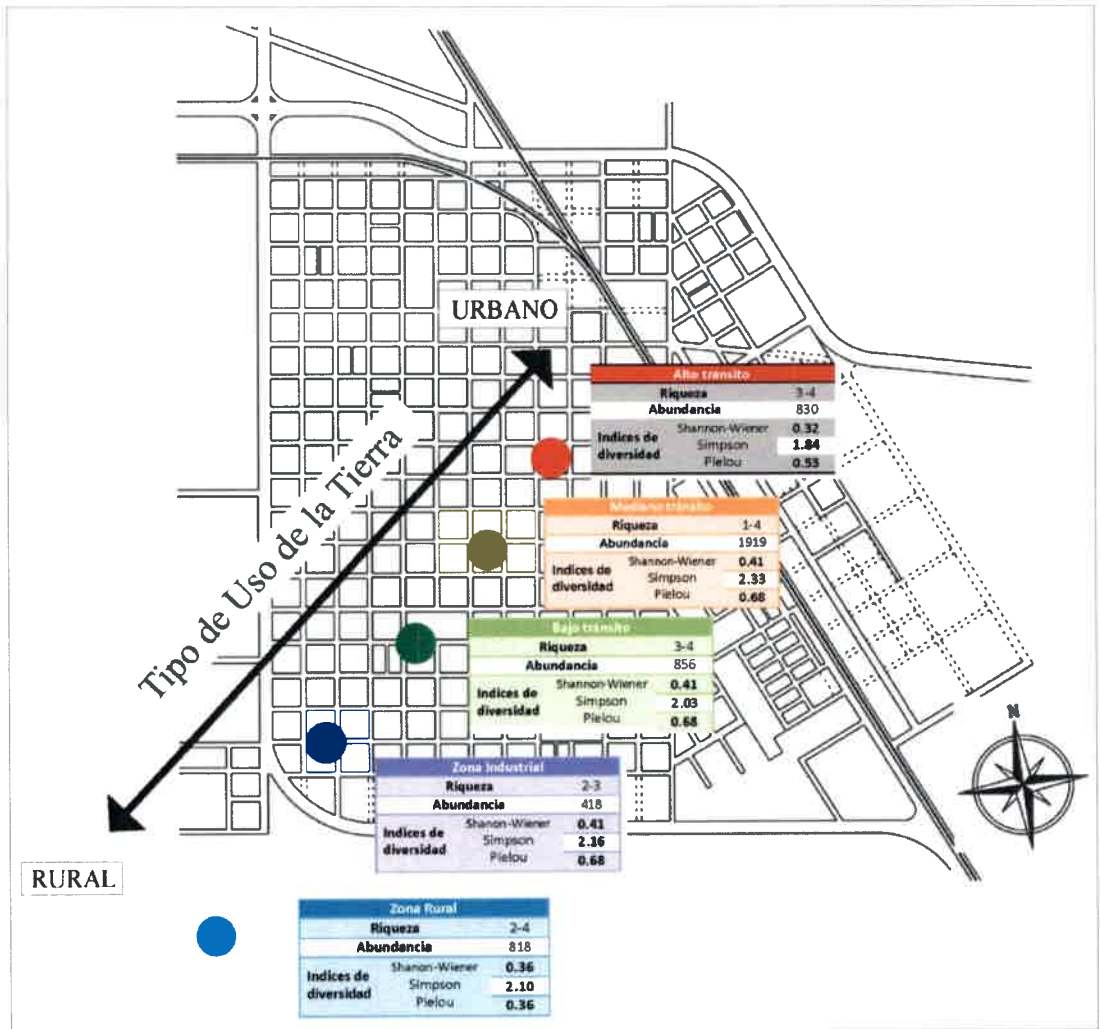


Figura 29. Riqueza, abundancia e índices de diversidad de tardígrados en relación al tipo de uso de la tierra (urbano-rural) en la ciudad de Las Rosas.

4.8. Discusión

En estudios de tardígrados que habitan en ecosistemas urbanos en las regiones Paleártica y Neártica, varios investigadores (Séméria, 1981; Meininger *et al.*, 1985; Steiner, 1994b, Meyer *et al.*, 2013; Johansson *et al.*, 2011) hallaron una riqueza de especies que variaba desde cuatro en Nice (Francia), cinco en Cincinnati (EEUU), siete en Zurich (Suiza), ocho en Lake Charles (EEUU), diez en Fresno (EEUU) y Tokyo (Japón).

En lo que respecta al estudio de tardígrados que habitan en ciudades del centro de Argentina, Peluffo *et al.*, (2006b) registraron coincidencia en la escasa riqueza específica, tanto en la ciudad de Santa Rosa como General Pico, (cinco especies). En ese nivel de comparación en la ciudad de Las Rosas, la riqueza de especies encontrada supera la estimada para otras ciudades argentinas.

Las especies/géneros comunes a las distintas ciudades de Argentina parecen no comportarse de la misma manera en todas ellas. El género *Milnesium* es escaso/raro en Las Rosas mientras que en ciudades pampeanas, este género presentó una alta abundancia en sitios de alto tránsito vehicular asociado a la polución urbana (Peluffo *et al.*, 2006a). *Paramacrobiotus areolatus* parece ser una especie que acompaña el proceso de urbanización. Su frecuencia fue máxima en el sitio de alto tránsito. Siguiendo la terminología de investigadores como; Meininger *et al.*, (1985) y Peluffo *et al.*, (2009 a y b) sobre los niveles de tolerancia de tardígrados en relación al tránsito vehicular; *P. areolatus* podría ser considerado altamente tolerante para la ciudad de Las Rosas en tanto para las ciudades pampeanas mostró una tolerancia media (Peluffo *et al.*, 2009 b). El complejo de especies de *Macrobiotus* también parece soportar las condiciones que ofrece la urbanización si bien muestran baja tolerancia a las condiciones impuestas por el alto tránsito.

Echiniscus se mostró como un género frecuente en áreas de mediano tránsito y zona rural, estando prácticamente ausente en sitios de alto tránsito y siendo escaso en la zona industrial. Este patrón marca las diferencias con lo hallado en Santa Rosa y General Pico, La Pampa; en donde aparece como un género poco común (Peluffo *et al.*, 2007). Los heterotardígrados solo han sido encontrados en tres de las ocho ciudades estudiadas en el mundo (Tokyo, Santa Rosa y General Pico). Desde una perspectiva

biogeográfica, es importante mencionar que el registro de esta especie, en la ciudad de Las Rosas, aporta al comportamiento de los heterotardígrados en ecosistemas urbanos y avala la distribución Neotropical de *E. rufoviridis*.

Ramazzottius oberhaeuseri considerado por Peluffo *et al.*, (2006b) como dominante y codominante de ambientes urbanos, en este estudio se comportó como una especie rara registrándose un único espécimen.

Del análisis de la literatura que trata acerca de los atributos de la fauna de tardígrados, Morgan (1977) fue quien registró hasta el momento la máxima densidad, excepcional; 200 especímenes/cm². En la ciudad de Las Rosas el valor de densidad supera lo señalado por el mencionado autor. Por otro lado Ramazzotti & Maucci (1983) establecen, que un musgo-líquén normalmente se puede llamar rico si hospeda 10-20 individuos/cm². Por lo tanto, la densidad en Las Rosas se puede considerar alta para todos los tipos de sitios, excepto aquel sujeto a las condiciones que imperan en el área industrial.

La mayor abundancia encontrada en el sitio de mediano tránsito en torno a la fauna de tardígrados de la ciudad de Las Rosas estaría indicando que dicha comunidad tiene una alta tolerancia a las condiciones intermedias de urbanización. Ese resultado está en concordancia con la hipótesis de disturbio intermedio (Connell, 1978). En tanto que en los sitios de alto y bajo tránsito la menor tolerancia se manifestaría en una consecuente baja diversidad de tardígrados. El sitio de la zona rural se comportó de manera semejante a los sitios de alto y bajo tránsito vehicular, en cuanto a la abundancia de tardígrados, lo que supone también una tolerancia baja a las condiciones reinantes en el ecosistema rural. El sitio de la zona industrial efectivamente evidencia la menor tolerancia a las condiciones que esa área ofrece para la vida y el desarrollo de los tardígrados.

Dentro de la fauna de tardígrados encontrados, se puede señalar que, algunas de las especies son propias de la región Neotropical (*E. rufoviridis*, *M. sp.*₁, *M. sp.*₆- pertenecientes al complejo *Macrobotus*-, *Milnesium sp. nov.*) y otras son consideradas cosmopolitas (*Paramacrobotus areolatus*, *Ramazzottius oberhaeuseri*). Sin embargo, estas últimas muestran un comportamiento dentro del ecosistema urbano diferente al encontrado en ciudades paleárticas y neárticas.

CAPITULO V
Rafaela
Estructura de las comunidades de tardígrados

5.1. Atributos cuantitativos de la taxocenosis de tardígrados

Se puede señalar a partir del análisis efectuado en los cinco tipos de sitios urbanos de la ciudad de Rafaela, que si bien estadísticamente no presentan diferencias significativas ($p= 0.84$), en cuanto a la riqueza y abundancia, si hay explicaciones biológicas que permitirán explicar algunas diferencias entre los sitios y el comportamiento de las especies en cada uno de ellos.

La mayor abundancia se registró en el sitio de alto tránsito con 736 tardígrados (27 %), (Figs. 30, 35-36). La mayor abundancia por muestra se evidenció en sitios del área industrial con la presencia de 406 especímenes pertenecientes a los géneros *Echiniscus*, *Macrobiotus* y *Milnesium*. Las especies más abundantes por muestra fueron las del complejo *Macrobiotus*. La menor abundancia (6 %) se contabilizó en el sitio rural (Fig.36). En las muestras correspondientes a los sitios de alto, mediano y bajo tránsito vehicular estuvieron presentes 4 géneros, siendo las especies del complejo *Macrobiotus* las más abundantes. Las áreas rurales e industriales presentaron la misma riqueza (5 géneros) aunque ambas difieren por la presencia exclusiva de *Ramazzottius oberhaeuseri* y *Minibiotus* sp., respectivamente.

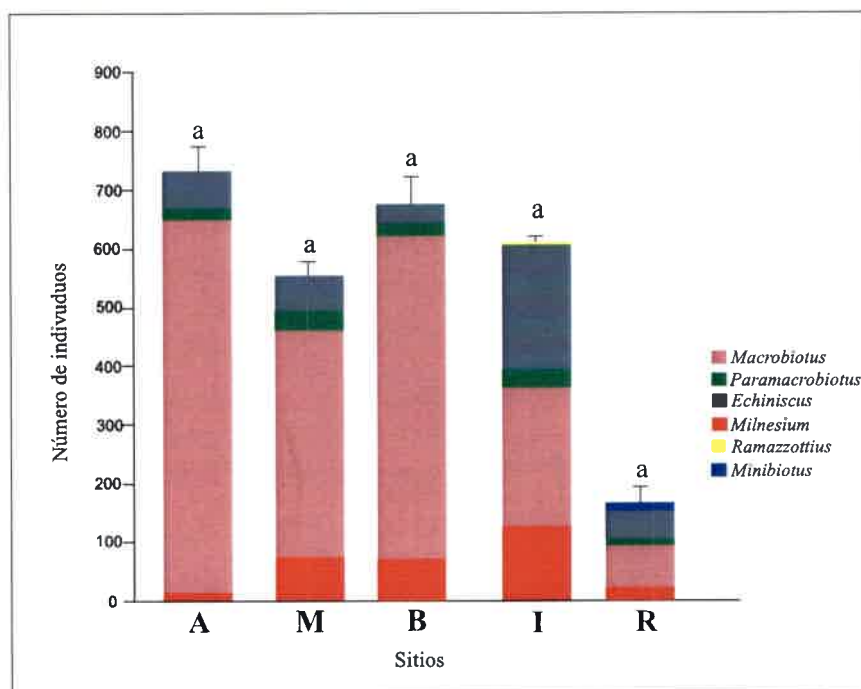


Figura 30. Abundancia de tardígrados en diferentes sectores estudiados de la ciudad de Rafaela (Santa Fe) en el muestreo correspondiente a primavera. Referencias; A; alto tránsito, M; mediano tránsito, B; Bajo tránsito, I; Zona Industrial; R, Zona Rural. Letras distintas indican diferencias significativas a un $p < 0,05$. Media + error estándar para un nivel α del 5%.

5.2. Comportamiento de la abundancia relativa de la fauna de tardígrados a nivel de los distintos grupos/géneros

Macrobotus es el género más abundante, presente en todos los sitios. Domina en los sitios de alto, mediano y bajo tránsito vehicular y zona rural, codominando en sitios de la zona industrial (Tabla 13, Figs.41- 42).

Echiniscus presente en todos los sitios de muestreo, siendo el más abundante solo en los sitios de la zona industrial. Si bien tiene una baja abundancia en el resto de los sitios, se hace mínima en los sitios de bajo tránsito y zona rural (Tabla 13, Figs. 37-38).

Milnesium presente en todos los sitios de muestreo, tiene una abundancia máxima en los sitios de la zona industrial (Tabla 13, Figs.39- 40).

Paramacrobotus tiene una aparición constante pero con baja abundancia (Tabla 13, Figs. 43-44).

Ramazzottius se muestra como una especie rara/escasa. Apareciendo en muy bajo número, solo en dos estaciones de muestreo de la zona industrial.

Minibiotus presente exclusivamente en la zona rural, con una baja abundancia (Tabla 13, Fig. 45).

Tabla 13. Abundancia relativa de tardígrados en los distintos sitios analizados en la ciudad de Rafaela (Santa Fe) durante el muestreo realizado en la primavera de 2008.

	<i>Milnesium</i>	<i>Macrobotus</i>	<i>Minibiotus</i>	<i>Paramacrobotus</i>	<i>Echiniscus</i>	<i>Ramazzottius</i>
Tránsito Alto	2,31 (± 0.7) ^b	87,91 (± 20.2) ^b	0,00	2,58 (± 1.01) ^b	7,20 (± 3.31) ^b	0,00
Tránsito Mediano	14,00 (± 4.9) ^b	68,40 (± 29.4) ^b	0,00	6,46 (± 4.9) ^b	11,13 (± 4.41) ^b	0,00
Tránsito Bajo	11,00 (± 7.5) ^b	80,21 (± 18.7) ^b	0,00	3,08 (± 0.4) ^b	5,72 (± 3.41) ^b	0,00
Zona Industrial	22,99 (± 4.5) ^b	34,48 (± 22.1) ^b	0,00	4,43 (± 0.4) ^b	37,93 (± 3.41) ^b	0,16
Zona Rural	16,28 (± 3.41) ^b	39,53 (± 3.09) ^b	10,47 (± 6.41) ^b	7,56 (± 1.4) ^b	26,16 (± 10.4) ^b	0,00

Referencias: abundancia relativa (ind/sitio); se muestran valores promedio y error estándar. Letras distintas (por columna) indican diferencias significativas a un $p < 0,05$.

5.3. Densidad

El análisis de la densidad no mostró diferencias significativas ($H=4,75$; $p=0,43$) entre los distintos géneros en los sitios estudiados (Tabla 13). Se debe remarcar que el análisis estadístico fue realizado con un test no paramétrico que reemplaza datos por

categorías o rangos. Si bien estadísticamente no presenta diferencias, desde un análisis en el contexto biológico los resultados adquieren relevancia y, se discuten posteriormente desde la significancia biológica.

Tabla 14. Densidad media de tardígrados en cada sitio de muestreo de la ciudad de Rafaela (Santa Fe) durante el muestreo realizado en la primavera de 2008.

Zona Urbana			Zona Industrial	Zona Rural
T. alto	T. mediano	T. Bajo		
9.56 (± 2.94)	7.23 (± 3.41)	8.86 (± 2.3)	7.92 (± 0.95)	2.23 (± 7.07)

Referencias: T= tránsito. Media \pm error estándar para un nivel α del 5%.

La densidad de tardígrados expresada en especímenes/cm² fue máxima en un sitio de la zona industrial (47.48 especímenes/cm²). El género que presentó un valor de densidad máximo fue *Macrobotus* (32.28 especímenes/cm²). La densidad mínima fue encontrada en el sitio rural (20 especímenes/cm²).

5.4. Índices de diversidad

El rango de la diversidad presentado por el índice de Shannon-Wiener varió de 0.21-0.60. Los sitios de la zona industrial y rural fueron los de mayor valor de diversidad y se correspondieron con equitatividades mayores. El sitio de alto tránsito presentó el menor valor de equitatividad, debido a la marcada abundancia y dominancia del complejo de especies de *Macrobotus* (Tabla 14, Fig. 30). El índice de Simpson mostró el mayor valor para los sitios de la zona industrial y rural en donde la riqueza es máxima (Tabla 14, Fig. 31).

Tabla 15. Valores de los índices de diversidad de tardígrados: Índice de Shannon-Wiener (H'), Índice de Pielou (J') e Índice de Simpson ($1/D$) en cada sitio de muestreo de la ciudad de Rafaela (Santa Fe) durante la primavera de 2008.

Índices	T. Alto	T. Mediano	T. Bajo	Zona Industrial	Zona Rural
H'	0,21	0,42	0,30	0,53	0,60
J'	0,35	0,70	0,50	0,75	0,87
$1/D$	1,28	2,01	1,52	3,14	3,46

Referencias: T= tránsito.

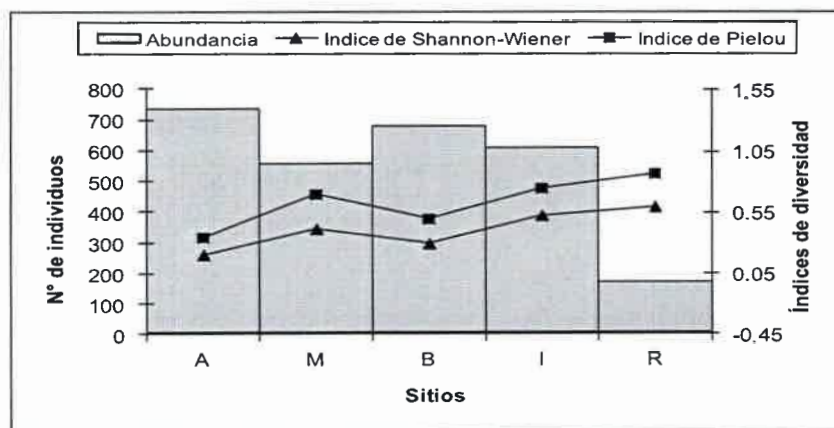


Figura 31. Abundancia y diversidad (Shannon-Wiener, Índice de Pielou) de tardígrados entre sitios de muestreo de la ciudad de Rafaela (Santa Fe) en la primavera de 2008.

Referencias; A; alto tránsito, M; mediano tránsito, B; Bajo tránsito, I; Zona Industrial; R, Zona Rural

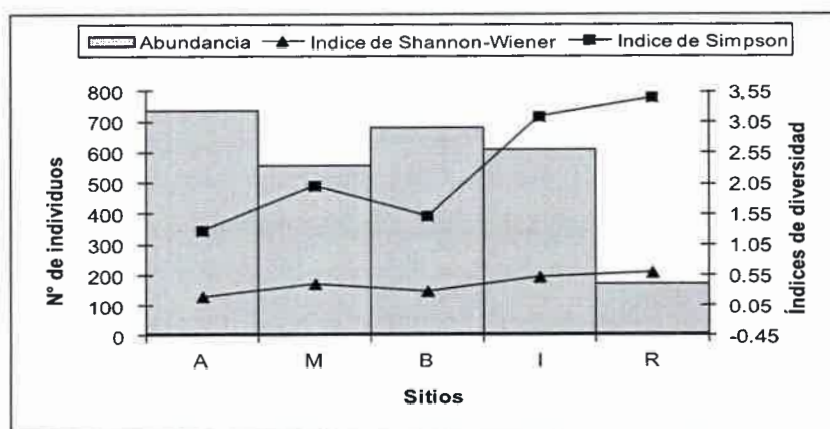


Figura 32. Abundancia y diversidad (Shannon-Wiener, Índice de Simpson) de tardígrados entre sitios de muestreo de la ciudad de Rafaela (Santa Fe) en la primavera de 2008.

Referencias; A; alto tránsito, M; mediano tránsito, B; Bajo tránsito, I; Zona Industrial; R, Zona Rural

5.5. Clasificación de las comunidades de tardígrados

De acuerdo al índice de Morisita-Horn el mayor valor de similitud fue para los sitios de alto y bajo tránsito ($p < 0,05$).

El análisis de conglomerados (con un nivel de corte del 65% de la información) basado en la abundancia de tardígrados por sitio permitió identificar 4 grupos, (Fig. 32): I) alto-bajo tránsito, caracterizado por compartir una semejante composición de especies-complejo de especies de *Macrobiotus*, *Paramacrobiotus* y *Echiniscus*; II) mediano tránsito, determinado por la presencia de *Macrobiotus*, *Milnesium*; III y IV) zona industrial y zona rural, determinados por la presencia exclusiva de *Ramazzottius* y *Minibiotus* en cada sitio respectivamente.

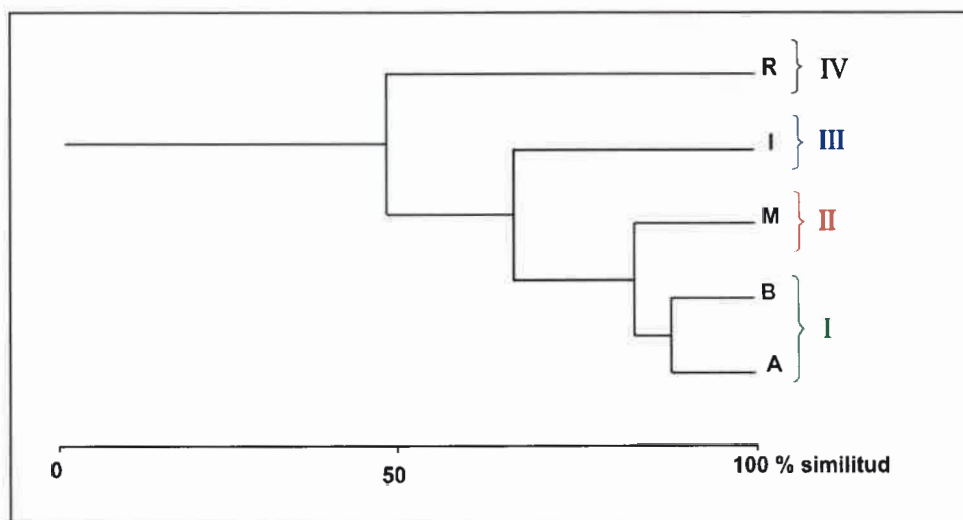


Figura 33. Dendrograma representando las relaciones entre sitios basada en la abundancia de la fauna de tardígrados en la ciudad de Rafaela (Santa Fe) durante la primavera de 2008. Método de vinculación simple. Medida de distancia de Bray-Curtis.

Referencias: A, M, B (alto, mediano y bajo tránsito); I, R (zona rural y zona industrial); I, II, III y IV corresponden a los distintos grupos.

5.6. Ordenamiento de la composición de la fauna de tardígrados

5.6.1. Análisis de correspondencia

La presencia del género *Ramazzottius* y *Minibiotus* tuvieron una distribución independiente en relación a los tipos de sitios. *Macrobiotus* se asoció en torno a sitios

de alto, mediano y bajo tránsito. *Echiniscus* y *Milnesium* presentaron una correspondencia con el sitio de la zona industrial. (Fig. 34).

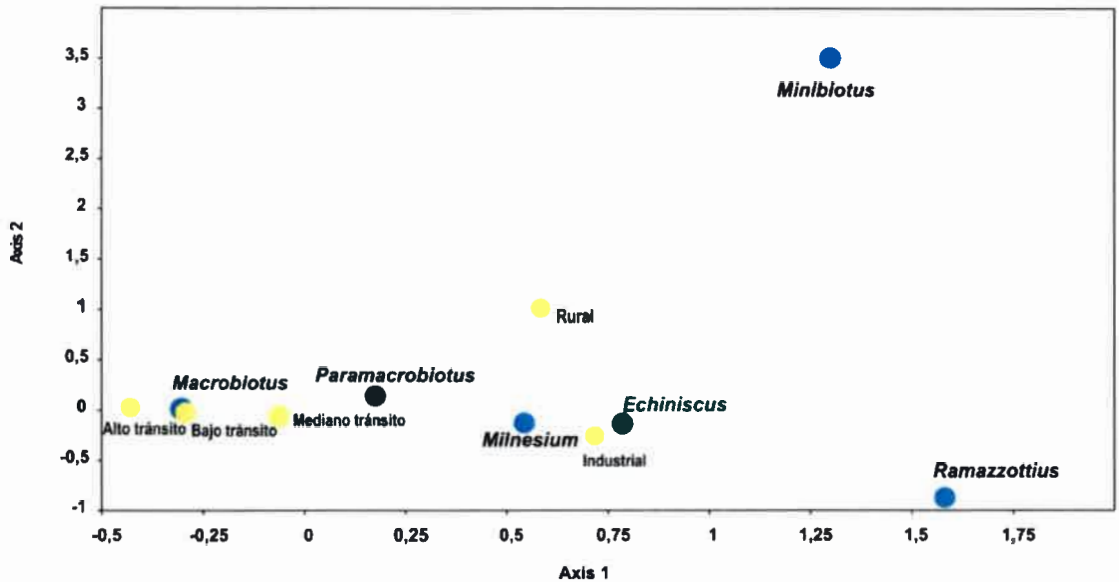


Figura 34. Análisis de correspondencia de la fauna de tardígrados en relación con los sitios de muestreo de la ciudad de Rafaela (Santa Fe) durante la primavera de 2008.

Referencias: círculos azules representan los géneros y círculos amarillos representan los sitios.

5.7. Representación gráfica de la diversidad de tardígrados

Toda la información analizada se sintetizó en mapas que muestran los atributos cuantitativos en los diferentes tipos de sitios de la Localidad de Rafaela (Figs. 35-36). Además, se incluyeron los mapas de cada género en los diferentes tipos de sitios estudiados (Figs. 37-45). Con el fin de resumir de una manera práctica las variables analizadas en el marco de esta tesis, la riqueza, abundancia e índices de diversidad se ilustran gráficamente en torno al tipo de uso de la tierra (Fig. 46).

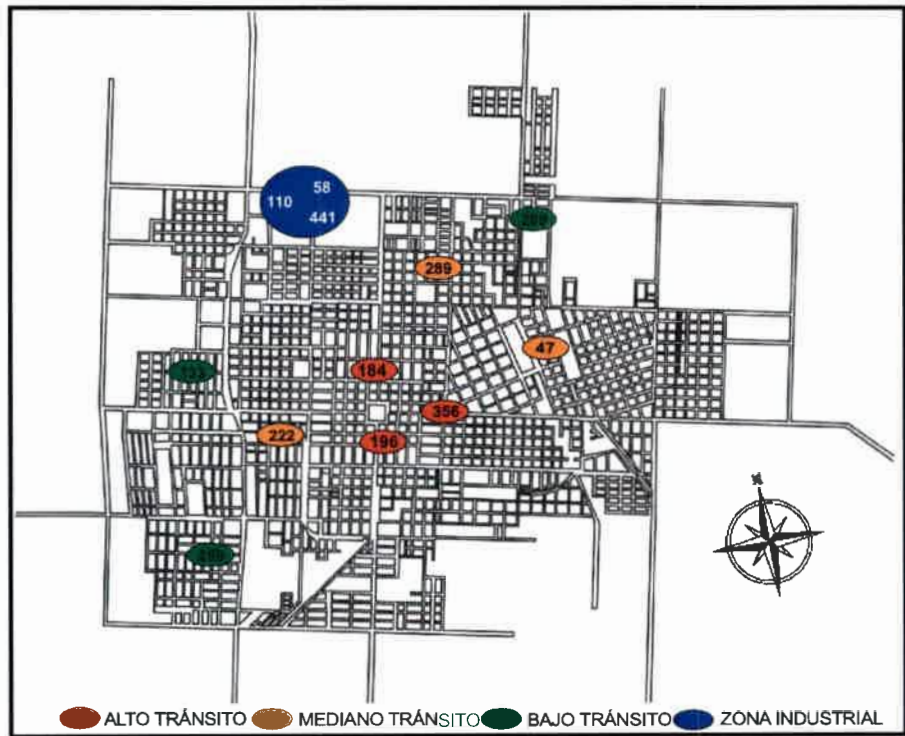


Figura 35. Distribución de la abundancia de tardígrados presentes en sitios de alto, medio y bajo tránsito y zona industrial de la ciudad de Rafaela.

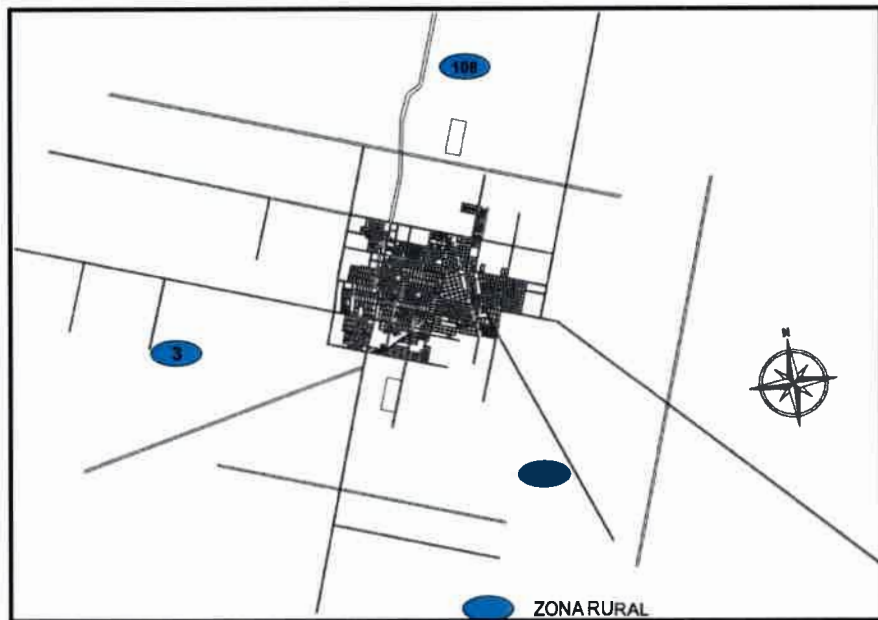


Figura 36. Distribución de la abundancia de tardígrados presentes en el sitio rural de la ciudad Rafaela.

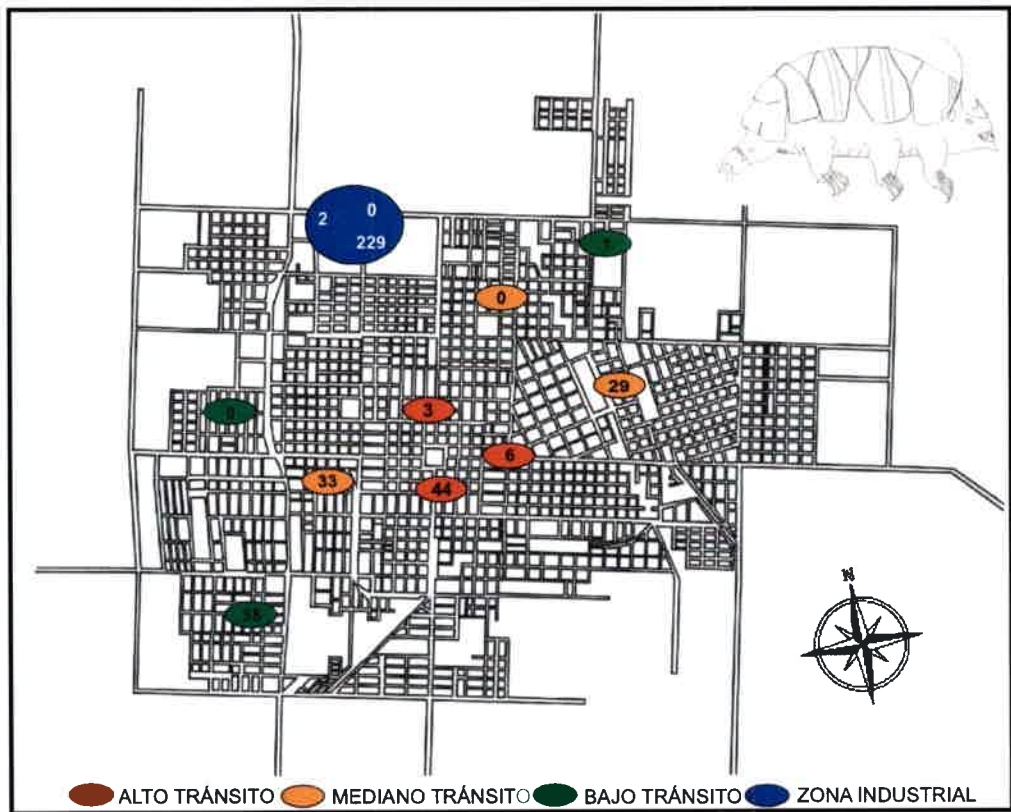


Figura 37. Distribución de la abundancia del género *Echiniscus* presente en sitios de alto, medio y bajo tránsito y zona industrial de la ciudad de Rafaela.

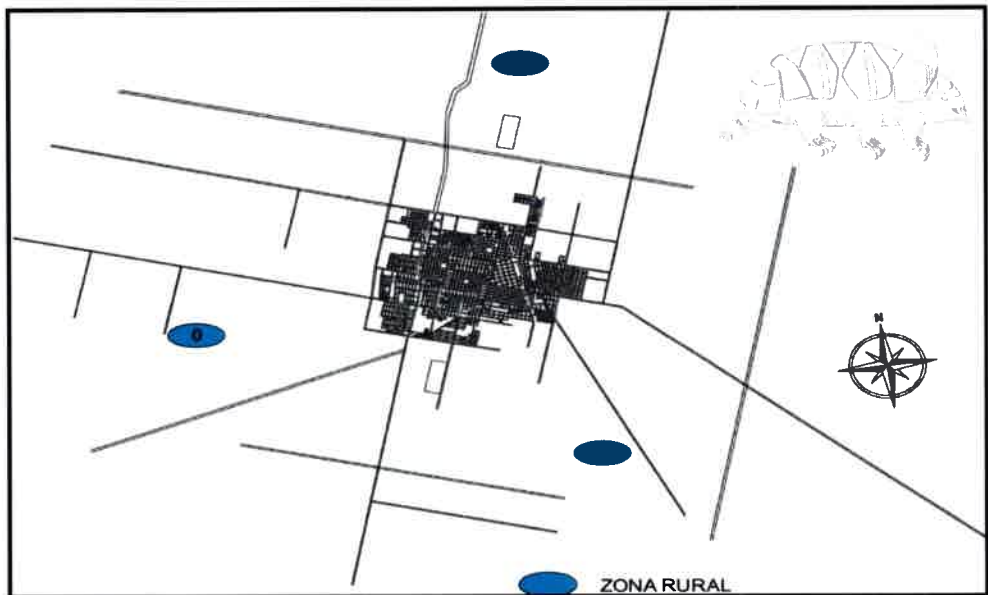


Figura 38. Distribución de la abundancia del género *Echiniscus* presente en el sitio rural de la ciudad Rafaela.

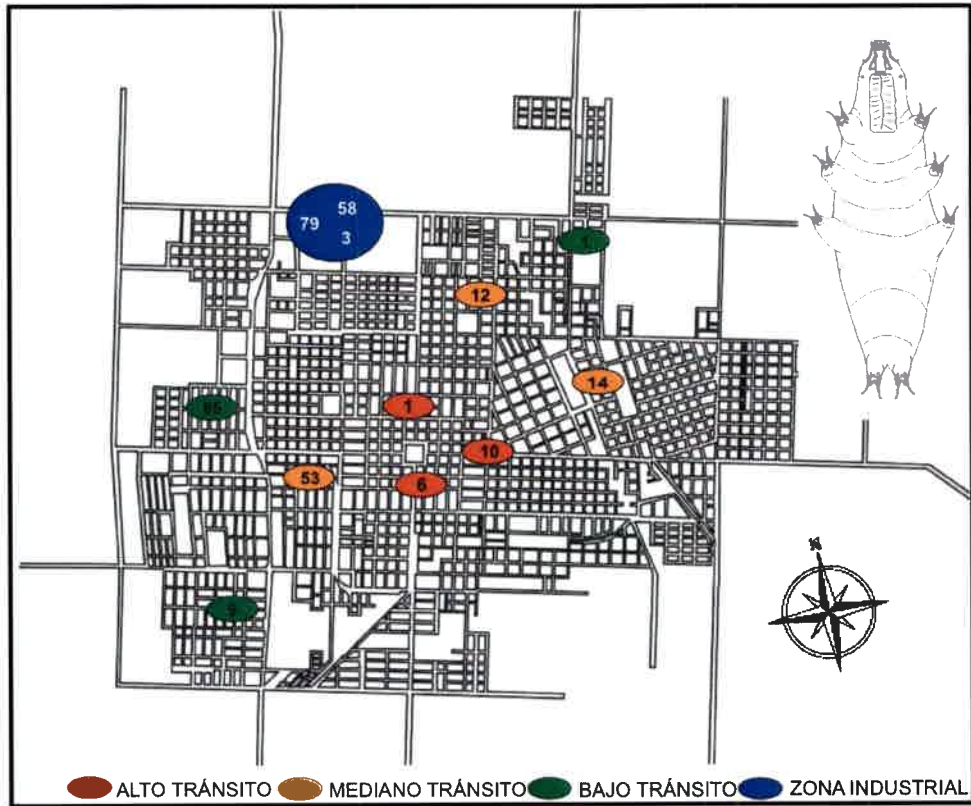


Figura 39. Distribución de la abundancia de tardigrados del género *Milnesium* presente en sitios de alto, medio y bajo tránsito y zona industrial de la ciudad de Rafaela.

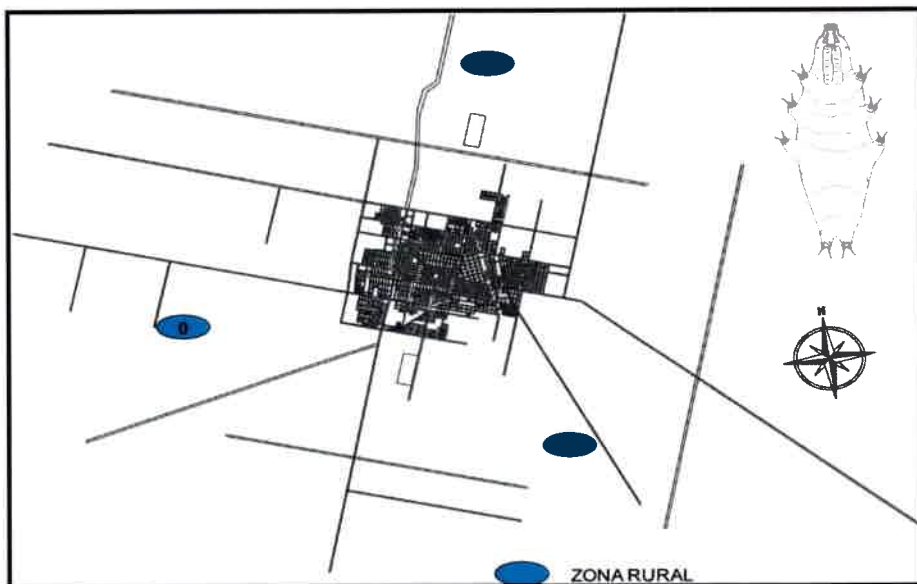


Figura 40. Distribución de la abundancia del género *Milnesium* presente en el sitio rural de la ciudad Rafaela.

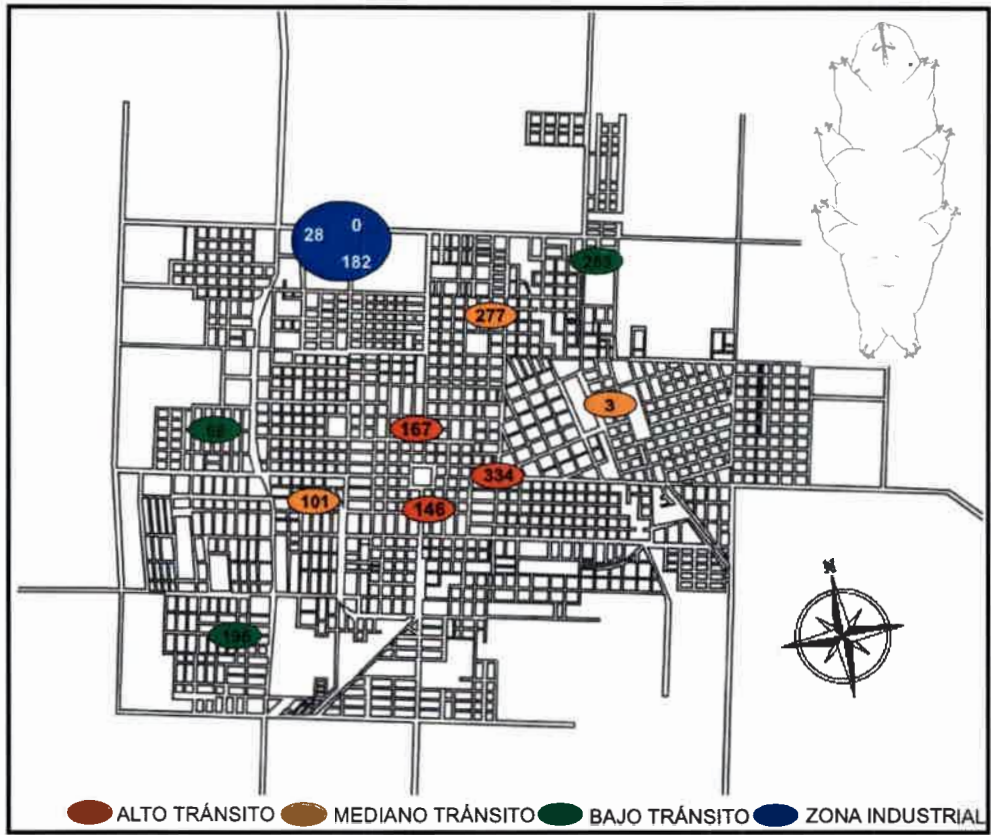


Figura 41. Distribución de la abundancia del género *Macrobiotus* presente en sitios de alto, medio y bajo tránsito y zona industrial de la ciudad de Rafaela.

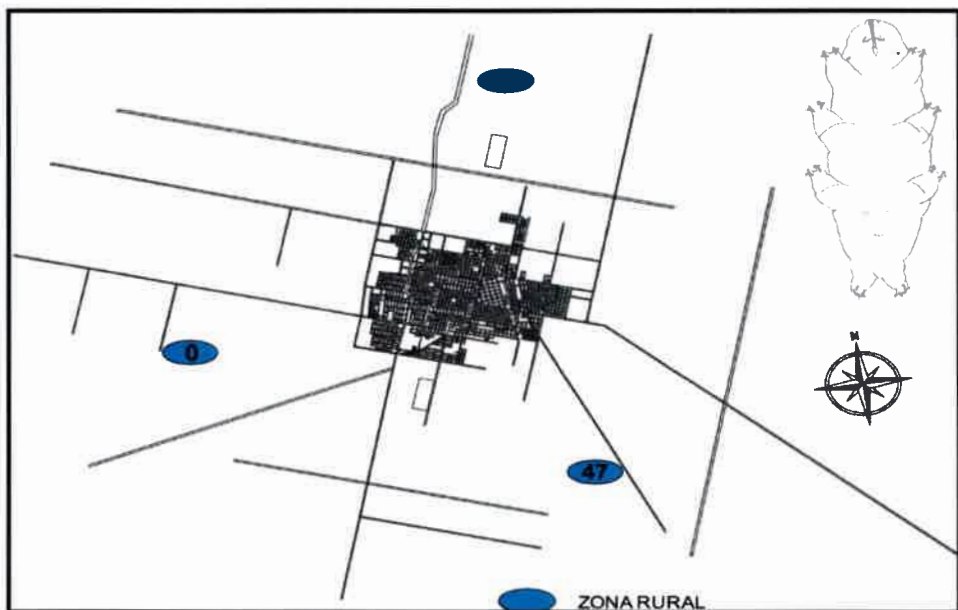


Figura 42. Distribución de la abundancia de tardígrados del género *Macrobiotus* presente en el sitio rural de la ciudad Rafaela.

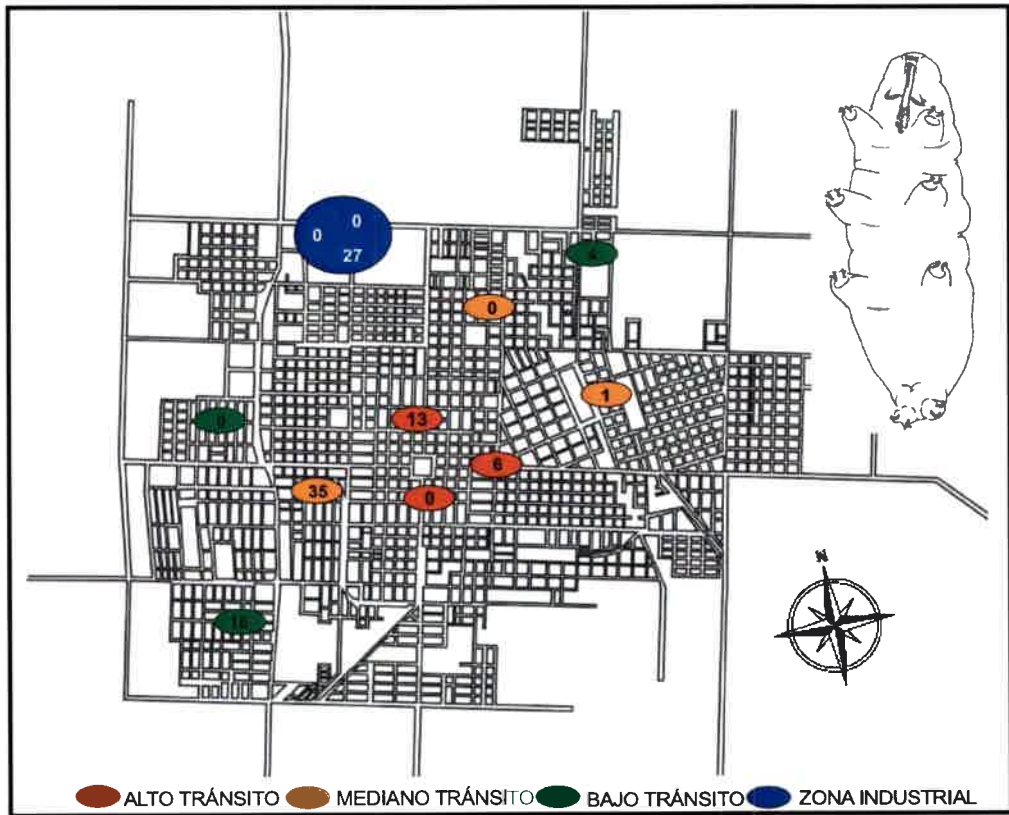


Figura 43. Distribución de la abundancia de tardígrados del género *Paramacrobiotus* presente en sitios de alto, medio y bajo tránsito y zona industrial de la ciudad de Rafaela.

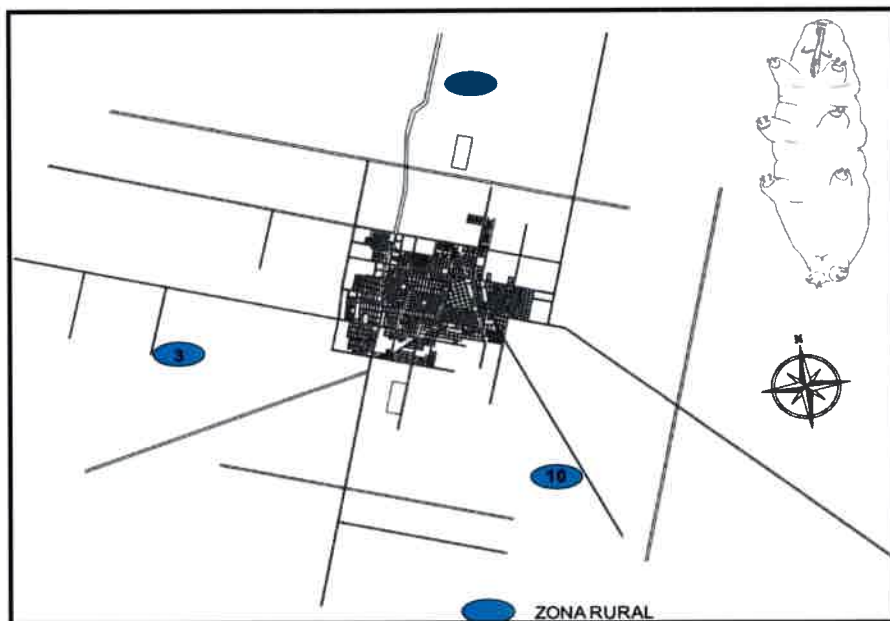


Figura 44. Distribución de la abundancia de tardígrados del género *Paramacrobiotus* presente en el sitio rural de la ciudad Rafaela.

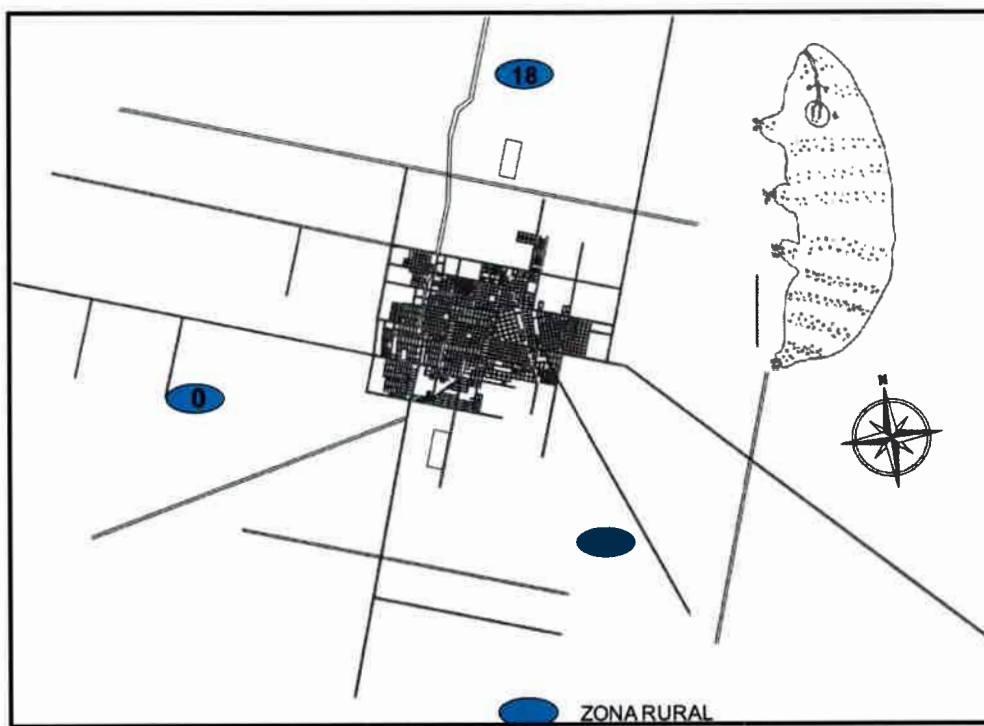


Figura 45. Distribución de la abundancia de tardígrados del género *Minibiotus* presente en el sitio rural de la ciudad Rafaela.

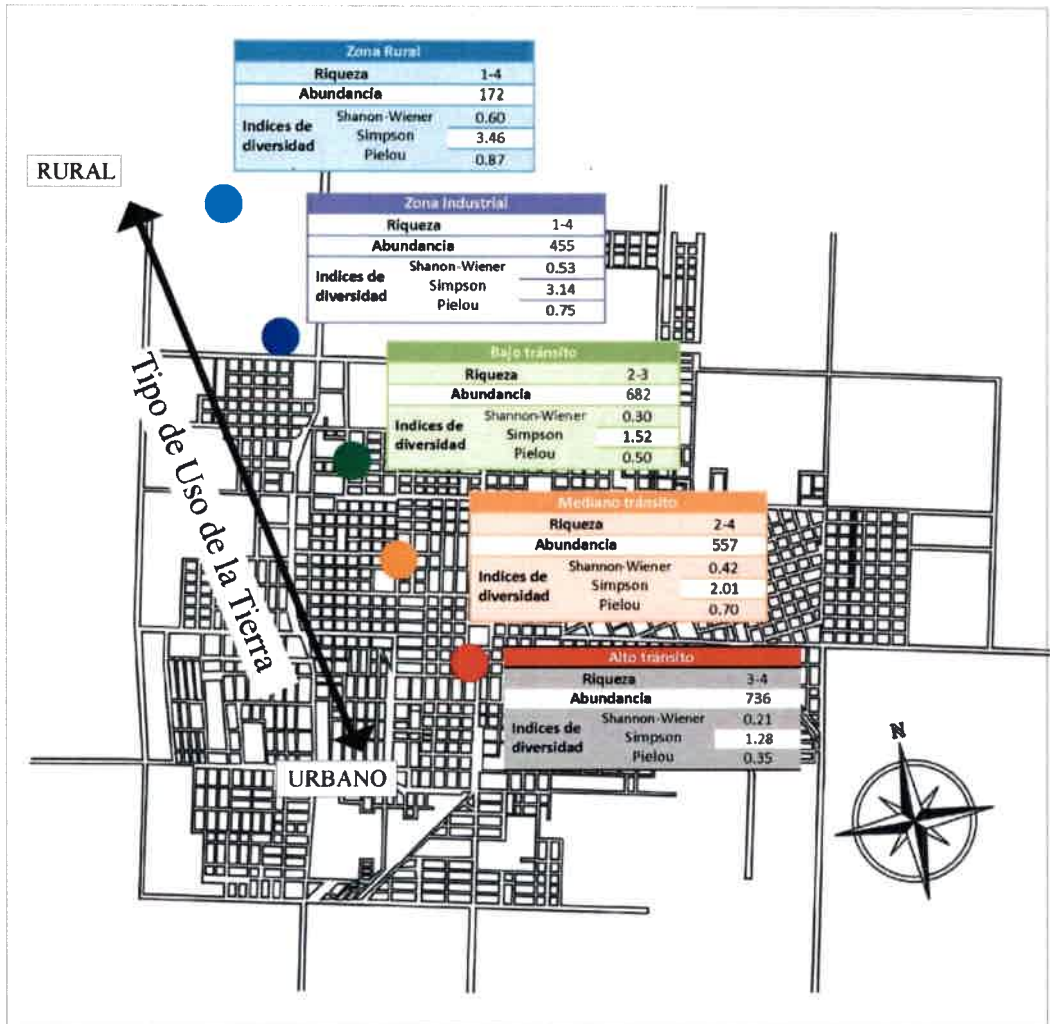


Figura 46. Riqueza, abundancia e índices de diversidad de tardígrados en relación al tipo de uso de la tierra (urbano-rural) en la ciudad de Rafaela.

5.8. Discusión

Todos los sitios de la ciudad de Rafaela albergaron menos de 10 individuos/cm². Si se considera el criterio de Ramazzotti & Mauci (1983), quienes sostienen que las briofitas pueden ser consideradas ricas en tardígrados si contienen entre 10-20 especímenes /cm², la densidad de tardígrados de Rafaela, debería ser considerada baja.

La riqueza de especies estuvo distribuida uniformemente en los sitios de alto, mediano y bajo tránsito. La mayor riqueza de especies/géneros fue levemente mayor en sitios rurales resultado congruente con lo hallado por Johansson *et al.*, (2011) en un área de California (USA). La riqueza de especies/géneros reportados en sitios de alto tránsito de la ciudad de Rafaela supera lo encontrado en otros centros urbanos de la región Neotropical.

A las ya conocidas especies/géneros de la provincia de Santa Fe se agrega para la ciudad de Rafaela el registro del género *Minibiotus*.

Sólo el complejo de especies de *Macrobiotus* se comporta como ampliamente tolerante a las condiciones de urbanización. El resto de los tardígrados parecen acompañar el proceso de crecimiento urbano o bien presentan una respuesta negativa al desarrollo de la ciudad. Las condiciones imperantes en la ciudad de Rafaela permitirían que el complejo de especies de *Macrobiotus* se muestre como dominante en todos los sitios.

Echiniscus rufoviridis presenta una escasa abundancia en todos los sitios muestreados (excepto en la zona industrial), coincidiendo con lo mencionado para las ciudades de Santa Rosa y General Pico de la provincia de La Pampa (Peluffo *et al.*, 2006a). Esta especie parece acompañar la expansión urbana. Podría inferirse que *E. rufoviridis* en las ciudades pampeanas encuentra limitada su distribución y abundancia en relación a la variable humedad relativa. En la ciudad de Rafaela el modelaje de esa población de tardígrados estaría influenciada por el componente “grado de uso de urbanización”. *E. rufoviridis* se comporta en ambas ciudades como una especie estenoplástica. Como sucede en Las Rosas, la presencia de echiniscidos en la ciudad de Rafaela corrobora la preferencia de ese taxón a las condiciones imperantes en esos ecosistemas urbanos de la región Neotropical.

El único representante del orden Apochela que se ha encontrado en otras ciudades Neotropicales, Paleárticas y Neárticas es *Milnesium tardigradum* el cual es

reconocido por ser una especie cosmopolita y ubicua. Su equivalente en Rafaela es *Milnesium* sp. que estuvo presente en todos los sitios, siendo máxima su abundancia en el sitio de la zona industrial, mostrando tolerancia a la polución urbana. Esta especie santafesina podría desarrollar el mismo nicho que ostenta *M. tardigradum* en las ciudades de Santa Rosa-General Pico (Argentina), California-Cincinnati (USA), Nice (Francia) y Zurich (Suiza).

Paramacrobotus areolatus es considerada una especie cosmopolita, ha sido registrada en las regiones Paleártica, Neártica, Neotropical y Etiópica, siendo rara en ecosistemas urbanos. Fue reportada por primera vez en una ciudad por Peluffo (2006a) y luego se produjeron nuevos hallazgos (Peluffo *et al.*, 2007, 2009b; Baudino *et al.*, 2010, Johansson *et al.*, 2011; Blanco *et al.*, 2012; Rocha & Claps, 2010; Rocha *et al.*, 2011; Rocha, 2012; Meyer *et al.*, 2013). En la ciudad de Rafaela estuvo presente en todos los sitios analizados, con una distribución medianamente regular/homogénea, coincidiendo con lo señalado en ciudades pampeanas (Peluffo, 2007). *Paramacrobotus areolatus* parece acompañar al proceso de urbanización rafaélino. A escala global esta especie no presenta un patrón de distribución claramente definido, sino más bien que depende de las condiciones particulares del área analizada, por ejemplo, Johansson *et al.*, (2011) la encontraron asociada exclusivamente en un sitio rural en California (USA).

Ramazzottius oberhaeuseri en la ciudad bajo estudio se comportó como una especie sumamente rara. Sólo se encontró un espécimen en la zona industrial. Si bien es considerada ubicua, cosmopolita y ha estado presente con una elevada frecuencia en ciudades pampeanas y en el Hemisferio Norte; parecería que alguna de las variables que hacen al micro-mesohábitat en la ciudad rafaélina no es propicio para el desarrollo de esta especie urbana.

Escasos son los registros del género *Minibiotus* en trabajos bioecológicos. En el estudio de los tardígrados de Rafaela *Minibiotus* estuvo restringido exclusivamente a muestras de la zona rural, concordando con lo hallado por Meininger *et al.*, (1985) en Cincinnati (USA). En tanto Meyer *et al.*, (2013) reporta la presencia de este taxón en ambientes urbanos y zonas silvícolas de Louisiana (USA). En una ciudad de California (USA) se comportó como exclusivo de sitios urbanos (Johansson *et al.*, 2011). Los representantes de este género podrían ser considerados como resistentes-tolerantes tanto

a la polución urbana como a la contaminación de productos resultado de las actividades antrópicas en los sistemas cultivados.

Si se comparan los sitios expuestos al tránsito vehicular con las áreas industriales y rurales se puede decir que sólo *Minibiotus* es una especie exclusiva del ámbito rural y *Ramazzottius* del área industrial, el resto de las especie son comunes a los perímetros del ejido urbano.

La mayor abundancia de tardígrados se registró en el sitio de alto tránsito en donde el complejo de especie *Macrobotus* fue dominante, por lo que esas comunidades se manifestarían como poleotolerantes. Dicho resultado se corresponde con la hipótesis de disturbio alto (Gray, 1989).

La menor abundancia fue en el sitio rural. Si se compara el ambiente urbano con el rural, se podría pensar el este último representa un ambiente más limpio, más natural, pero por el contrario en los últimos años al aumento del uso de productos agroquímicos a convertido a los sitios rurales en áreas menos naturales y cada vez más se ven sometidas al impacto del uso de la tierra. Varios autores han demostrado que la equitatividad, diversidad de especies declina en respuesta al uso de fertilizantes y herbicidas (Reice, 1994, Chapin *et al.*, 1998, Thomas *et al.*, 1999, Yeates & Bongers, 1999, Foley *et al.*, 2005 y Oswald *et al.*, 2010). En la ciudad bajo estudio esas variables podrían estar actuando en detrimento de la abundancia de tardígrados rurales.

CAPITULO VI

Análisis comparativo de la taxocenosis de tardígrados en la ciudad de Las Rosas y Rafaela

6.1. Atributos de las comunidades estudiadas

A partir del análisis efectuado entre la ciudad de Las Rosas y Rafaela, se puede señalar que existen diferencias significativas entre ellas en cuanto a la riqueza y abundancia de tardígrados ($p < 0.05$).

La abundancia de la fauna de tardígrados en la ciudad de Las Rosas fue, en general, mayor a la encontrada en la ciudad de Rafaela, (Fig. 47). La riqueza de especies/género fue mayor en Rafaela, la que registró un nuevo género para la provincia de Santa Fé.

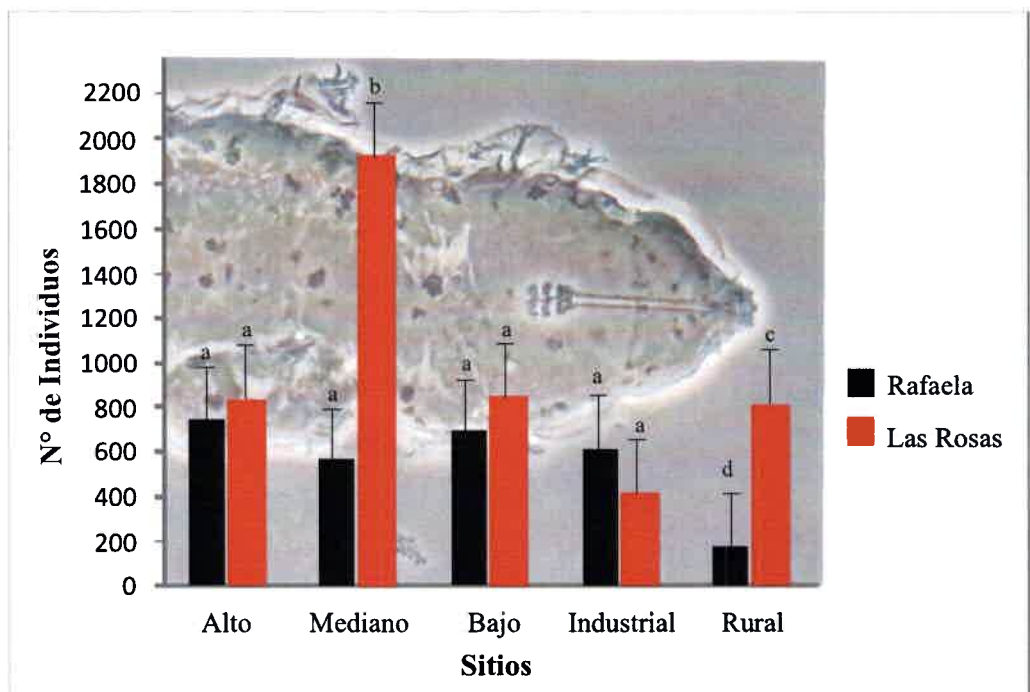


Figura 47. Abundancia de tardígrados en diferentes sectores de las ciudades analizadas en primavera de 2008.

Referencias; Letras distintas indican diferencias significativas a un $p < 0,05$. Media+ error estándar para un nivel α del 5%.

6.2. Comportamiento de las especies en las distintas escalas de muestreo

El análisis de las poblaciones de tardígrados en ambas ciudades reveló que *Milnesium* sp. fue una de las especies que presentó diferencias significativas a nivel de localidad en todos los sitios muestreados de la ciudad de Rafaela y Las Rosas ($p < 0.05$).

Diferencias que pueden adjudicarse a su abundancia: fue la única población cuyos valores de abundancia fueron superiores a los de Las Rosas en todos los sitios muestreados y el valor máximo fue en el sitio industrial (Fig. 48).

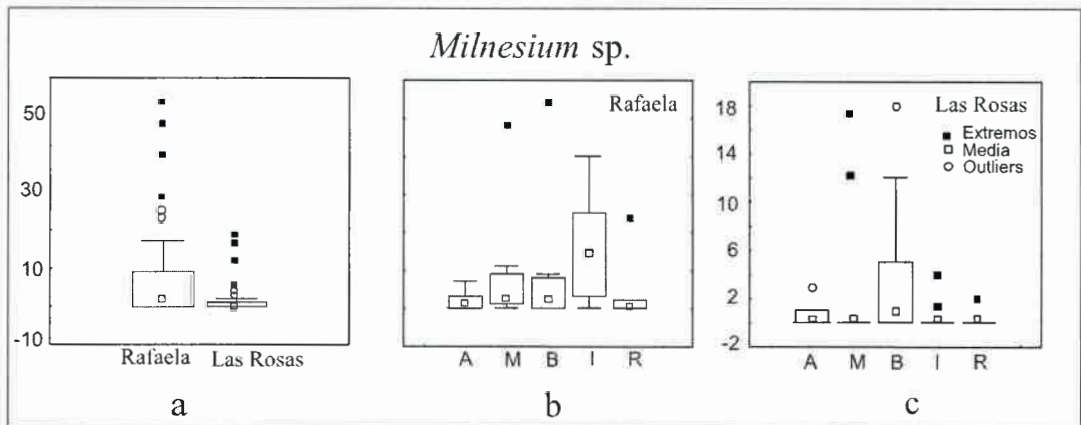


Figura 48. Variación de la abundancia de *Milnesium sp.*; a, entre las ciudades de Rafaela y Las Rosas, b, entre los sitios de la ciudad de Rafaela; c, variación entre los sitios de la ciudad de Las Rosas.

Referencias; A; alto tránsito, M; mediano tránsito, B; Bajo tránsito, I; Zona Industrial; R, Zona Rural. Media+ error estándar para un nivel α del 5%.

El complejo de especies de *Macrobiotus* fue dominante en ambas ciudades. Si bien no se obtuvieron diferencias significativas entre las ciudades estudiadas ($p= 0,301$) se encontraron diferencias dentro de los sitios de cada ciudad ($p<0.05$). Esas variaciones se deben al comportamiento diferencial que mostró este complejo de especies. En Las Rosas, la abundancia máxima fue registrada en el sitio de mediano tránsito. Por el contrario, en Rafaela, ese sitio tuvo menor abundancia y el pico máximo se observó en el sitio de alto tránsito. Un patrón semejante, en abundancia, se observó entre los sitios industriales y rurales en cada localidad (Fig. 49).

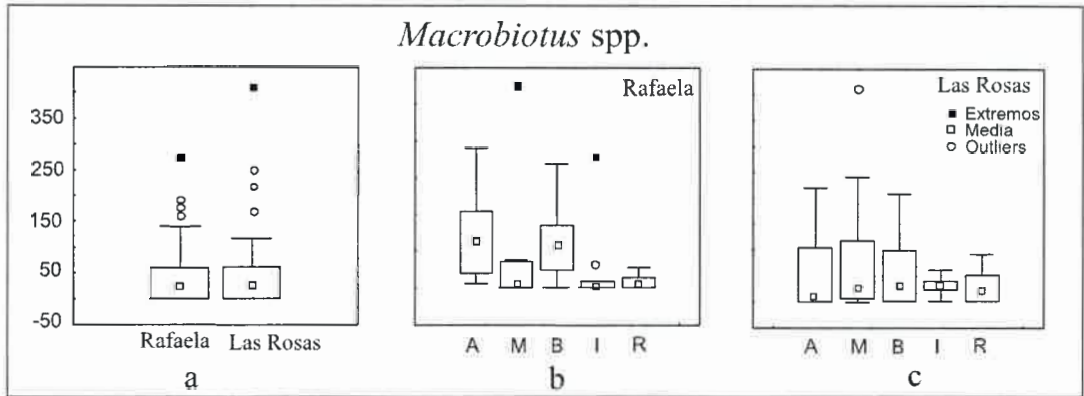


Figura 49. Variación de la abundancia de *Macrobiotus* spp.; a; entre las ciudades de Rafaela y Las Rosas, b; entre los sitios de la ciudad de Rafaela, c; variación entre los sitios de la ciudad de Las Rosas.

Referencias; A; alto tránsito, M; mediano tránsito, B; Bajo tránsito, I; Zona Industrial; R, Zona Rural.
Media+ error estándar para un nivel α del 5%.

Las diferencias en la abundancia de *Paramacrobiotus areolatus* fueron estadísticamente significativas tanto entre las ciudades como en los sitios ($p < 0.05$). Esta especie estuvo presente en todos los sitios, siendo su máxima abundancia en el sitio de alto tránsito de la ciudad de Las Rosas. Cabe destacar que la distribución de la especie en ambas localidades tuvo un comportamiento diferente: en las Rosas se observó un patrón de disminución de la abundancia a lo largo del gradiente, definido por el tipo de uso de la tierra, en tanto en Rafaela el comportamiento fue más regular en los distintos sitios muestreados (Fig. 50).

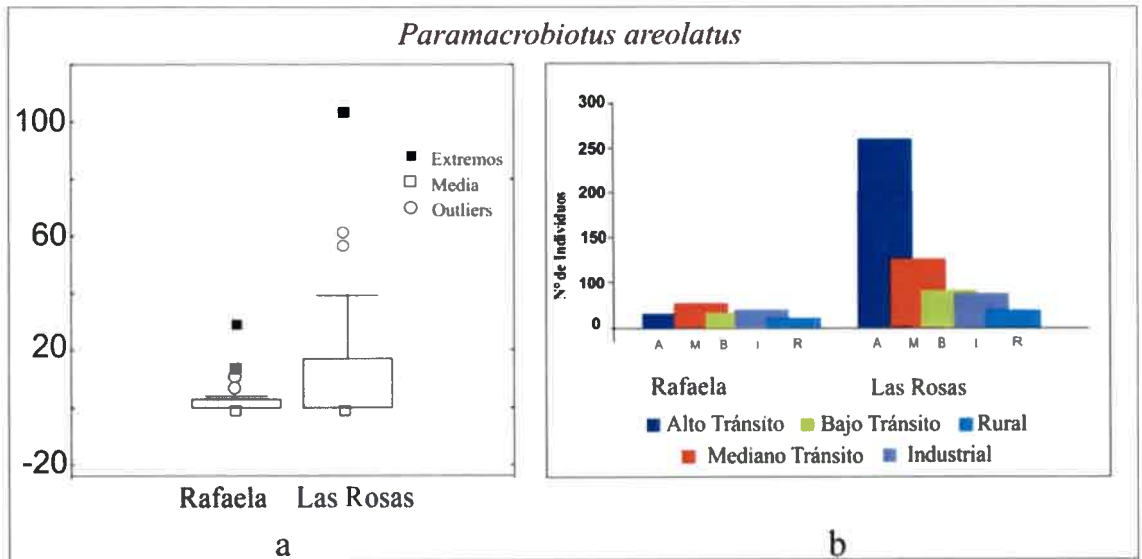


Figura 50. Variación de la abundancia de *Paramacrobiotus* spp.; a; entre las ciudades de Rafaela y Las Rosas, b; variación entre los sitios de la ciudad de Rafaela y de Las Rosas.

Echiniscus rufoviridis presentó diferencias significativas, en ambas ciudad estudiadas en cuanto a su abundancia ($p < 0.05$), al igual que en cada uno de los sitios de cada localidad ($p < 0.05$). En Las Rosas codominó junto con el complejo de especies de *Macrobiotus* (Fig. 19). En tanto, en Rafaela presentó una abundancia baja en todos los sitios excepto en el industrial, donde fue máximo (Tabla 13, Figs. 30 y 37).

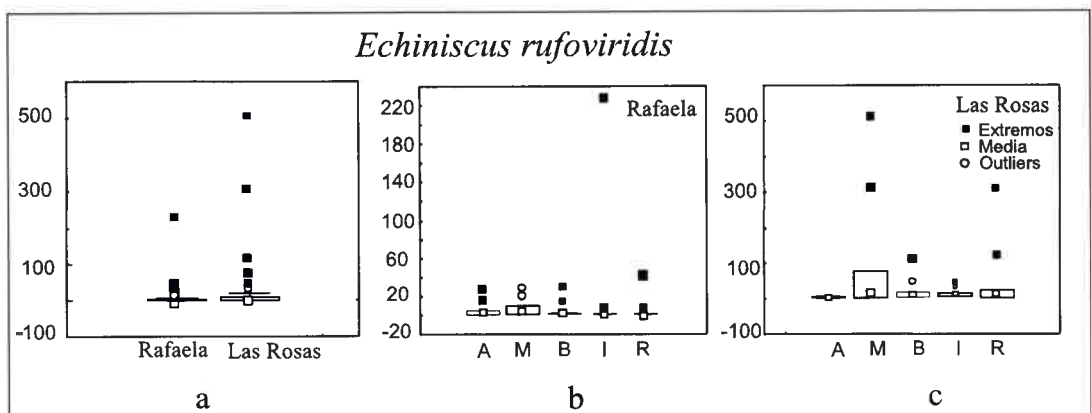


Figura 51. Variación de la abundancia de *Echiniscus rufoviridis*; a; entre las ciudades de Rafaela y Las Rosas, b; variación entre los sitios de la ciudad de Rafaela, c; variación entre los sitios de la ciudad de Las Rosas.

Referencias; A; alto tránsito, M; mediano tránsito, B; Bajo tránsito, I; Zona Industrial; R, Zona Rural.

6.3. Discusión

Las ciudades estudiadas presentan diferente estructura urbana (tamaño, diseño, número de habitantes, flujo urbano, etc.), pero a pesar de ello hubo una alta concomitancia entre los taxones registrados en ambas ciudades. En función a ello, podría pensarse que el proceso de homogeneización biótica es válido para las ciudades de Las Rosas y Rafaela.

La riqueza de especies/géneros reportados en sitios de alto tránsito, mayor uso de la tierra urbana, coincide con lo encontrado en ambas ciudades, por lo que lo registrado en las ciudades santafesinas supera lo encontrado en otros centros urbanos de la región Neotropical (Tabla 16).

Si se analiza a una escala menor y se comparan los mismos tipos de sitios de cada ciudad, el comportamiento diferencial se evidenció en el sitio de mediano tránsito vehicular, presentando los máximos valores de abundancia la ciudad de Las Rosas. En otras ciudades del mundo la máxima abundancia fue evidente en áreas rurales (Meininger *et al.*, 1985, Johansson *et al.*, 2011, Meyer *et al.*, 2013), resultado contrario al encontrado tanto en la ciudad de Las Rosas como en Rafaela (Tabla 16). Cabe destacar, que el uso de la tierra agrícola en las ciudades santafesinas tiene un uso intensivo, con un muy bajo porcentaje de rotación, con un cultivo de soja/monocultivo de muchos años de permanencia, y con un uso de productos químicos sostenido en el tiempo; los cuales son aplicados por medio de fumigaciones aéreas (Barsky & Dávila 2008, Dávila, 2012). En tanto en las ciudades del hemisferio norte, donde se desarrollaron los estudios de tardígrados, las actividades en esas áreas rurales estuvieron en relación a plantaciones de pinos (actividad silvícola), pasturas naturales, zonas con bajo disturbio o menos impactadas. Se suma además en las ciudades estudiadas de la provincia de Santa Fe el uso de agroquímicos cuya aplicación se efectúa por medio de fumigaciones aéreas, lo que conduciría a una mayor dispersión de compuestos de los productos químicos aplicados.

Volviendo al área urbana, si se considera la hipótesis de Baas - Becking (1934) que “todo está en todos lados”, el cual asume que los organismos microscópicos son globalmente distribuidos debido a su alto potencial de dispersión y su capacidad de entrar en latencia y producir propágulos latentes. Y considerando los nuevos aportes de Guil *et al.*, (2009) quienes adhieren a ese concepto y suponen que todos los sitios

reciben un número de individuos en forma pasiva, pero la aptitud relativa de las condiciones ambientales locales para cada especie resulta de la mortalidad específica y la tasa de fecundidad. En consecuencia, sólo un subconjunto de especies llegan a establecer sus poblaciones exitosamente, por lo que hábitat es el que selecciona o filtra a las especies y determina su colonización y desarrollo. De acuerdo a los resultados de este trabajo podría pensarse que en Las Rosas el sitio de mediano tránsito seleccionó a los ensambles de tardígrados permitiéndoles que colonicen ese hábitat y desarrollen su nicho ecológico.

El patrón de comportamiento de cada especie/complejo de especies, en cada tipo de sitio y en cada ciudad, fue diferencial; resultado congruente a lo hallado por otros investigadores abocados al estudio del tardígrados del ámbito urbano, quienes sostienen además, que las comunidades de tardígrados urbanos del mundo presentan (varias) especies en común, las cuales no son simplemente especies cosmopolitas con un comportamiento semejante, sino que cada comunidad parece contener especialistas urbanos propios (Johansson *et al.*, 2011). Los factores que afectan a la biodiversidad cambian dependiendo de variables tales como localización geográfica, escala espacial, factores económicos, sociales, lo que son propios-únicos en cada ciudad (Mckinney, 2008). Esos factores actúan seguramente sobre las poblaciones de *Milnesium* sp., *Macrobiotus* spp. *Echiniscus rufoviridis*, *Paramacrobiotus areolatus* marcando las diferencias entre las poblaciones de tardígrados en cada ciudad estudiada.

Tabla 16. Riqueza de especies de tardígrados en áreas urbanas y no urbanas del mundo.

Ciudades (habitantes)	Área Urbana	Área No urbana
Philadelphia, USA (1.5 millones)	8	-
Tokio, Japón (1.3 millones)	10	-
Fresno, USA (510.000)	10	19
Nice, Francia (345.000)	4	16
Cincinnati, USA (297.000)	5	8
Santa Rosa LP Argentina (97.000)	5	-
Rafaela, SF Argentina (93000)	9	11
Lake Charles, USA (72.000)	8	17
General Pico LP Argentina (54.000)	5	-
Las Rosas, S.F Argentina (13000)	9	10

CAPITULO VII

Los tardígrados en relación al uso de la tierra

El ecosistema urbano es un sistema dinámico, altamente heterogéneo, en donde dependiendo el grado de disturbio, se origina un incremento en la diversidad de especies por el aumento de la diversidad de hábitats, como consecuencia de la variación del uso de la tierra urbana. En ese paisaje heterogéneo y desigual una variedad de usos de la tierra se yuxtaponen (Pickett *et al.*, 2001; Cadenasso *et al.*, 2007; Cardesano & Pickett, 2008).

Los distintos usos de la tierra dentro del ecosistema rural, producen una simplificación estructural, impactando y generando pérdida de tierras agrícolas y deterioro de esos suelos. El desarrollo periurbano provoca la conversión de espacios abiertos en calles, calzadas, estacionamientos, barrios, entre otros. Estos cambios de uso de la tierra, a su vez, dan lugar a un acrecentamiento de cubiertas terrestres impermeables, con consecuencias negativas para la calidad del medio ambiente (Corbett *et al.*, 1997).

Si se analiza el impacto del uso de la tierra a nivel mundial se puede decir que dicho impacto se traduce, entre otros, en cambios en el ciclo del carbono, ciclo del agua, ciclo de nutrientes (fertilizantes, contaminantes atmosféricos). El efecto que genera el uso de la tierra se hace evidente en la declinación de la biodiversidad, debido a la pérdida, modificación y fragmentación del hábitat, degradación de suelos y agua y la sobreexplotación de especies nativas (Foley, 2005). El uso de la tierra actúa sobre las condiciones meteorológicas locales, lo que afecta la calidad del aire, en donde las altas temperaturas generan aumento en el ozono (Foley, 2005).

Mckinney (2008) sostiene que si bien la urbanización es la causa mayor de extinción de especies nativas, la naturaleza compleja del uso de la tierra urbana puede tener una influencia sobre la diversidad local. En el mismo sentido; Marrussich & Faeth (2009) consideran que la transformación de la tierra es el resultado inevitable de la alta densidad de la población y puede influenciar sobre los ensambles de invertebrados locales.

En lo que respecta a las ciudades neotropicales, se ha producido una expansión urbana rápida y no planificada (Biamonte *et al.*, 2011). La eliminación de los hábitats naturales, ha reducido drásticamente la abundancia relativa de la fauna que habita en esa zona, lo que probablemente provoque la extinción local de un gran número de especies (Graham y Blake, 2001; DeVictor *et al.*, 2007; Shodi *et al.*, 2008), especialmente

aquellas especies con hábitats más especializados. Si bien algunas especies son más resilientes que otras a hábitat alterados, las especialistas son las primeras que desaparecen cuando la urbanización se expande (Biamonte *et al.*, 2011), mientras favorece a las generalistas y de comportamiento flexible (Møller, 2009).

En Argentina, escaso son los investigadores abocados a estudiar ecosistemas urbanos, se puede citar a Matteucci & Morello (2009) quienes sostienen que la expansión urbana puede amenazar paisajes naturales y agrícolas a través de cambios en la cobertura/uso de la tierra, a través de diversos efectos indirectos. Dichos efectos se incrementan con la congestión del tráfico; degradación de la calidad del aire y el agua; deterioro de la calidad del hábitat de la fauna; cambios en la regímenes hidrológicos; aumento del flujo de contaminantes en cursos de agua; pérdida de paisajes naturales, especies y recursos; invasiones de especies exóticas y mayor disparidad social. Variables y procesos que no escapan del contexto de la realidad mundial.

El deterioro en todo el mundo de los sistemas naturales y antrópicos debido a la expansión de la población urbana y áreas urbanizadas se produce en todas las escalas geográficas (Botkin & Beveridge 1997; UN 2006).

El uso de la tierra involucra innumerables interacciones, combinación de fuerzas, procesos, efectos o cambios, patrones, mecanismos de feedback que de manera implícita y explícita generan una complejidad de variables que se interrelacionan, con efectos antagónicos y sinérgicos. En donde factores sociales, económicos, culturales, políticos, ambientales confluyen creando un sistema complejo, híbrido, de multiequilibrio, Como sostienen algunos autores (Alberti *et al.* 2005) es necesario comenzar a presentar y sumar actores a fin de aproximarse lo más posible a ese escenario complejo y encontrar así conceptualizaciones que justifiquen lo más cercano a la realidad su existencia. Si se analiza el uso de la tierra en relación a la abundancia de tardígrados, tanto en la ciudad de Las Rosas como en Rafaela, el sitio urbano en ambas ciudades fue el que evidenció la mayor abundancia de tardígrados (Fig. 52). Ese comportamiento avala la idea que las ciudades y en consecuencia las actividades en torno a la urbanización actúan como modeladores homogeneizantes de la biota. Tal como lo plantean Mckinney & Lockwood (1999) se asume un incremento de la similitud entre especies en el espacio a lo largo del tiempo, en donde la biota será más semejante entre ciudades, que con áreas lindantes. Debe de considerarse que si bien las ciudades

estudiadas tienen diferente estructura, tamaño, funcionamiento son homogéneas entorno a albergar la máxima abundancia de tardígrados en relación a los usos de la tierra en el ambiente urbano. En tanto que los usos de la tierra en los sitios industriales y rurales se manifestaron con comportamientos antagónicos en las mencionadas ciudades. En Las Rosas la zona industrial que si bien cuenta con una menor cantidad de fábricas tuvo menor abundancia de tardígrados que Rafaela. Es importante destacar que las fábricas en la ciudad de Rafaela se encuentran emplazadas en un área común, conformando todas ellas el Parque industrial, el cual fuera creado en 1985. Los resultados encontrados en Rafaela pueden ser producto de un sistema productivo industrial planificado y controlado, el cual cumple y sigue las normas-políticas de seguridad del medio ambiente en donde el efecto que los gases y/o productos que liberan no comprometen la sobrevivencia de los tardígrados.

En lo que respecta al ambiente rural, la ciudad de Las Rosas presenta valores de abundancia de tardígrados superiores a los registrados para el mismo sitio en Rafaela; el menor volumen de fertilizantes/ productos químicos que Las Rosas utiliza (productores com. pers.) que evidencia que las actividades agrícolas en esa ciudad tienen un manejo sustentable, adecuado que posibilita la colonización y desarrollo de las comunidades de tardígrados.

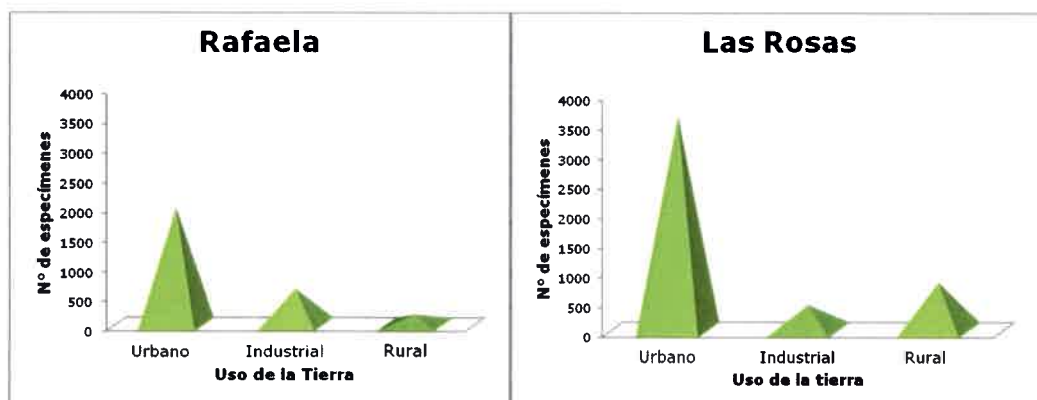


Figura 52. Abundancia de tardígrados en relación al uso de la tierra en la ciudad de Rafaela y Las Rosas.

La explicación del gradiente urbano-rural no escapa a la complejidad de la temática, la delimitación del uso de la tierra urbana tiene quizás un límite más claro, y

es en ambas ciudades el que mayor abundancia de tardígrados presentó (Fig. 52). En tanto, quizás en el área el rural e industrial los sitios no están claramente delimitados-definidos y resulta muchas veces complejo circunscribir el área o limite. En Rafaela la abundancia de tardígrados decrece conforme al gradiente urbano-rural, no así en Las Rosas. Habría que concebir el área rural, como un sitio tan perturbado como el industrial y así obtener una mejor delimitación de ese espacio modificado-transformado antrópicamente.

CAPITULO VIII

Consideraciones generales & perspectivas futuras

8.1. Consideraciones generales

Este trabajo constituye el primer análisis sistemático que pretendió registrar la fauna de tardígrados de la provincia de Santa Fe y relacionar dichos resultados con el uso de la tierra en el área urbana, industrial y rural. Los datos y registros de las distintas especies son nuevos para esa provincia, excepto *E. rufoviris* que fue mencionado para la ciudad de Las Rosas en un trabajo previo de Peluffo *et al.* 2006b.

Los resultados obtenidos permiten corroborar nuestras hipótesis entorno a los tardígrados urbanos e indicar que:

Las ciudades estudiadas poseen distinta conformación estructural y funcional, pero a pesar de ello, la riqueza de especies no varió conforme a sus diferencias; por lo cual la homogeneización biótica puede ser percibida en ambas ciudades sin que el tamaño poblacional sea una limitante. Por otro lado se puede señalar que quizás las ciudades pequeñas pueden permitir que el nicho de las especies se desarrolle más ampliamente lo que se traduce en mayor número de especímenes por especie/género, tal como se observa en la ciudad de Las Rosas, en donde la abundancia de tardígrados fue casi el doble en relación con Rafaela.

Las condiciones del sitio fueron las que modelaron a las comunidades de tardígrados. La similitud encontrada entre los sitios de alto y bajo tránsito; y por otro lado la mayor abundancia encontrada en el sitio de mediano tránsito en torno a la fauna de tardígrados de la ciudad de Las Rosas parecen mostrar que dichas comunidades tienen una alta tolerancia a las condiciones intermedias de urbanización. En tanto en la ciudad de Rafaela los resultados sugieren que la fauna de tardígrados presenta tolerancia a las altas condiciones de urbanización. La diversidad encontrada parece tener una tolerancia baja a las condiciones impuestas en sitios de mediano tránsito vehicular.

La riqueza encontrada en ambas ciudades supera lo encontrado en otras ciudades de Argentina.

El complejo de especies *Macrobiotus* fue el que mostró tolerancia a la urbanización, el resto de las especies de tardígrados parecen acompañar el proceso de crecimiento urbano o responden negativamente conforme a dicho crecimiento.

Echiniscus rufoviridis, mostró preferencia a las condiciones de imperante en ecosistemas urbanos de la región neotropical.

8.2. Perspectivas futuras

Los tardígrados limnoterrestres han sido considerados anteriormente no aptos para estudios biogeográficos. Esta opinión, sostenida por Ramazzotti y Maucci (1983), se ha apoyado en la escasez de datos disponibles en general y especialmente de las especies de localización geográfica restringida y en los mecanismos de dispersión pasiva que contribuirían a homogeneizar la distribución, dando lugar a numerosas especies cosmopolitas. Pilato y Binda (2001), por el contrario, utilizando datos más recientes, consideran que las especies cosmopolitas en realidad son pocas ya que en varios casos lo que parecía ser una sola especie cosmopolita ha resultado ser un grupo o complejo de especies, de las que una (la especie basal) o pocas son cosmopolitas y las otras tienen una distribución restringida. Por ello y por características como la evolución lenta de los tardígrados, estos organismos pueden ser usados para resolver problemas biogeográficos, al menos a nivel continental.

En esta investigación la mayoría de las especies/géneros encontradas fueron comunes en las áreas urbanas, industriales y rurales. Al comparar estos resultados con otros estudios de tardígrado urbanos (Séméria, 1981; Meininger *et al.*, 1985; Peluffo *et al.*, 2006b; Johansson *et al.*, 2011; Meyer *et al.*, 2013), es interesante observar que cada estudio urbano encontró un ensamble diferente de tardígrados en sus lugares de estudio. Al parecer, hay especies de tardígrados que prosperan en zonas

urbanas y otras en el medio rural. Sin embargo, es evidente que, hay múltiples factores que influyen en la estructura de las comunidades urbanas de tardígrados. La profundización de esos factores ayudará en la comprensión de los patrones y procesos que influyen en la distribución de los tardígrados. En ese sentido los hallazgos de esta tesis, abren la posibilidad de profundizar diferentes interrogantes y líneas de investigación.

Los trabajos desarrollados en ecosistemas urbanos son escasos. Se pueden citar a nivel mundial una veintena de trabajos; cuyos objetivos fueran determinar relaciones entre la presencia de especies con las características ambientales del sitio/región/área. Por ello comparar los hallazgos de la fauna de tardígrados a escala mundial, y discernir las preferencias de los tardígrados a determinadas condiciones ambientales, es de vital importancia para determinar el efecto de la urbanización sobre las poblaciones de tardígrados que habitan en briófitas y líquenes. Es necesario producir información de la fauna de tardígrados urbanos de la región Neotropical y así aportar información que podrá ser de utilidad en temas biogeográficos y aquellos en relación a la contaminación urbana.

Resulta interesante e importante ir más allá de la simple clasificación de ambiente "urbano". Si bien muchas veces es difícil establecer límites dentro y entre zonas, al no dividir los sitios de estudio urbanos en categorías de uso de la tierra, estamos haciendo la suposición de que todas las zonas urbanas son iguales. Sería conveniente repensar nuestro enfoque de los estudios urbanos y así mantener la diversidad en las ciudades y espacios naturales que deben ser protegidos en una diversidad de tipos uso de la tierra urbana. Incorporando en los estudios variables socio-económicas-culturales que nos ayuden a interpretar de manera más acabada el escenario complejo que conforman los ecosistemas antropizados.



CAPITULO IX
Bibliografía

- Aguinaldo, A. M. A., Turbeville, J. M., Linford, L. S., Rivera, M. C., Garey, J. R., Raff, R. A. & Lake, S. A. 1997. Evidence for a clade of nematodes, arthropods and other moulting animals. *Nature* 387: 489-493.
- Alberti, M., Marzluff, J., Shulenberger, E., Bradley, G., Ryan, C. & Zumbrunnen, C. 2003. Integrating humans into ecology: Opportunities and challenges for studying urban ecosystems. *Bioscience* 53(12): 1169-79.
- Alberti, M. 2005 The effects of urban patterns on ecosystem function. *International Regional Science Review* 28 (2): 168-192.
- Alberti, M. 2010 Maintaining ecological integrity and sustaining ecosystem function in urban areas. *Environmental Sustainability* 2:178-184.
- Baas-Becking, L.G.M. 1934 Geobiologie of inleiding tot de milieukunde. W.P. van Stockum and Zoon, The Hague.
- Biamonte, E., Sandoval, L., Chacón, E., Barrantes, G. 2011. Effect of urbanization on the avifauna in a tropical metropolitan area. *Landscape Ecology* 26:183-194. doi:10.1007/s10980-010-9564-0.
- Barsky, O. & Dávila, M. 2008. La rebelión del campo. Historia del conflicto agrario Argentino. Buenos Aires, editorial Sudamericana.
- Baudino, C., Rocha, A. M. & Peluffo, J. R. 2010. Diversidad de Tardígrados urbanos de la provincia de La Pampa, Argentina. Congreso Latinoamericano (IV Argentino) de la Conservación de la Biodiversidad. San Miguel de Tucumán.
- Bertolani, R. 1981. The taxonomic position of some eutardigrades. *Bollettino di Zoologia* 48: 197-203.
- Bertolani, R. & Biserov, V. I. 1996. Leg and claw adaptations in soil tardigrades, with erection of two new genera of Eutardigrada, Macrobiotidae: *Pseudohexapodibius* and *Xerobiotus*. *Invertebrate Biology* 115: 299-304.
- Bertolani, R. & Rebecchi, L. 1993. A revision of the *Macrobiotus hufelandi* group (Tardigrada, Macrobiotidae), with some observations on the taxonomic characters of eutardigrades. *Zoologica Scripta* 22: 127-152.
- Binda, M. G. & Pilato, G. 1990. Tardigradi di Terra del Fuoco e Magallanes I. *Milnesium brachyungue*, nuova specie di tardigrado milnesiidae. *Animalia* 17: 105-110.

- Binda, M. G. & Pilato, G. 1999a. *Dactylobiotus lombardoi* sp.n. Eutardigrada: Macrobiotidae) from Tierra del Fuego, with a key to the *Dactylobiotus*-species. In: H. Greven (Ed.), Special Issue on Tardigrada. *Zoologischer Anzeiger* 238: 147-155.
- Binda, M. G. & Pilato, G. 1999b. *Macrobiotus erminiae*, new species of eutardigrade from southern Patagonia and Tierra del Fuego. *Entomologische Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Hamburg* 13: 151-158.
- Binda, M. G. & Pilato, G. 2000. *Diphascon (Adropion) tricuspdatum*, a new species of eutardigrade from Antarctica. *Polar Biology* 23: 75-76.
- Biserov, V. I. 1990a. On the revision of the genus *Macrobiotus*. The subgenus *Macrobiotus* s. str.: a new systematic status of the *hufelandi* group (Tardigrada, Macrobiotidae). Communication 1. *Zoologicheskii Zhurnal* 69: 5-17.
- Biserov, V. I. 1990b. On the revision of the *Macrobiotus* genus. The subgenus *Macrobiotus* s. str.: a new taxonomic status of the *hufelandi* group (Tardigrada, Macrobiotidae). Communication 2. *Zoologicheskii Zhurnal* 69: 38-50.
- Blanco, A., Rocha, A. M., & Peluffo J. R. 2012. Análisis comparativo de la Fauna de Tardígrados Urbanos de la ciudad de La Plata. Provincia de Buenos Aires, Argentina. I Congreso Latinoamericano de Ecología Urbana. Desafíos y escenarios de desarrollo para las ciudades latinoamericanas. Universidad Nacional de General Sarmiento. Buenos Aires, Argentina.
- Bonan, G.B., 2000. The microclimates of a suburban Colorado (USA) landscape and implications for planning and design. *Landscape Urban Plan.* 49: 97-114.
- Botkin, D.B. & Beveridge, C.E. 1997. Cities as environments. *Urban Ecosystems* 1: 3-19.
- Boyden, S., Millar, S., Newcombe, K., O'Neill-Canberra, B. 1981. *The Ecology of a City and Its People: The Case of Hong Kong*. Australian National University Press, Canberra.
- Briones, M. J., Ineson, P. & Pearce, T. G. 1997. Effects of climate change on soil fauna; responses of Enchytraeids, Diptera larvae and tardigrades in a transplant experiment. *Applied Soil Ecology* 6: 117-134.
- Brower, J. E. & Zar, J. H. 1981. *Field and laboratory methods for general ecology*. W. M. C. Brown Company Publishers, Iowa, 194 p.

- Brusca, R. C. & Brusca, G. J. 2003. Invertebrates. Sinauer, Sunderland. 841p.
- Cabrera, A. L. 1994. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Ed. Acme. Buenos Aires.
- Cadenasso, M.L., Pickett, S.T.A. & Schwarz, K. 2007. Spatial heterogeneity in urban ecosystems: reconceptualising land cover and a framework for classification. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5:80-88.
- Cadenasso, M.L. & Pickett, S.T.A. 2008. Urban principles for ecological landscape design and maintenance: scientific fundamentals. *Cities and the Environment* 1(2): article 4, 16pp. <http://escholarship.bc.edu/cate/vol1/iss2/4>.
- Chapin III, F.S., Sala OE, Burke I.C, Grime J.P, Hooper D.U, Lauenroth W.K, Lombard A, Mooney H.A, Mosier A.R, Naeem S, Pacala S.W, Roy J, Steffen W.L. & Tilman D. 1998. Ecosystem consequences of changing biodiversity: experimental evidence and a research agenda for the future. *Bioscience* 48: 45-52.
- Claps, M. C. & Rossi, G. C. 1984a. Contribución al conocimiento de los Tardígrados de Argentina. IV. *Acta Zoologica Lilloana* 38 (1): 45-50.
- Claps, M. C. & Rossi, G. C. 1984b. Contribución al conocimiento de los tardígrados de Argentina. II. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 40 (1-4): 107-114
- Claps, M. C. & Rossi, G. C. 1988. Contribución al conocimiento de los tardígrados de Argentina. VI. *Iheringia Serie Zoologia*, Porto Alegre (67): 3-11.
- Claps, M. C. & Rossi, G. C. 1997. Tardígrados de Uruguay, con descripción de dos nuevas especies (Echiniscidae, Macrobiotidae). *Iheringia Serie Zoologia* 67: 3-11.
- Claps, M.C., Rossi, G.C. & Ardohain, D.M. 2008. Tardigrada: 63-77. En: G. Debandi, S. Roig y L. Claps (Dirs.) Biodiversidad de Artrópodos Argentinos, (2): 615 pp. *Editorial Sociedad Entomológica Argentina*, Mendoza.
- Collins, J.P., Kinzig, A., Grimm, N.B., Fagan, W.F., Hope, D., Wu, J. & Borer, E.T. 2000. A new urban ecology. *American Scientist* 88: 416-425.
- Connell, J.H., 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- Cooper, K. W. 1964. The first fossil tardigrade: *Beorn leggi*, from cretaceous amber. *Physhe* 71: 41- 48.

- Corbett, C. W., Wahl, M., Porter, D.E., Edwards, D. & Moise. C. 1997. Nonpoint source runoff modeling a comparison of a forested watershed and an urban watershed on the South Carolina coast. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 213:133-149.
- Dastych, H. 1984. The Tardigrada from Antarctic with descriptions of several new species. *Acta Zoologica Cracoviensa* 27: 377-436.
- Dastych, H. 1999. Redescription of the Sub-Antarctic tardigrade *Mopsechiniscus imberbis* (Richters, 1908) (Tardigrada). *Mitteilungen aus dem hamburgischen zoologischen Museum und Institut* 96: 21-35.
- Dastych, H. 2000. Redescription of the Neotropical tardigrade *Mopsechiniscus granulosus* Mihelcic, 1967 (Tardigrada). *Mitteilungen aus dem hamburgischen zoologischen Museum und Institut* 97: 45-57.
- Dastych, H. & McInnes, J. S. 1996. A new species of the genus *Diphascion* (Tardigrada) from the Maritime Antarctic. *Entomologische Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Hamburg* 12: 35-41.
- Dávila, M. 2012 Las políticas sobre el uso de agroquímicos en Argentina y Uruguay. Universidad de Belgrano. ISSN 1850-2512 (impreso) ISSN 1850-2547 (en línea)
- Davis, B.N.K. 1978. Urbanisation and the diversity of insects. In: Mound, L.A., Waloff, N. (Eds.), *Diversity of Insect Faunas*. Blackwell, Oxford, pp. 126-138.
- Degma, P., Bertolani, R. & Guidetti, R. (2009–2013) Actual checklist of Tardigrada species. 2009–2013, Ver. 23: 15–07–2013. Available from: <http://www.tardigrada.modena.unimo.it/miscellanea/Actual%20checklist%20of%20Tardigrada.pdf>.
- DeVictor, V., Romain J.; Couvet, D. Lee, A. & Jiguet, F. 2007. Functional Homogenization Effect of Urbanization on Bird Communities. *Conservation Biology* 21(3): 741-751.
- Donovan, R.G., Stewart, H.E., Owen, S.M., MacKenzie, A.R. & Hewitt, C.N. 2005. Development and application of an Urban Tree Air Quality Score for photochemical pollution episodes using the Birmingham, United Kingdom, area as a case study. *Environmental Science Technology*. 39, 6730–6738.
- Duvigneaud, P. 1974. *La Synthèse Ecologique*. Doin ed. Paris. 296 p.

- Fernández, M. L., Peluffo J. R. & Moly de Peluffo, M. C. 2003. Population dynamics of *Dactylobiotus grandipes* Schuster *et al.*, 1977 (Tardigrada) in a Neotropical eutrophic pond. Abstracts of 9th International Symposium on Tardigrada, St. Pete Beach, Florida, USA.
- Fernández, M. L., Peluffo, J. R. & Moly de Peluffo, M. C. 2006. Lista preliminar de tardígrados de las ciudades de Salta, Trenque Lauquen y Bahía Blanca. Resúmenes de las IX Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. Santa Rosa, La Pampa, Argentina, 35.
- Foley, J. A., De Fries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., Coe, M. T., Daily, G. C., Gibbs, H. K., Helkowski, J. H., Holloway, T. Howard, E. A., Kucharik, C. J. Monfreda, C. Patz, J. A. Prentice, I. C. Ramankutty, N. & Snyder, P. K. 2005. Global Consequences of Land Use. *Science* 309: 570 - 574.
- Franceschi, T., Loi, M. L., and Pierantoni, R. 1962/1963. Risultati di una prima indagine ecologica condotta su popolazioni di Tardigradi. *Bollettino dei Musei e degli Istituti Biologici dell'Universita di Genova* 32: 69-93.
- Garey, J. R. 2001. Ecdysozoa: The relationship between Cycloneuralia and Panarthropoda. *Zoologischer Anzeiger* 240(3-4): 321-330.
- Garey, J. R., Krotec, M., Nelson, D. R. & Brooks, J. 1996. Molecular analysis support a tardigrades-arthropod association. *Invertebrate Biology* 115: 79-88.
- Gibbs, J. & Stanton, E. 2001. Habitat fragmentation and arthropod community change: carrion beetles, phoretic mites and flies. *Ecological Applications* 11: 79-85.
- Giribert, G. & Wheeler, W. C. 2000. Some unusual small-subunit ribosomal RNA sequences of Metazoans. *American Museum of Natural History* 3337: 1-14.
- Giribert, G., Carranza, S., Baguña, J., Riutort, M. & Ribera, C. 1996. First molecular evidence for the existence of a Tardigrada + Arthropoda clade. *Molecular Biology and Evolution* 13: 76-84.
- Giribert, G., Distel, D. L., Polz, M., Sterrer, W. & Wheeler, W. C. 2000. Triploblastic relationships with emphasis on the acoelomates and the position of Gnathostomulida, Plathelminthes, and Chaetognatha: a combined approach of 18S rDNA sequences and morphology. *Systematic Biology* 49: 539-562.

- Graham, C. H., & Blake, J. G. 2011. The influence of patch and landscape level factors on bird assemblages in a fragmented tropical landscape. *Ecological Applications* 11: 1709-1721.
- Gray, J.S., 1989. Effects of environmental stress on species rich assemblages. *Biological Journal of the Linnean Society* 37: 19-32.
- Grigarick, A., Schuster, R & Nelson, D. 1983. Heterotardigrada of Venezuela. *Pan-Pacific Entomologist* 59 (1-4):64-77.
- Guidetti, R. & Bertolani, R. 2005. Tardigrade taxonomy: an updated check list of the taxa and a list of characters for their identification. *Zootaxa* 845: 1-46.
- Guidetti, R., Rebecchi, L., & Bertolani, R. 2000. Cuticle structure and systematics of the Macrobiotidae (Tardigrada, Eutardigrada). *Acta Zoologica* 81 (1): 27-36.
- Guidetti, R., Gandolfi, A., Rossi, V. & Bertolani, R. 2005. Phylogenetic analysis in Macrobiotidae (Eutardigrada, Parachela): a combined morphological and molecular approach. *Zoologica Scripta* 34: 235-244.
- Guidetti, R., Schill, R. O., Bertolani, R., Dandekar, T. & Wolf, M. 2009. New molecular data for tardigrade phylogeny, with erection of *Paramacrobiotus* gen. n. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 47 (4): 315-321.
- Guidetti R., Peluffo, J. R., Rocha, A. M., Cesari, M. & Moly de Peluffo, M. C. 2013. The morphological and molecular analyses of a new South American urban tardigrade offer new insights on the biological meaning of the *Macrobiotus hufelandi* group of species (Tardigrada: Macrobiotidae), *Journal of Natural History*, DOI: 10.1080/00222933.2013.800610.
- Guidi, A. & Rebecchi L. 1996. Spermatozoan morphology as a character for tardigrade systematics: comparison with sclerified parts of animals and eggs in eutardigrades. In: S. McInnes & D. Norman (Eds.), *Tardigrade Biology*. *Zoological Journal of the Linnean Society* 116: 101-113.
- Guil, N., Sanchez-Moreno, S. & Machordom, A. 2009. Local biodiversity patterns in micrometazoans: are tardigrades everywhere? *Systematics and Biodiversity* 7: 259-263.

- Hardy P.B., Dennis, R.L. 1999. The impact of urban development on butterflies within a city region. *Biodiversity and Conservation* 8:1261-1279.
- Holling, C. S. 1992. Cross-scale morphology, geometry and dynamics of ecosystems. *Ecological Monographs*. 62(4):447-502.
- Horbert, M., Blume, H. P., Elvers, H. & Sukkopp, H. 1982. Ecological contribution to urban planning. Pages 255–275 in R. Bornkamm, J. A. Lee, and M. R. D. Seward (eds.), *Urban Ecology: 2nd European Ecological Symposium*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.
- Johansson C., Calloway S., Miller W. R. & Linder E. T. 2011. Urban and rural tardigrade communities: are they distinct? Is pH a determinant? A case study from Fresno County, California. *Pan-Pacific Entomologist* 87: 88-99.
- Jones, P.D., Lister, D.H., Osborn, T.J., Harpham, C., Salmon, M., & Morice C.P. 2012. Hemispheric and large-scale land surface air temperature variations: An extensive revision and an update to 2010, *Journal of Geophysical Research*, VOL. 117, D05127, doi:10.1029/2011JD017139.
- Jones, M. & Paine, T.D. 2006. Detecting changes in insect herbivore communities along a pollution gradient. *Environmental Pollution* 143(3):377-387
- Jönsson, I. 2003. Causes and consequences of excess resistance in cryptobiotic metazoans. *Physiological and Biochemical Zoology* 76: 429-35.
- Kaczmarek, Ł. & Michalczyk, Ł. 2007. A new species of Tardigrada (Eutardigrada: Milnesiidae): *Milnesium krzysztofi* from Costa Rica (Central America). *New Zealand Journal of Zoology* 3:297-302.
- Kaczmarek, Ł. & Michalczyk Ł. 2009. Two new species of Macrobiotidae, *Macrobiotus szeptyckii* (harmsworthi group) and *Macrobiotus kazmierskii* (hufelandi group) from Argentina. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 52B(1-2): 87-99.
- Kaczmarek Ł, Michalczyk Ł. & Beasley, C.W. 2004. *Milnesium katarzyna* sp. nov., a new species of eutardigrade (Milnesiidae) from China. *Zootaxa* 743: 1-5.
- Kristensen, R. M. 1987. Generic revision of the Echiniscidae (Heterotardigrada) with discussion of the origin of the family. In: Bertolani, R. (Ed.), *Biology of Tardigrades. Selected Symposium and Monographs*, U.Z.I. 1. Mucchi, Modena, 261-335.

- Kristensen, R. M. & Neuhaus, B. 1999. The ultrastructure of the cuticle with special attention to marine tardigrades. *Acta Zoologica* 81: 27-36.
- Llop Torné, J. M. & Bellet Sanfeliu, C. 1999. Ciudades intermedias y urbanización mundial. Ajuntament de Lleida, UNESCO, UIA, Ministerio de Asuntos Exteriores, 97 pp.
- Magura, T., Tothmeresz, B., Molnar, T. 2004. Changes in carabid beetle assemblages along an urbanisation gradient in the city of Debrecen, Hungary. *Landscape Ecology* 19:747-759
- Magura, T., Lovei, G.L. & Tothmeresz, B. 2008. Consistent Rearrangement of Carabid Beetle Assemblages by an Urbanization Gradient in Hungary. *Acta Oecologica* 34: 233- 243.
- Magura, T, Nagy, D. & Tothmeresz, B. 2013. Rove beetles respond heterogeneously to urbanization. *Journal Insect Conservations* 17:715–724. DOI 10.1007/s10841-013-9555-y/.
- Magurran, A. E. 2004. Measuring Biological Diversity. Ediciones Blackwell. Oxford.
- Mallatt, J. M., Garey, J. R. & Shultz, J. W. 2004. Ecdysozoan phylogeny and Bayesian inference: first use of nearly complete 28S and 18S rRNA gene sequences to classify the arthropods and their kin. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 31(1): 178-191.
- Marcus Du Bois-Raymond, E. 1944. Sobre tardigrados brasileiros. *Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* 1(13): 1-19.
- Marrussich, W. & Faeth, S. 2009. Effects of urbanization on trophic dynamics of arthropod communities on a common desert host plant. *Urban Ecosystems* 12: 265-286.
- Matteucci, S. D. & Morello, J. 2009. Environmental consequences of exurban expansion in an agricultural area: the case of the Argentinian Pampas ecoregion Environmental consequences of exurban expansion in an agricultural area: the case of the Argentinian Pampas ecoregion. *Urban Ecosystems* 12:287-310 DOI 10.1007/s11252-009-0093-z.

- Maucci, W. 1988. Tardigrada from Patagonia (Southern South America) with description of three new species. *Revista Chilena de Entomología* 16: 5-13.
- McDonnell, M. J. & Pickett, S. T. A. 1990. Ecosystem structure and function along urban-rural gradients: an unexploited opportunity for ecology. *Ecology* 71 (4): 1232-1237.
- McDonnell, M.J., Pickett, S.T.A., Groffman, P., Bohlen, P., Pouyat, R.V., Zipperer, W.C., Parmelee, R.W., Carriero, M.M. & Medley, K. 1997. Ecosystem processes along an urban-to-rural gradient. *Urban Ecosystems* 1: 21-36.
- McInnes, S. J. & Ellis Evans, J. C. 1987. Tardigrades from maritime Antarctic freshwater lakes: 111-123. In: R. Bertolani (Ed.). *Biology of tardigrades. Selected Symposia and Monographs*. U.Z.I. 1. Mucchi, Modena.
- McIntyre, N. E., Rango, J., Fagan, W. F. & Faeth, S. H. 2001 Ground arthropod community structure in a heterogeneous urban environment. *Landscape and Urban Planning* 52 (4): 257-274.
- McKinney, M. L. 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience* 52: 883-90.
- McKinney, M. L. 2008. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems* 11: 161-176.
- McKinney, M.L. & Lockwood, J.L., 1999. Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in Ecology & Evolution* 14:450-453
- Meininger, C. A., Vetz, G. W. & Snider, J., 1985. Variation in epiphytic microcommunities (tardigrade-lichen-bryophyte assemblages) of the Cincinnati, Ohio area. *Urban Ecology* 9 (1):45-61.
- Meyer, H. A, Hinton, J.G. & Samletzka C. 2013 Water Bears in the Anthropocene: A comparison of urban and woodland tardigrade (Phylum Tardigrada) communities in southwestern Louisiana, USA. *Journal of Limnology* 72(s1): 123-127. DOI: 10.4081/jlimnol.2013.s1.e15.
- Michalczyk, L. & Kaczmarek, Ł. 2005. The first record of the genus *Calohypsibius* Thulin, 1928 (Eutardigrada: Calohypsibiidae) from Chile (South America) with a description of a new species *Calohypsibius maliki*. *New Zealand Journal Zoology* 32: 287-292.

- Michalczyk, L. & Kaczmarek, Ł. 2006. Revision of the *Echiniscus bigranulatus* group with a description of a new species *Echiniscus madonnae* (Tardigrada: Heterotardigrada: Echiniscidae) from South America. *Zootaxa* 1154: 1-26.
- Michalczyk, L., Welnicz, W., Frohme, M. & Kaczmarek, L. 2012. Redescriptions of three *Milnesium* Doyère, 1840 taxa (Tardigrada: Eutardigrada: Milnesiidae), including the nominal species for the genus. *Zootaxa* 3154: 1-20.
- Ministerio de Economía. Secretaría de Planificación y Política Económica. Dirección-Provincial del Instituto Provincial de Estadística y Censos de la Provincia de Santa Fe. <http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/Estructura-de-Gobierno/Ministerios/Economia/Secretaria-de-Planificacion-y-Politica-Economica/Direccion-Provincial-del-Instituto-Provincial-de-Estadistica-y-Censos-de-la-Provincia-de-Santa-Fe/Temas-Especificos/Datos-Estadisticos/Produccion-Agropecuaria/Registro-de-Areas-Sembradas/Estadisticas/RAS/Registro-de-Areas-Sembradas-RAS-por-localidad.-Enero-2010.-Departamento-Castellanos> (Consultado julio 2013).
- Min, G. S., Kim, S. H. & Kim, W. 1998. Molecular Phylogeny of Arthropods and Their Relatives: Polyphyletic Origin of Arthropodization. *Molecules and Cells* 8: 75-83.
- Miyashita, T., Shinkai, A. & Chida, T. 1998. The effects of forest fragmentation on web spider communities in urban areas. *Biological Conservation* 86: 357-364.
- Moly de Peluffo, M.C, Peluffo, J.R., Rocha, A. M. & Santa Juliana, M. I. 1999. Tardígrados muscícolas de la ciudad de Santa Rosa y alrededores (La Pampa, Argentina). Actas de las VII Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales, Santa Rosa, p. 50.
- Moly de Peluffo, M. C, Peluffo, J. R., Rocha, A. M. & Doma, I. L. 2003. Tardigrade Distribution in a Medium-sized City of Central Argentina. 9th International Symposium on Tardigrada, St. Pete Beach, Florida, USA, p. 47.
- Moly de Peluffo, M. C, Peluffo, J. R., Rocha, A. M. & Doma, I. L. 2006. Tardigrade Distribution in a Medium-sized City of Central Argentina. *Hydrobiologia* 558, 141-150.
- Møller, A.P. 2009. Successful city dwellers: a comparative study of the ecological characteristics of urban birds in the Western Palearctic. *Oecologia* 159:849-858.

- Moon, S. Y. & Kim, W. 1996. Phylogenetic position of the Tardigrada based on the 18S ribosomal RNA gene sequences. *Zoological Journal of the Linnean Society* 116: 61-69.
- Moreno, C. E., 2001. Métodos para medir biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA, vol.I, Zaragoza.
- Morgan, C. I., 1977. Population dynamics of two species of Tardigrada, *Macrobiotus hufelandi* (Schultze) and *Echiniscus (Echiniscus) testudo* (Doyère), in roof moss from Swansea. *Journal of Animal Ecology* 46:236-279.
- Murray, J. 1910. Tardigrada. *Reports of the Scientific Investigations of the British Antarctic Expedition. 1907-1909*. London 1 (5): 81-185.
- Murray, J. 1913. Notes on the Natural History of Bolivia and Perú. *Scottish Oceanographic Laboratory*, Edinburgh,
- Nelson, D. R., Grigarick, A. A. & Schuster, R. O. 1982. Heterotardigrada of Northwestern Venezuela. *American Zoologist* 22 (4): 940.
- Nelson, D. R., Prins, R. & Schuster, R.O. 1987. Preliminary report on Tardigrada from southern Chile. *Journal of the Tennessee Academy of Sciences* 62 (2): 1-42.
- Nickel, K., Miller, W. R. & Marley, N. 2001. Tardigrades of South America: Machu Pichu and Ollantaytambo, Perú. *Zoologischer Anzeiger* 240 (3-4): 505-509.
- Nielsen, C. 2001. Animal evolution: Interrelationships of the living phyla, 2nd ed. Oxford Univ. Press, Oxford 563p
- Niemelä, J. 1999a. Ecology and urban planning. *Biodiversity and Conservation* 8: 119-131.
- Niemelä J. 1999b. Is there a need for a theory of urban ecology? *Urban Ecosystems* 3: 57-65.
- Niemelä J., Kotze J., Ashworth A., Brandmayr P., Desender K., & New T. 2000. The search for common anthropogenic impacts on biodiversity: a global network. *J. Insect Conservation* 4: 3-9.
- Odum, E., P. 1997 *Ecology: A bridge between science and society*. Sunderland, MA: Sinauer.
- Olden, J.D. & Poff, N.L. 2003 Toward a mechanistic understanding and prediction of biotic homogenization. *American Naturalist* 162:442-460.

- Olden, J.D., Rooney, T.P., 2006. On defining and quantifying biotic homogenization. *Global Ecology and Biogeography* 15: 113-120.
- Oswald, B., Ott, B., Williams, H., Farrish, K. & Van Kley, J. 2010 Understory vegetative Diversity of Post-Thinned pine Plantations Treated with Fertilizer, Fire and Herbicide in East Texas. *International Journal of Forestry Research*. Doi:10.1155/2010/572480.
- Oke, T. R. 1987. *Boundary Layer Climates* 8: 262-303. Routledge, 2nd edition.
- Peluffo, J. R., Moly de Peluffo, M. C., Rocha, A. M. & Santa Juliana, M. I. 2000. Distribución y abundancia de tardígrados en el área urbana y periurbana de la ciudad de Santa Rosa (La Pampa, Argentina) a lo largo de un ciclo anual. *Resúmenes VII Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral*: 58, Santa Fe.
- Peluffo, J. R., Moly de Peluffo, M. C., Doma, I. L. & Rocha, A. M. 2002a. Distribución y abundancia de organismos meiofaunales muscícolas de la ciudad de General Pico (La Pampa, Argentina). *VIII Jornadas de Ciencias Naturales*: 171-174. Santa Rosa, La Pampa.
- Peluffo, J. R., Moly de Peluffo, M. C. & Rocha, A. M. 2002b. Rediscovery of *Echiniscus rufoviridis* du Bois-Raymond Marcus, 1944 (Heterotardigrada, Echiniscidae). New contributions to the knowledge of its morphology, bioecology and distribution. *Gayana* 66(2): 97-101.
- Peluffo, J. R., Moly de Peluffo, M. C. & Rocha, A. M. 2006a. Comparative morphometrics of populations of *Macrobotus areolatus* Murray (Eutardigrada, Macrobiotidae) from two neotropical cities. "X Symposium International of Tardigrada". Catania (Italia).
- Peluffo, J. R., Moly de Peluffo, M. C., Rocha, A. M. & Doma, I. L. 2006b. Variación espacio-temporal de ensambles de tardígrados de una ciudad mediana de la Región Neotropical. XXII Reunión Argentina de Ecología, Córdoba.
- Peluffo, J. R., Rocha, A. M. & Moly de Peluffo, M. C. 2007. Species diversity and morphometrics of tardigrades from a medium-size city in the Neotropical Region: Santa Rosa (La Pampa, Argentina). *Animal Biodiversity and Conservation* 30 (1):43-51.
- Peluffo, J. R., Rocha, A. M., Doma, I. L. y Moly de Peluffo, M. C. 2009a. Remarks on tardigrade diversity in the city of La Plata (Argentina) with descriptions of two

- new species of *Macrobotus* Schultze". XI Symposium International on Tardigrada. Tubingen (Alemania).
- Peluffo J. R., Rocha, A. M., Doma I. L., Moly de Peluffo M. C., Pereyra, F.; Ambrosino, M. L.; Miguel, M. F. 2009b. Diversidad de tardígrados en sitios de alto y bajo tránsito de la ciudad de La Plata (Argentina). X Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. Santa Rosa. La Pampa.
- Peterson, K. J. & Eernisse, D. J. 2001. Animal phylogeny and the ancestry of bilaterians: inferences from morphology and 18S rDNA gene sequences. *Evolution & Development* 3(3): 170-205.
- Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L., Grove, J. M., Nilon, C. H., Pouyat, R. V., Zipperer, W. C., & Costanza, R. 2001. Urban ecological systems: Linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32: 127-57.
- Pielou, E. C. 1977. *Mathematical Ecology*. Ed. Wiley Interscience.
- Pilato, G. 1972. Structure, intraspecific variability and systematic value of the buccal armature of eutardigrades. *Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung* 10:65-78.
- Pilato, G. 1973. Tardigradi delle acque dolci siciliane. Nota seconda. *Bollettino delle sedute dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali, Catania*, S. IV, XII, 1-2: 177-186.
- Pilato, G. 1974. Tardigradi delle acque dolci siciliane. Terza Nota. *Animalia*, 1, 235-244
- Pilato, G. 1981. Analisi di nuovi caratteri nello studio degli eutardigradi. *Animalia* 8: 51-57.
- Pilato, G. 1987. Revision of the genus *Diphascon* Plate, 1889, with remarks on the subfamily Itaquasconinae (Eutardigrada, Hypsibiidae). In: Bertolani R. (Ed.), *Biology of Tardigrades. Selected Symposia and Monographs*, U.Z.I, Mucchi, Modena 1: 337-357.
- Pilato, G. 2007. *Echiniscus quitensis*, a new species of tardigrade from Ecuador (Heterotardigrada: Echiniscidae). *Zootaxa* 1389: 55-60.
- Pilato, G. & Binda, M. G. 1990. Tardigradi dell'Antartide. I. *Ramajendas*, nuovo genere di eutardigrado. Nuova posizione sistematica di *Hypsibius renaudi* Ramazzotti, 1972 e descrizione di *Ramajendas frigidus* n. sp. *Animalia* 17:61-71

- Pilato, G. & Binda, M. G. 1996. *Mixibius fueguinus*, nuova specie di eutardigrado della Terra del Fuoco. *Bollettino dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali* 29: 27-32.
- Pilato, G. & Binda, M. G. 1997. *Acutuncus*, a new genus of Hypsibiidae (Eutardigrada). *Entomologische Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Hamburg* 12: 159-162.
- Pilato, G. & Binda, M.G. 2001. Biogeography and limno-terrestrial tardigrades: Are they truly incompatible binomials? *Zoologischer Anzeiger* 240: 511-516.
- Pilato, G. & Binda, M. G. 1997/98. A comparison of *Diphascon* (*D.*) *alpinum* Murray, 1906, *D.* (*D.*) *chilenense* Plate, 1889 and *D.* (*D.*) *pingue* Marcus, 1936 (Tardigrada), and description of a new species. *Zoologischer Anzeiger* 236: 181-185.
- Pilato, G. & Patane, M. 1997. *Macrobotus ovostriatus*, a new species of eutardigrade from Tierra del Fuego. *Bollettino dell'Accademia Gioenia Scienze Naturali* 30: 263-268.
- Pilato, G., Binda, M. G., & Quattieri, F. 1998. *Diphascon* (*Diphascon*) *mitrense*, new species of eutardigrade from Tierra del Fuego. *Bollettino dell'Accademia Gioenia Scienze Naturali* 31: 101-105.
- Pilato G, Binda, M. G. & Lisi, O. 2002. Notes on tardigrades of the Seychelles with the description of two new species. *Bollettino dell'Accademia Gioenia Scienze Naturali* 35: 503-517.
- Pilato, G., Binda, M. G. & Lisi, O. 2003. Remarks on some species of tardigrades from South America with the description of *Minibiotus sidereus* n. sp. *Zootaxa* 195: 1-8.
- Pilato, G., Binda, M.G., Napolitano, A. & Moncada, E. 2002b Tardigrades from Ecuador with the description of two new species: *Mixibius ornatus* spec. nov. And *Diphascon* (*Adropion*) *onorei* spec. nov. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 37 (2): 175-179.
- Pilato, G., Binda, M. G., Napolitano, A. & Moncada, E. 2004. Remarks on some species of tardigrades from South American with the description of two new species. *Journal of Natural History* 38 (9): 1081-1086.

- Pullin, A.S. (2002) Conservation biology. Cambridge University Press. New York, USA.
- Ramazzotti, G. 1964. Tardigradi del Chile - III.con descrizione delle nuove specie *Oreella minor* e *Pseudechiniscus lateromamillatus*. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano* 103:347-355.
- Ramazzotti, G. & Maucci, W. 1983. Il Phylum Tardigrada. Terza edizione riveduta e corretta. *Memorie dell'Isituto Italiano di Idrobiologia Dott. Marco De Marchi*, 41:1-1012.
- Rebecchi, L. 2001. The spermatozoon in tardigrades: evolution and relationships with the environment. *Zoologischer Anzeiger* 240: 525-533.
- Rebecchi L., Rossi V, Altiero A, Bertolani R., Menozzi P. 2003. Reproductive modes and genetic polymorphism in the tardigrade *Richtersius coronifer* (Eutardigrada, Macrobiotidae). *Invertebrate Biology* 122:19-27.
- Regier, J. C. & Schultz, J. W. 1998. Molecular phylogeny of arthropods and the significance of the Cambrian “Explosion” for Molecular Systematics. *American Zoologist* 38:918-928.
- Regier, J. C. & Schultz, J. W. 2001. Elongation Factor-2: a useful gene for arthropod phylogenetics. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 20: 136-148.
- Reice, S. R. 1994. Nonequilibrium determinants of biological community structure. *American Scientist* 82 (5): 424-435.
- Rebele, F. 1994. Urban ecology and special features of urban ecosystems. *Global Ecology and Biogeography* 4:173-187.
- Rocha, A. M. 2012. Riqueza y abundancia de tardígrados de la ciudad de Las Rosas Santa Fe, Argentina). I Congreso Latinoamericano de Ecología Urbana. Desafíos y escenarios de desarrollo para las ciudades latinoamericanas. Universidad Nacional de General Sarmiento. Buenos Aires, Argentina.
- Rocha, A. M. y Claps, M. C. 2010. Análisis preliminar de la fauna de tardígrados de la ciudad de Las Rosas, Santa Fe (Argentina). Congreso Latinoamericano (IV Argentino) de la Conservación de la Biodiversidad. San Miguel de Tucumán.
- Rocha, A.M. & Claps, M.C. 2012 “Preliminary analysis of urban tardigrades of Rafaela, a medium sized city in the province of Santa Fe (Argentina)”. XII Symposium International on Tardigrada. Porto (Portugal).

- Rocha, A.M.; Blanco A. M. 2013. ¿Cómo se organizan las comunidades de tardígrados en una ciudad mediana la región pampena de la república Argentina?. XI Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. Santa Rosa. La Pampa.
- Rocha, A. M., Claps, M. C. y Repp, Y. 2011. Diversidad de Tardígrados urbanos de una ciudad pequeña de la provincia de Santa Fe (Argentina). II Jornadas Patagónicas de Biología y IV Jornadas Estudiantiles de Ciencias Biológicas. Trelew. Chubut.
- Rocha, A. M., Izaguirre, M. F., Moly de Peluffo, M. C., Peluffo, J. R. & Casco, V. H. 2002. Ultraestructura de la cutícula de *Echiniscus rufoviridis* du Bois-Raymond Marcus, 1944 (Tardigrada). VIII Jornadas de Ciencias Naturales: 195-197. Santa Rosa, La Pampa, Argentina.
- Rocha, A. M., Izaguirre, M. F., Moly de Peluffo, M. C., Peluffo, J. R. & Casco, V. H. 2007. Ultrastructure of the cuticle of *Echiniscus rufoviridis* Du Bois-Raymond Marcus, (1944) [Heterotardigrada]. *Acta Microscopica* 16 (1-2): 16-21.
- Rossi, G. C. & Claps, M. C. 1980. Contribución al conocimiento de los tardígrados de Argentina. I. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 39 (3-4): 243-250.
- Rossi, G. C. & Claps, M. C. 1989. Tardígrados de la Argentina. V. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 47 (1-4): 133-142.
- Rossi, G.C. & Claps, M.C. 1991. Tardígrados dulceacuícolas de la Argentina. En: Castellanos, Z. A. de (Dir.), *Fauna de agua dulce de la República Argentina*, (19), 70 p.
- Rossi, G., Claps, M.C. & Ardohain, D.M. 2009. Tardigrades from northwestern Patagonia (Neuquén Province, Argentina) with the description of three new species. *Zootaxa* 2095: 21-36.
- Roy, D.B., Hill, M.O. & Rothery, P. 1999. Effects of urban land cover on the local species pool in Britain. *Ecography* 22: 507-515.
- Rooney, T.P., Olden J.D., Leach M.K. & Rogers, D.A. 2007. Biotic homogenization and conservation prioritization. *Biological Conservation* 134: 447-450.
- Ruszczuk, A. & de Araujo, A. M. 1992. Gradients in butterfly species diversity in an urban area in Brazil. *Journal of the Lepidopterists' Society* 46: 255-264.
- Schultz, J. W. & Regier, J. C. 2000. Phylogenetic analysis of arthropods using two nuclear proteinencoding genes supports a crustacean + hexapod clade. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 267: 1011-1019.

- Schuster, R. O., Nelson, D. R., Grigarick, A. A. & Christenberry, D. 1980. Systematic criteria of the Eutardigrada. *Transactions of the American Microscopical Society* 99 (3): 284-303.
- Séméria, Y. 1981. Recherches sur la faune urbaine et sub-urbaine des tardigrades muscicoles et lichenicoles. 1. Nice-Ville. *Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* 50 (7): 231-237.
- Shodi, N.S., Posa, M.R.C., Lee, T.M., Warkentin I.G. 2008. Effects of disturbance or loss of tropical rainforest on birds. *Auk* 125:511-519.
- Shochat, E., Warren, P.S., Faeth, S.H., McIntyre, N.E., & Hope, D. 2006. From patterns to emerging processes in urban evolutionary ecology. *Trends in Ecology & Evolution* 21:186-191.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1981. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. W. H Freeman & Company. New York. 859 p.
- Steiner, W. A. 1994a. The influence of air pollution on moss-dwelling animals: 1. Methodology and composition of flora and fauna. *Revue de Zoologie* 101(2):533-556.
- Steiner, W. A. 1994b. The influence of air pollution on moss-dwelling animals: 2. Aquatic fauna with emphasis on Nematoda and Tardigrada. *Revue de Zoologie*, 101(3): 699-724.
- Steiner, W. A. 1994c. The influence of air pollution on moss-dwelling animals: 4. Seasonal and long-term fluctuations of rotifer, nematode and tardigrade populations. *Revue de Zoologie* 101(4): 1017-1031.
- Suarez, A. V. & Case, T. J. 2002. Bottom-up effects on persistence of a specialist predator: ant invasions and horned lizards. *Ecological Applications* 12: 291-298.
- Sukopp, H. 1990. Urban ecology and its application in Europe. Pages 1-22 in H. Sukopp, and S. Hejny (eds.), *Urban Ecology: Plants and Plant Communities in Urban Environments*. SPB Publishing, The Hague.
- Thomas S. C., Halpern, C. B., Falk, D. A., Liguori, D. A. & Austin, K. A. 1999. Plant diversity in managed forests: understory responses to thinning and fertilization. *Ecological Applications* 9 (3): 864-879.

- Tratalos, J., Fuller, R.A., Evans, K.L., Davies, R.G., Newson, S.E., Greenwood, J.J.D. & Gaston, K.J. 2007. Bird densities are associated with household densities. *Global Change Biology*, 13, 1685-1695.
- Trepl, L. 1995. Towards a theory of urban biocoenoses. Pages 3–21 in H. Sukopp, M. Numata, and A. Huber (eds.), *Urban Ecology as the Basis for Urban Planning*. SPB Academic, The Hague
- Toftner, E. C., Grigarick, A. & Schuster, R. O. 1975. Analysis of scanning electron microscope images of *Macrobotus* eggs. In: *Symposio. Tardigrada*, Pallanza, Italy. 1974. *Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia* 32 Suppl., 3393-411.
- Turner, M. 1989. Landscape ecology: The effect of pattern on process. *Annual Reviews Ecology System* 20:171-97.
- Turner, B. L. II., Clark, W., Kates, R., Richards, J., Mathew, J. & Meyer, W. (eds.). 1990. *The Earth as Transformed by Human Action: Global and Regional Changes in the Biosphere Over the Past 300 Years*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Un-Habitat. 2006. *The state of the world's cities report 2006/7: The Millennium Development Goals and urban sustainability*. London: Earthscan.
- Vargha, B., Otvos, E., & Tuba Z. 2002. Investigations on ecological effects of heavy metal pollution in Hungary by moss-dwelling water bears (Tardigrada) as bioindicators. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 9: 141-146.
- Yeates, G. W. & Bongers, T. 1999. Nematode diversity in agroecosystems. *Agriculture. Ecosystems and Environment* 74:113-135.
- Wallendorf, M. & Miller, W. R. 2009. Tardigrades of North America: *Milnesium alabamiae* nov. sp. (Eutardigrada: Apochela: Milnesiidae) a new species from Alabama. *Transactions of the Kansas Academy of Science* 112(3/4): 181-186.
- Wu, J. & Loucks, O. L. 1995. From balance of nature to hierarchical patch dynamics: A paradigm shift in ecology. *Quarterly Review of Biology* 70: 439-466.
- Zapparoli, M., 1997. Urban development and insect biodiversity of the Rome area. Italy *Landsc. Urban Plann* 38: 77-86.
- Zrzav&, J., Mihulka, S., Kepka, P., Bezdk, A. & Tietz, D. 1998. Phylogeny of the Metazoa based on morphological and 18S ribosomal DNA evidence. *Cladistics* 14: 249-285.



Universidad Nacional de Río Cuarto
Biblioteca Central "Juan Filloy"



73924

73924