



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

TESINA PRESENTADA PARA OBTENER  
EL GRADO ACADÉMICO DE  
INGENIERO EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO  
AMBIENTE

“Análisis de la diversidad de tardígrados urbanos de dos Regiones  
Fitogeográficas de la provincia de La Pampa: la Región del  
Monte y la Región Pampeana”

Jorgelina Gossio

SANTA ROSA, LA PAMPA

ARGENTINA

2013

## **PREFACIO**

Esta Tesina es presentada como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente, de la Universidad Nacional de La Pampa, y no ha sido exhibida previamente para la obtención de otro título en esta Universidad ni en otra Institución Académica. Se llevó a cabo en el campo de enseñanza de la UNLPam, en el pabellón de Biología, durante el período comprendido entre el 28 de septiembre de 2012 y el 02 de septiembre de 2013, bajo la dirección de Alejandra Mariana Rocha; y la codirección de María Cristina Martín.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales por las facilidades brindadas para la realización de esta tesina; a mi directora, Mariana Rocha, por sus invaluable enseñanzas, preciado tiempo y admirable dedicación, a mi codirectora, María Cristina Martín, por su asesoramiento en materia estadística, sus impecables correcciones y lúcidas sugerencias; a Irene Doma, Alejandra Blanco y Andrea de León, por sus múltiples y diversas colaboraciones; a Carolina Pérez, por la revisión y corrección de estilo, y por su afectuoso e incondicional apoyo; a Piero Gossio, por la elaboración de mapas; a él y a Carlos Gossio, por su compañía durante los muestreos; y, especialmente, a mis padres, hermanos, abuelos y amigos, por todo su aliento y cariño cotidiano.

03 de septiembre de 2013

---

Jorgelina Gossio

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA**

## RESUMEN

En el presente trabajo se estudia la diversidad de tardígrados de dos regiones fitogeográficas de la provincia de La Pampa distantes entre sí: la “*Región del Monte*” y la “*Región Pampeana*”. En la primera, el análisis se efectúa en las localidades de La Humada, Algarrobo del Águila y Santa Isabel, mientras que, en la segunda, se realiza en las localidades de Intendente Alvear y Realicó.

En cada uno de los cinco asentamientos urbanos se tomaron muestras de dos tipos de sitios: “*sitios de alto tránsito vehicular*” y “*sitios de bajo-medio tránsito vehicular*”. Para cada tipo de sitio se seleccionaron cuatro lugares con características semejantes y se muestreó un árbol en cada uno de ellos. Las muestras consistieron en almohadillas de líquenes y musgos desarrollados sobre cortezas de árboles y se trataron siguiendo las técnicas habituales para el grupo.

De las dos regiones fitogeográficas estudiadas, sólo la Pampeana presentó tardígrados. Esto podría adjudicarse al alto nivel de precipitaciones de la zona, que sería adecuado para el desarrollo de esas comunidades. En la región mencionada, la abundancia de la fauna de tardígrados presentó diferencias significativas entre sitios, siendo mínima en los de bajo tránsito vehicular. Este comportamiento estaría causado por los efectos de la matriz agrícola en la que se encuentran inmersas las localidades de la región.

Es de destacar que esta tesina representa un pequeño aporte a la comprensión del comportamiento de los tardígrados en ecosistemas urbanos y ante distintas condiciones geográficas. Estudios posteriores a nivel regional contribuirán a establecer un patrón en la distribución biogeográfica de las especies. Asimismo, son necesarias investigaciones que analicen a mayor nivel de detalle los efectos de los distintos usos de la tierra sobre la fauna de esas comunidades.

**Palabras claves:** *tardígrados urbanos, uso de la tierra, Región Neotropical, Argentina.*

# ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES DEL TEMA DE ESTUDIO .....	- 3 -
1.2. ANTECEDENTES .....	- 4 -
1.3. PROBLEMA CIENTÍFICO. JUSTIFICACIÓN .....	- 5 -
1.4. OBJETIVO, HIPÓTESIS Y ORGANIZACIÓN DE LA TESINA .....	- 6 -
1.4.1. Objetivo.....	- 6 -
1.4.2. Hipótesis .....	- 6 -
CAPÍTULO II: BIOLOGÍA DE TARDÍGRADOS Y EFECTOS DE LA URBANIZACIÓN .....	- 7 -
2.1. CAPACIDADES ADAPTATIVAS DE LOS TARDÍGRADOS .....	- 8 -
2.2. EFECTOS DE LA URBANIZACIÓN SOBRE EL AMBIENTE Y LA BIODIVERSIDAD .....	- 8 -
CAPÍTULO III: MATERIALES & MÉTODOS .....	- 10 -
3.1. ÁREA DE ESTUDIO .....	- 11 -
3.1.1. Descripción de las localidades analizadas .....	- 12 -
3.1.1.1. La Humada .....	- 12 -
3.1.1.2. Algarrobo del Águila .....	- 12 -
3.1.1.3. Santa Isabel .....	- 12 -
3.1.1.4. Intendente Alvear .....	- 12 -
3.1.1.5. Realicó .....	- 13 -
3.1.2. Descripción de las Regiones Fitogeográficas .....	- 14 -
3.1.2.1. Región Fitogeográfica del Monte.....	- 14 -
3.1.2.2. Región Fitogeográfica Pampeana.....	- 14 -
3.2. DISEÑO DE MUESTREO Y PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS .....	- 15 -
3.3. ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	- 16 -
3.3.1. Índices de diversidad .....	- 16 -
3.3.2. Pruebas estadísticas .....	- 17 -
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....	- 19 -
4.1. ATRIBUTOS DE LA TAXOCENOSIS DE TARDÍGRADOS .....	- 20 -
4.2. COMPORTAMIENTO DE LA ABUNDANCIA DE TARDÍGRADOS .....	- 20 -
4.3. ANÁLISIS DE RIQUEZA Y ABUNDANCIA A NIVEL REGIONAL .....	- 21 -
4.4. ANÁLISIS DE DIVERSIDAD A NIVEL SITIO .....	- 22 -
4.5. ANÁLISIS DE DIVERSIDAD A NIVEL DE LOCALIDAD .....	- 22 -
4.5.1. Realicó .....	- 22 -
4.5.2. Intendente Alvear .....	- 24 -
4.6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS COMUNIDADES DE TARDÍGRADOS EN LAS CIUDADES DE LA REGIÓN PAMPEANA .....	- 25 -
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	- 27 -
BIBLIOGRAFIA.....	- 32 -

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localidades pampeanas estudiadas, ubicadas según sus regiones fitogeográficas correspondientes. ....	- 11 -
Figura 2. Frecuencia relativa de cada especie de tardígrados en sitios de alto y bajo tránsito en la Región Pampeana. ....	- 22 -
Figura 3. Frecuencia relativa de cada taxón en sitios de alto y bajo tránsito en Realicó. ....	- 23 -
Figura 4. Frecuencia relativa de cada taxón en sitios de alto y bajo tránsito en Intendente Alvear. ....	- 24 -
Figura 5. Abundancia absoluta en sitios de alto y bajo tránsito en Intendente Alvear y Realicó. ....	- 25 -
Figura 6. Abundancia absoluta de cada taxón en las localidades Intendente Alvear y Realicó. ....	1

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables climáticas y socio-económicas de las localidades analizadas. ....	- 13 -
Tabla 2: Índices de diversidad y conversión de los mismos según Jost (2006). ....	- 16 -
Tabla 3: Abundancia relativa y frecuencia en las muestras para cada especie. ....	- 21 -
Tabla 4: Índices de diversidad de los dos sitios estudiados ajustados según Jost (2006).....	- 21 -
Tabla 5: Densidades (ind/cm <sup>2</sup> ) de cada taxón en las localidades de la Región Pampeana (R.P.).....	- 23 -
Tabla 6: Índices de diversidad de las localidades estudiadas ajustados según Jost (2006). ....	- 25 -

**CAPÍTULO I**  
**Introducción y antecedentes**  
**del tema de estudio**

## **1.1. Introducción**

El filum Tardigrada constituye un grupo de micrometazoos hidrófilos cosmopolitas, cuyo tamaño se encuentra en el límite de la capacidad de visión del ojo humano (Nelson, 2001; Impey, 2007; Beatley, 2011). Debido a su aspecto general bajo el microscopio se los conoce, vulgarmente, con el nombre de “osos de agua” (Nelson, 2001; Impey, 2007). Habitan ecosistemas marinos, dulceacuícolas o ambientes terrestres húmedos, entre los que se encuentran el suelo, hojarasca, musgos y líquenes (Steiner, 1994a; Nelson, 2001; Vargha *et al.*, 2002; Guil *et al.*, 2008; Meyer *et al.*, 2013).

Los tardígrados terrestres, además de habitar ambientes naturales, son capaces de tolerar las condiciones que impone la urbanización (Beatley, 2011), la cual supone una intensa degradación de la calidad del aire originada por la intensificación del tráfico vehicular y las actividades industriales (Meininger *et al.*, 1985; Tratalos *et al.*, 2007). Su capacidad de adaptarse a dichas condiciones ha hecho que, en los últimos años, estos organismos cobren interés como bioindicadores de calidad ambiental (Steiner, 1994a, 1994b, 1994c; Nelson, 2001; Vargha *et al.*, 2002; Beatley, 2011). Especies con tendencia a dominar en áreas polucionadas o bien en áreas prístinas, pueden ser utilizadas como indicadores de contaminación del aire en ecosistemas urbanos (Steiner, 1994b).

La estructura de las ciudades está caracterizada por complejas interacciones entre variables sociales, económicas, institucionales y ambientales que dan, como resultado, un paisaje parcheado, en donde una variedad de usos de la tierra se yuxtaponen (Alberti, 2005). El ambiente urbano es heterogéneo y sus efectos sobre la biota no pueden ser considerados iguales en cualquiera de sus puntos (Cutway & Ehrenfeld, 2009). Por ello es necesario expandir el conocimiento acerca de las funciones y estructuras ecosistémicas urbanas y así lograr un mejor entendimiento de sus efectos sobre la biodiversidad (Alberti, 2005).

## **1.2. Antecedentes**

Los trabajos sobre fauna de tardígrados son escasos y el conocimiento relacionado a su distribución y diversidad es reducido, sobre todo en la Región Neotropical (Nickel *et al.*, 2001, Pilato *et al.*, 2003 y Guidetti *et al.*, 2013). Hasta el momento se han descripto alrededor de 200 especies para Sudamérica y 113 para Argentina.



En Sudamérica los estudios abocados a este grupo han sido abordados, en su mayoría, por investigadores europeos (Murray, 1913; Marcus, 1944; Ramazzotti, 1964; Nelson *et al.*, 1982, 1987; Grigarick *et al.*, 1983; Maucci, 1988; Pilato & Binda, 1990, 1996; Nickel *et al.*, 2001; Pilato *et al.* 1998, 2002, 2003, 2004; Pilato, 2007; Michalczyk & Kaczmarek 2005, 2006), pero aún siguen siendo insuficientes.

Nuestro país cuenta con un escaso número de investigadores en la temática. Entre los autores que han aportado estudios acerca de tardígrados urbanos en Argentina podemos citar a Moly de Peluffo *et al.* (1999, 2003, 2006, 2013); Peluffo *et al.* (2000, 2002, 2006, 2007, 2009); Baudino *et al.* (2010); Rocha (2012), Rocha *et al.* (2002, 2007, 2011), Rocha & Claps (2010, 2012), Rocha & Blanco (2013), Blanco *et al.* (2012) y de León *et al.* (2012).

La sensibilidad de los tardígrados a las condiciones urbanas fue estudiada por Vargha *et al.* (2002) – quienes encontraron que la riqueza y abundancia del filum decrece con el aumento de las concentraciones de metales pesados – y Steiner (1994b) – quien demostró una disminución de la riqueza para el incremento de los valores de SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre) –. En relación a esto, recientemente Meyer *et al.* (2013), determinaron valores bajos de riqueza y diversidad de tardígrados para una ciudad al compararla con sitios no urbanos cercanos a la misma. Otros investigadores también han comprobado que la riqueza de tardígrados decrece con el incremento de los niveles de contaminantes aéreos (Meininger *et al.*, 1985; Hohl *et al.*, 2001; Nelson, 2001; Peluffo *et al.*, 2006) avalando su utilización como bioindicadores de calidad ambiental.

### **1.3. Justificación**

Hasta el momento son limitados los aportes acerca de los efectos de los distintos patrones urbanos sobre la diversidad (Alberti, 2008, 2010). Sin embargo, los cambios producidos como resultado de la expansión urbana están cobrando cada vez más relevancia en el ámbito científico.

En el contexto de los crecientes impactos inducidos por el hombre, resulta imperante lograr un mayor entendimiento de los efectos de la urbanización sobre la biota (Alberti, 2005; Peluffo *et al.*, 2007; McKinney, 2008; Matteucci & Morello, 2009; Murgui, 2009). Contribuir al conocimiento de la fauna de tardígrados presentes en las ciudades aportará al entendimiento del rol que la matriz urbana ejerce sobre esas comunidades.

La escasez de registros de tardígrados de Sudamérica identifica una de las principales falencias en nuestra comprensión de su distribución y diversidad. Es necesario desarrollar estudios que permitan establecer un patrón en la distribución biogeográfica de las especies y así comprender mejor el efecto de las variables macroambientales sobre este filum, tópico que ha sido objeto de discusión entre algunos autores (Ramazzotti & Maucci, 1983; Pilato & Binda, 2001).

## **1.4. Objetivo, Hipótesis y Organización de la Tesina**

### **1.4.1. Objetivo**

Analizar comparativamente la diversidad de tardígrados urbanos –riqueza & abundancia– de dos áreas distantes entre sí de la provincia de La Pampa: la Región Fitogeográfica del Monte y la Región Fitogeográfica Pampeana.

### **1.4.2. Hipótesis**

H1: la diversidad de tardígrados urbanos de la Región Fitogeográfica Pampeana será mayor que la del Monte.

H2: la diversidad de tardígrados urbanos de las áreas de bajo tránsito vehicular será mayor que la de las áreas de alto tránsito vehicular.

A los fines de poner a prueba las hipótesis planteadas y cumplir con el objetivo del trabajo, la tesina se organiza de acuerdo a la siguiente estructura:

- En el Capítulo II se describe la biología de los Tardígrados, sus capacidades de adaptación a distintas zonas y cómo los afecta la urbanización.
- En el Capítulo III se describen, desde el punto de vista geográfico, socioeconómico y climatológico, las regiones fitogeográficas y las distintas localidades involucradas en el estudio. Finalmente, se presenta el plan de muestreo y los métodos estadísticos para el análisis de los datos.
- El Capítulo IV ofrece el análisis de los resultados, describiéndose los atributos de la taxocenosis y el comportamiento de la abundancia de tardígrados, para luego analizar la diversidad a diferentes niveles (región, sitio y localidad).
- Finalmente, el Capítulo V presenta una discusión y conclusiones que surgen del presente trabajo.

# **CAPÍTULO II**

## **Biología de tardígrados y efectos de la urbanización**

## **2.1. Capacidades adaptativas de los tardígrados**

Los tardígrados, para soportar las rápidas fluctuaciones de humedad y temperatura que los ambientes terrestres experimentan (Kinchin, 1994), han desarrollado la capacidad de entrar en un estado de latencia denominado criptobiosis (Claps *et al.*, 2005; Glime, 2006; Johansson *et al.*, 2011; Møbjerg *et al.*, 2011), a través del cual reducen su metabolismo a menos de 0,01% de su funcionamiento normal. De esta manera el organismo es capaz de tolerar la desecación del ambiente con gastos mínimos de energía; la alimentación, el crecimiento y la reproducción cesan hasta que las condiciones ambientales vuelven a ser favorables (Impey, 2007; Johansson *et al.*, 2011).

Gracias a este mecanismo los tardígrados pueden tolerar condiciones extremas de temperatura, presión y radiación (Claps *et al.*, 2005; Impey, 2007; Møbjerg *et al.*, 2011), lo que les permite habitar una gran diversidad de ambientes, encontrándose desde las más altas montañas a las más profundas fosas oceánicas del planeta (Impey, 2007). Su capacidad de adaptación ha permitido que, dentro de los ambientes terrestres, los tardígrados sean capaces de colonizar, también, ambientes urbanos (Beatley, 2011).

## **2.2. Efectos de la urbanización sobre el ambiente y la biodiversidad**

Algunas de las perturbaciones más evidentes de la expansión urbana son el desarrollo de viviendas, la construcción de carreteras y la utilización de tierras como vertedero de desechos. La infraestructura y los sistemas de drenaje artificial afectan los ciclos de los nutrientes y el ciclo hidrológico; los regímenes de disturbio se modifican y el microclima sufre alteraciones, debidas principalmente, a la modificación de la naturaleza de la superficie del suelo, que genera emisiones de grandes cantidades de calor (Alberti, 2005, 2010; Bierwagen, 2006; Jordan & Jones, 2006; Matteucci & Morello, 2009).

El crecimiento urbano ocasiona fragmentación del hábitat, que constituye una de las principales causas de declinación y extinción de especies nativas, generando, al mismo tiempo, adición de especies exóticas (Alberti, 2005; Bierwagen, 2006; Donnelly & Marzluff, 2006; Jordan & Jones, 2006; Thompson & McLachlan, 2006; Di Mauro *et al.*, 2007; Tratalos *et al.*, 2007; Clarke *et al.*, 2008; Loeb *et al.*, 2008; Cutway & Ehrenfeld, 2009; Marussich & Faeth, 2009). Éstas interaccionan con las especies nativas afectando su abundancia y/o distribución, generando nuevas oportunidades para la predación y competencia, en donde las especies exóticas toman ventaja de las

comunidades poco estables (Alberti, 2008). Los cambios provocados en la composición de especies promueven la expansión geográfica de algunas y la reducción geográfica de otras, conduciendo al reemplazo gradual de comunidades regionales por comunidades cosmopolitas (McKinney & Lockwood, 1999; Bierwagen, 2006; Tratalos *et al.*, 2007; Olden & Rooney, 2006; Fuller *et al.*, 2009). De esta manera, la pérdida de diversidad y la invasión biológica se combinan para incrementar la similitud biótica entre distintas ciudades (Alberti, 2005; Peluffo *et al.*, 2007; Schwartz *et al.*, 2006), proceso conocido como homogeneización biótica (McKinney, 1999).

En los ecosistemas urbanos monocéntricos se ha observado que la riqueza decrece desde la periferia hacia el centro de la ciudad, al mismo tiempo que la pérdida de hábitat se incrementa en este mismo sentido. Las especies adaptadas a las condiciones urbanas tienden a ocupar las áreas más cercanas al núcleo de las localidades, mientras que, aquellas que evitan los ambientes urbanos, se suelen encontrar en las afueras de las mismas, donde los disturbios son menores (Alberti, 2005, 2008; Biamonte *et al.*, 2011). La diversidad puede aumentar a niveles intermedios de urbanización debido a que, en esta instancia, coexisten tanto especies nativas como exóticas, pero tiende a declinar con el desarrollo urbano intenso (Alberti *et al.*, 2003; Adam, 2005; McKinney, 2008).

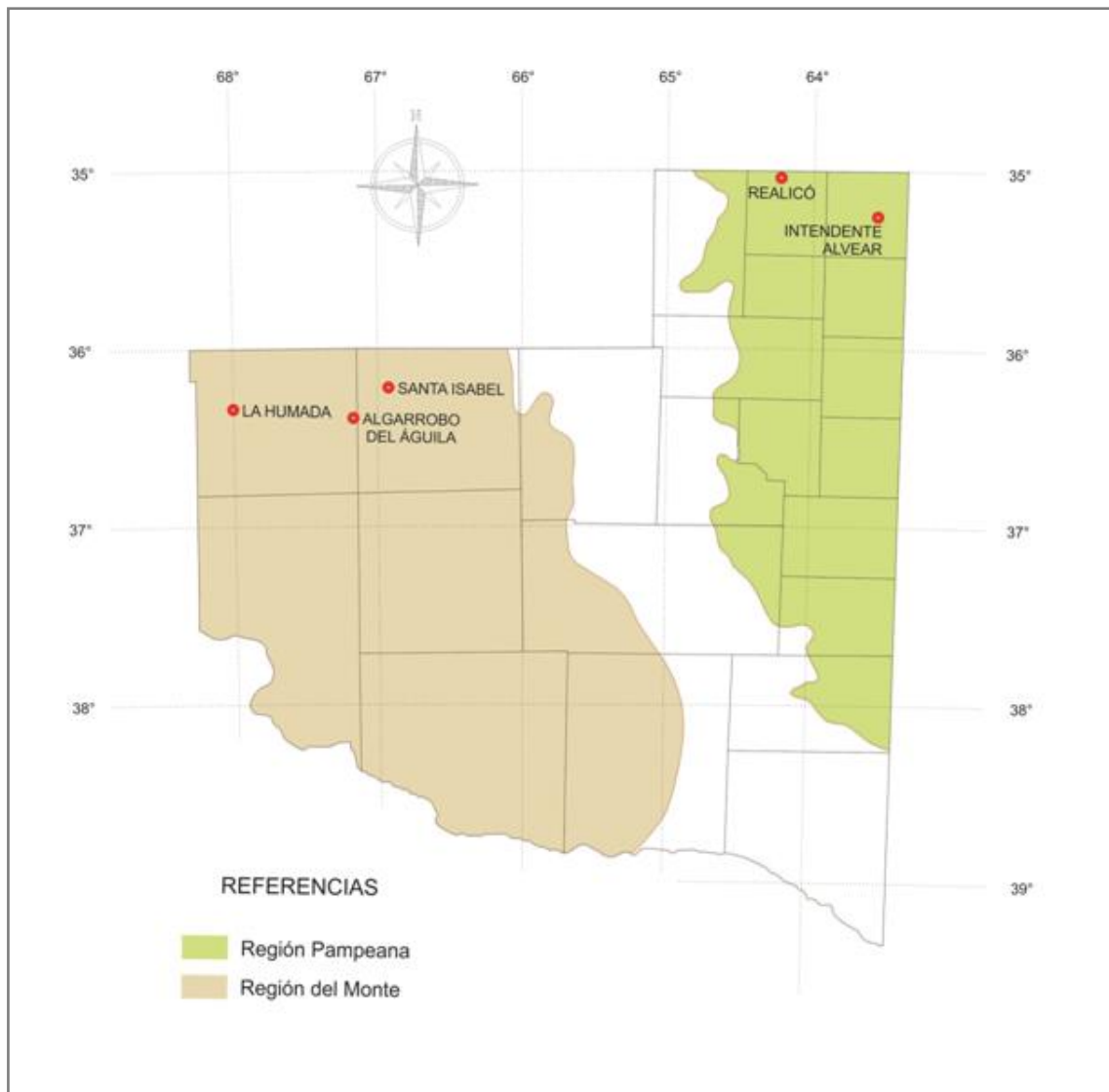
Los distintos usos de la tierra (residencial, comercial, industrial, rural) pueden tener diferentes efectos sobre la diversidad presente en las ciudades (Cutway & Ehrenfeld, 2009). Incluso las variables socioeconómicas, como el nivel de bienestar de la población, pueden ejercer influencia en la diversidad de un área (Melles, 2005). Sin embargo, es necesario considerar que la diversidad de un centro urbano no dependerá sólo de los patrones de uso de la tierra y del gradiente de urbanización, sino también de las variables geográficas y climáticas imperantes en la región (McKinney, 2008).

# **CAPÍTULO III**

## **Materiales & Métodos**

### 3.1. Área de Estudio

El estudio se realizó durante marzo de 2012, en cinco localidades de la provincia de La Pampa: Santa Isabel, Algarrobo del Águila, La Humada, ubicadas en la Región Fitogeográfica del Monte, y Realicó e Intendente Alvear, ubicadas en la Región Fitogeográfica Pampeana (Figura 1).



**Figura 1:** localidades pampeanas estudiadas durante marzo de 2012, ubicadas en sus regiones fitogeográficas correspondientes.

### **3.1.1. Descripción de las localidades analizadas**

#### **3.1.1.1. La Humada**

Se ubica en el oeste de la provincia de La Pampa ( $36^{\circ}21'0''S$ ;  $68^{\circ}0'40''W$ ), en el departamento de Chical Co, y presenta una densidad demográfica de 31,8 hab/ha (Tabla 1). Según el INTA (2004), dicha localidad pertenece a la región occidental, subregión de la pediplanicie. No existen actividades industriales importantes en la localidad. Su principal actividad económica es la ganadería extensiva a base de vegetación natural, con predominio de caprinos y, en menor medida, bovinos (INTA, 2004; Ministerio de la Producción de la Provincia de La Pampa, 2013).

#### **3.1.1.2. Algarrobo del Águila**

Se ubica en el oeste de la provincia de La Pampa ( $36^{\circ}23'50''S$ ;  $67^{\circ}08'50''O$ ), en el departamento de Chical Co y presenta una densidad demográfica de 10,62 hab/ha (Tabla 1). Según el INTA (2004), pertenece a la región central de la provincia, subregión de las llanuras aluviales del Atuel-Salado. La principal actividad económica es la cría mixta extensiva de ganado ovino, caprino, bovino y equino (INTA, 2004; Ministerio de la Producción de la Provincia de La Pampa, 2013).

#### **3.1.1.3. Santa Isabel**

Se ubica en el oeste de la provincia de La Pampa ( $36^{\circ}13'50''S$ ;  $66^{\circ}56'23''O$ ), en el departamento de Chalileo y presenta una densidad demográfica de 27,7 hab/ha (Tabla 1). Según el INTA (2004), pertenece a la región central de la provincia, subregión de las llanuras aluviales del Atuel-Salado. Es la localidad económicamente más activa del oeste de La Pampa. Su localización sobre la ruta provincial N° 10 ha favorecido el desarrollo comercial. Su principal actividad productiva es la cría mixta extensiva de caprinos y bovinos. Cuenta con el único frigorífico de la región que procesa toda la producción de carne de la zona (INTA, 2004; Ministerio de la Producción de la Provincia de La Pampa, 2013).

#### **3.1.1.4. Intendente Alvear**

Se ubica al este de la Provincia de La Pampa ( $35^{\circ}14'18''S$ ;  $63^{\circ}52'29''O$ ), en el departamento de Chapaleufú y presenta una densidad demográfica de 29,44 hab/ha (Tabla 1). Según el INTA (2004), pertenece a la región oriental de la provincia, subregión de las planicies medanosas. La principal actividad económica es la



producción y acopio de cereales. En cuanto al desarrollo industrial de la localidad, se destaca la presencia de una planta productora de miel, un criadero y frigorífico de aves y un criadero de cerdos (comunicación personal con la Dirección General de Rentas, 2012; Ministerio de la Producción de la Provincia de La Pampa, 2013).

### 3.1.1.5. Realicó

Se ubica al este de la Provincia de La Pampa (35°02'28"S; 64°14'45"O), en el departamento homónimo y presenta una densidad demográfica de 33,26 hab/ha (Tabla 1). Según el INTA (2004), pertenece a la región oriental, subregión de las planicies con tosca. La principal actividad económica es la explotación agropecuaria, con predominio de la agricultura. El sector industrial está constituido por un molino harinero y unas pocas metalúrgicas de pequeña escala (comunicación personal con la Dirección General de Rentas, 2012; Ministerio de la Producción de la Provincia de La Pampa, 2013).

**Tabla 1:** Variables climáticas y socio-económicas de las localidades analizadas en el muestreo de marzo de 2012.

	Región Pampeana		Región del Monte		
	Intendente Alvear	Realicó	Santa Isabel	Algarrobo del Águila	La Humada
N° habitantes (INDEC, 2001)	6624	7151	2493	637	954
Área (ha) <sup>(1)</sup>	225	215	90	60	30
Automóviles registrados <sup>(2)</sup>	2183	2147	382	80	90
Industrias <sup>(2)</sup>	4	4	1	-	-
Año de fundación <sup>(3)</sup>	1896	1907	1904	1899	-
Precipitación anual media (mm) <sup>(4)</sup>	758	692	414	403	200
Temperatura anual media (°C) <sup>(5)</sup>	16,3	16,5	15,4	15,4	14,6
Altitud (msnm) <sup>(1) bis</sup>	129	167	320	305	830

(1) y (1) bis Obtenidas a partir del Software Google Earth.

(2) Comunicación Personal con la Dirección General de Rentas (2012).

(3) Comunicación personal con las municipalidades correspondientes.

(4) Consulta online: <http://www.agrolluvia.com/>.

(5) Consulta online: <http://www.intellicast.com/>.

### **3.1.2. Descripción de las Regiones Fitogeográficas**

#### **3.1.2.1. Región Fitogeográfica del Monte**

Está caracterizada por un clima templado y seco. La temperatura media anual oscila entre 14,5°C y 15,5°C, con una marcada amplitud térmica, dado que en enero la temperatura media alcanza los 22°C, mientras que en julio se encuentra alrededor de los 7°C. La región es semiárida y sus precipitaciones se encuentran entre los 200 y 400 mm, disminuyendo hacia el oeste y concentrándose en los meses estivales (Cabrera, 1994; INTA, 2004).

La dirección predominante de los vientos es N-S y N-E. Este agente provoca una gran acción erosiva a causa de sus altas velocidades instantáneas, a pesar de que la velocidad promedio anual no alcanza valores mayores a 8-10 km/h (Cabrera, 1994; INTA, 2004).

La altimetría va de 1000 msnm en el extremo oeste de la provincia de La Pampa a 300 msnm hacia el este de la región del monte. El relieve es plano con algunas ondulaciones y médanos. Los suelos son arenosos y muy permeables, predominando los entisoles y aridisoles (Cabrera, 1994; INTA, 2004).

La vegetación está compuesta por arbustales abiertos, perennifolios y xerófilos con dominancia de *Larrea divaricata*, denominada “jarilla”, constituyendo la formación vegetativa más representativa de la zona (Cabrera, 1994; INTA, 2004).

El escaso desarrollo de los suelos junto con la aridez climática reducen la diversificación productiva, limitando la actividad económica a la producción extensiva de ganado bovino y a la cría de caprinos para subsistencia. También se crían, en menor medida, ovinos y equinos (INTA, 2004; Ministerio de Producción de la Provincia de La Pampa, 2013).

La región no presenta una actividad industrial o comercial importante. La única localidad con un grado significativo de desarrollo en este sentido es Santa Isabel (Ministerio de Producción de la Provincia de La Pampa, 2013).

#### **3.1.2.2. Región Fitogeográfica Pampeana**

Está caracterizada por un clima templado. La temperatura media anual es de 16°C. En enero, la temperatura media es de alrededor de 24°C, mientras que en julio ronda los 8°C. Presenta un régimen subhúmedo con precipitaciones que van de 600 a

700 mm, aumentando hacia el este y concentrándose en los meses estivales (Cabrera, 1994; INTA, 2004).

La velocidad promedio de los vientos va de 12 a 14 km/h, con predominancia en las direcciones N-NE y S-SW. Su mayor intensidad se da de septiembre a diciembre (INTA, 2004).

Esta región se encuentra entre las cotas de 200 y 100 metros de altitud. El relieve consiste en una planicie uniforme suavemente ondulada. Los suelos predominantes son los molisoles (INTA, 2004).

La vegetación natural está caracterizada por una estepa gramínea con predominancia de *Stipa sp.*, constituyendo la formación vegetal conocida como “flechillar”, aunque actualmente ésta ha sido reemplazada, en su mayor parte, por cultivos (Cabrera, 1994; INTA, 2004).

La actividad agrícola-ganadera constituye la base económica. Los cultivos invernales más frecuentes son centeno, avena y cebada, mientras que los estivales son soja, girasol, maíz, sorgo y trigo. También se ha difundido el cultivo del pasto llorón en áreas medanosas. Es importante la presencia de complejos agroindustriales agrícolas, lácteos y ganaderos en la región (INTA, 2004; Ministerio de la Producción de la Provincia de La Pampa, 2013).

### **3.2. Diseño de muestreo y procesamiento de las muestras**

En cada una de las cinco localidades se tomaron muestras de dos tipos de sitios: “*sitios de alto tránsito vehicular*” y “*sitios de bajo-medio tránsito vehicular*”. Para cada tipo de sitio se seleccionaron cuatro lugares con características semejantes y se muestreó un árbol en cada uno de ellos. Se extrajeron nueve (9) sub-muestras de almohadillas de líquenes y musgos en cada árbol, contabilizando un total de 40 muestras. Las mismas fueron extraídas aproximadamente a la altura del pecho (1,3 m) con un sacabocados circular de acero de 11 mm de diámetro interno. El tamaño de las muestras y sub-muestras fue seleccionado siguiendo a Morgan (1977) y Steiner (1994a). Las muestras se guardaron en bolsas de papel a temperatura ambiente.

Para su estudio, las muestras fueron colocadas en tamices de 1,5 mm de abertura de malla suspendidos en cápsulas de Petri con agua. Transcurrido un lapso mínimo de 24 horas, se observaron en fresco bajo microscopio estereoscópico. Los tardígrados fueron extraídos de las muestras con micropipetas.

Se provocó el pasaje de los individuos activos al estado de anoxibiosis colocándolos sumergidos en escasa cantidad de agua durante algunos minutos en una estufa a 60°C. A continuación, y corroborando que los especímenes estuviesen totalmente relajados, se colocaron en formol 10% neutralizado. Posteriormente, para la identificación de especies se realizaron montajes en solución de faure o en polivinil lactofenol, y se observaron bajo microscopio óptico, siguiendo el esquema general propuesto por Ramazzotti y Maucci (1983).

Para cada muestra se registró el número de especies y la abundancia absoluta y relativa de individuos de cada taxón.

### 3.3. Análisis de los datos

#### 3.3.1. Índices de diversidad

Para analizar la diversidad de cada localidad y de cada sitio se determinó la riqueza de especies (S) y los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y Simpson (1-D) mediante el software PAST: Paleontological Statistic Software Package. Se realizó una transformación de los índices de diversidad siguiendo a Jost (2006) a fin de que los mismos presenten propiedades matemáticas uniformes que permitan su comparación (Tabla 2).

**Tabla 2:** Índices de diversidad y conversión de los mismos según Jost (2006).

Índice x		Diversidad en términos de x	Diversidad en términos de $p_i$ (número efectivo de especies)
Shannon-Weaver (H')	$x = \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$	$\exp(x)$	$\exp\left(-\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i\right)$
Gini-Simpson (D)	$x = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$	$1/(1 - x)$	$x = 1 / \sum_{i=1}^S p_i^2$

Referencias: S: riqueza;  $p_i$ : abundancia proporcional de cada especie; ln: logaritmo natural.

### 3.3.2. Pruebas estadísticas

Con la finalidad de comparar la abundancia y riqueza de tardígrados entre sitios y entre localidades se realizó la prueba de Kruskal-Wallis mediante el software estadístico STATISTICA 8.0 (StatSoft, 2003), que consiste en una alternativa no paramétrica del método Análisis de la Varianza (ANOVA) de un factor.

Cabe señalar que para comparar las diferencias de medias entre diferentes tratamientos (en nuestro caso, diferencias de medias de riqueza y abundancia entre las localidades de Intendente Alvear y Realicó, y entre sitios de alto y bajo tránsito) lo usual es utilizar ANOVA. Sin embargo, al no conseguir verificar los supuestos necesarios para aplicar esta prueba, la bibliografía (Siegel, 1970) recomienda la prueba de Kruskal-Wallis que no requiere de las condiciones de homocedasticidad y normalidad para su aplicación. La prueba se describe a continuación:

Supongamos que  $x_{ij}$  ( $i=1,\dots,k$ ;  $j=1,\dots,n_i$ ) representa el  $j$ -ésimo valor observado de una muestra tomada en el  $i$ -ésimo grupo o tratamiento. La tabla de valores observados puede ser representada de la siguiente manera:

Tratamiento	Observaciones de la variable X					
<b>1</b>	$x_{11}$	$x_{12}$	...	...	...	$x_{1n_1}$
<b>2</b>	$x_{21}$	$x_{22}$	...	...	...	$x_{2n_2}$
...	...	...	...	...	...	...
<b>K</b>	$x_{k1}$	$x_{k2}$	...	...	...	$x_{kn_k}$

El número total de observaciones independientes en las  $k$ -muestras es:  $N=n_1+n_2+\dots+n_k$  (observe que, no necesariamente, se tiene el mismo número de observaciones en cada población muestreada, aún cuando en nuestro trabajo  $n_i = 8$  para todo  $i$ ).

Las hipótesis a contrastar son:

$H_0$  = las  $k$  muestras provienen de la misma población.

$H_1$  = alguna muestra proviene de una población diferente a las demás.

Para verificar alguna de estas hipótesis, el procedimiento es:

1.- Se ordenan todas las observaciones de menor a mayor, asignando a cada una de ellas su rango (1 para la menor, 2 para la siguiente, ...,  $N$  para la mayor). Cuando dos o

más observaciones son idénticas (ligas), cada una de ellas recibe la media de los rangos que le corresponden.

2.- Para cada una de las muestras, se calcula  $R_i$  ( $i=1, \dots, k$ ), como la suma de los rangos de las observaciones que les corresponden. Si  $H_0$  es falsa, cabe esperar que esas cantidades sean muy diferentes.

3.- Se calcula el estadístico H:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$$

4.- La Regla de Decisión para aceptar o rechazar la hipótesis nula es:

*“Si se comparan k-población (nuestro estudio, sería k=5 localidades -aunque se trabaja con k=2 ya que las localidades de la región del monte no presentaron ningún espécimen- y con k=2 sitios de alto/bajo tránsito) y el número de observaciones en cada una de ellas no es superior a 5, se rechaza  $H_0$  si el valor calculado de H supera el valor teórico obtenido de la tabla de Kruskal-Wallis.” (Siegel, 1970).*

*“En cualquier otro caso, se compara el valor de H con el de la tabla de  $\chi^2_{(k-1)}$  donde (k-1) son los grados de libertad de la distribución chi-cuadrado. Se rechaza  $H_0$  si el valor del estadístico supera el valor teórico  $\chi^2_{k-1, 1-\alpha}$ .” (Siegel, 1970).*

Cabe señalar que, como finalmente se trabaja con  $k=2$  muestras (tanto para las localidades como para los sitios) no ha sido necesario introducir ninguna técnica de Comparaciones Múltiples.

# **CAPÍTULO IV**

## **Resultados**

#### 4.1. Atributos de la taxocenosis de tardígrados

De las muestras analizadas el 40% presentó tardígrados; se contabilizó un total de 875 especímenes, 73 huevos y 26 mudas. La riqueza total fue de 5 especies y los ejemplares encontrados pertenecen a los siguientes grupos taxonómicos:

Clase Eutardigrada Marcus, 1927

Orden Parachela Schuster, Nelson, Grigarick & Christenberry, 1980

Familia Macrobiotidae Thulin, 1928

Género *Macrobiotus* sp. Schultze, 1834

Género *Paramacrobiotus* Guidetti, Schill, Bertolani, Dandekar & Wolf, 2009

*Paramacrobiotus areolatus* Guidetti, Schill, Bertolani, Dandekar & Wolf, 2009

Familia Hypsibiidae Pilato, 1969

Género *Ramazzottius* Binda & Pilato, 1987

*Ramazzottius oberhaeuseri* Doyère, 1840

Orden Apochela Schuster, Nelson, Grigarick & Christenberry, 1980

Familia Milnesiidae Ramazzotti, 1962

Género *Milnesium* sp. Doyère, 1840

Clase Heterotardigrada Marcus, 1927

Orden Echiniscoidea Marcus, 1927

Familia Echiniscidae Thulin, 1928

Genus *Echiniscus* Schultze, 1840

*Echiniscus rufoviridis* du Bois-Raymond Marcus, 1944

#### 4.2. Comportamiento de la abundancia de tardígrados

El taxón más abundante fue *Macrobiotus* sp. (40%). Le siguieron en orden decreciente *Echiniscus rufoviridis*, *Milnesium* sp. y *Ramazzottius oberhaeuseri*, mientras que la especie menos abundante fue *Paramacrobiotus areolatus* (Tabla 3).

*Milnesium* sp. fue la especie más frecuente, observándose en el mayor porcentaje de muestras. *Macrobiotus* sp., *Ramazzottius oberhaeuseri* y *Echiniscus rufoviridis* presentaron valores intermedios de frecuencia, en tanto *Paramacrobiotus areolatus* se comportó como especie rara (Tabla 3).



**Tabla 3:** Abundancia relativa y frecuencia en las muestras para cada especie en el muestro de marzo de 2012.

	<i>Milnesium</i> sp.	<i>Macrobiotus</i> sp.	<i>Ramazzottius</i> <i>oberhaeuseri</i>	<i>Echiniscus</i> <i>rufoviridis</i>	<i>Paramacrobiotus</i> <i>areolatus</i>
<b>Frecuencia (%)</b>	32,5	15	15	17,5	2,5
<b>Abundancia relativa (%)</b>	21,60	40	10,50	24,80	3,10

### 4.3. Análisis de riqueza y abundancia a nivel regional

De las dos regiones estudiadas, sólo la Región Pampeana presentó tardígrados, donde el 100% de las muestras resultaron positivas y la riqueza máxima de especies fue de 5 especies. En los sitios de alto tránsito de dicha región se obtuvieron los mayores valores de abundancia, presentando el 85,26% del total de especímenes. Esos sitios presentaron una riqueza total de 4 especies entre las cuales *Macrobiotus* sp. fue el taxón dominante (39,54%) y *Echiniscus rufoviridis*, el codominante, en tanto *Milnesium* sp. y *Ramazzottius oberhaeuseri* presentaron menor número de individuos.

En lo que respecta a los sitios de bajo tránsito vehicular, la riqueza fue de 5 especies, de las cuales *Milnesium* sp. presentó el mayor valor de abundancia y fue seguida en orden decreciente por *Paramacrobiotus areolatus*, *Echiniscus rufoviridis*, *Ramazzottius oberhaeuseri* y *Macrobiotus* sp. (Figura 2).

Las abundancias máxima y mínima por muestra se presentaron en Intendente Alvear, con un valor de 170 (en un sitio de alto tránsito) y 1 individuo/s (en un sitio de bajo tránsito), respectivamente. La riqueza máxima por muestra fue de 4 especies, y se presentó sólo en sitios de alto tránsito vehicular.

Los índices de diversidad calculados arrojaron valores de diversidad mayores para los sitios de alto tránsito que para los de bajo tránsito (Tabla 4).

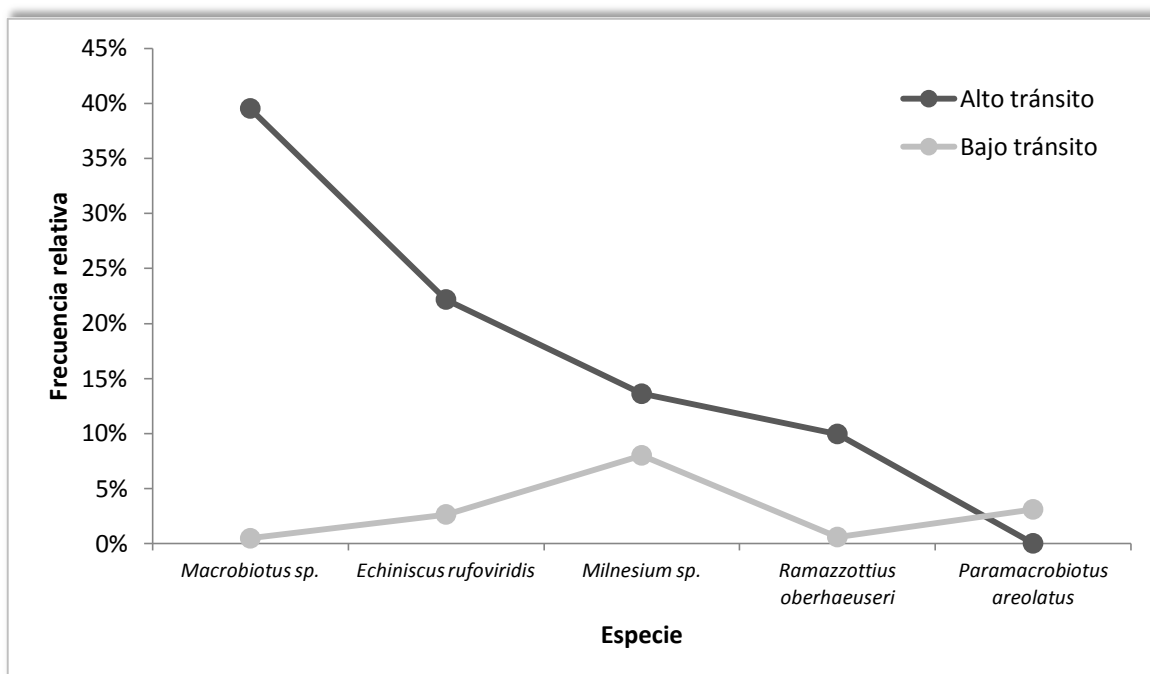
**Tabla 4:** Índices de diversidad de los dos sitios estudiados en el muestreo de marzo de 2012, ajustados según Jost (2006).

	Shannon- Weaver	Nº efectivo de especies	Gini-Simpson	Nº efectivo de especies
<b>ALTO TRÁNSITO</b>	1,25	3,49	0,68	3,11
<b>BAJO TRÁNSITO</b>	1,2	3,32	0,63	2,68

La prueba de Kruskal-Wallis evidenció una diferencia significativa entre los sitios de alto y bajo tránsito para la variable abundancia ( $\chi^2=12,44$  y  $p=0,0004$ ). Sin embargo, no detecta diferencia para la riqueza ( $\chi^2 = 0,29$ ,  $p = 0,5896$ ).

#### 4.4. Análisis de diversidad a nivel sitio

Cuatro taxones estuvieron presentes tanto en sitios de alto como de bajo tránsito vehicular. Entre ellos, *Macrobiotus* sp. fue la especie con valores de abundancia más disímiles entre un sitio y otro, presentando la mayor frecuencia relativa de los sitios de alto tránsito (39,54%) y la menor de los sitios de bajo tránsito (0,46%), mientras que los valores de abundancia más similares entre sitios se obtuvieron para *Milnesium* sp., con una diferencia de 5,6% entre ambos. *Paramacrobiotus areolatus* se registró solo en sitios de bajo tránsito con un reducido número de individuos (Figura 2).



**Figura 2:** Frecuencia relativa de cada especie de tardígrados en sitios de alto y bajo tránsito en la Región Pampeana en el muestreo de marzo de 2012.

#### 4.5. Análisis de diversidad a nivel de localidad

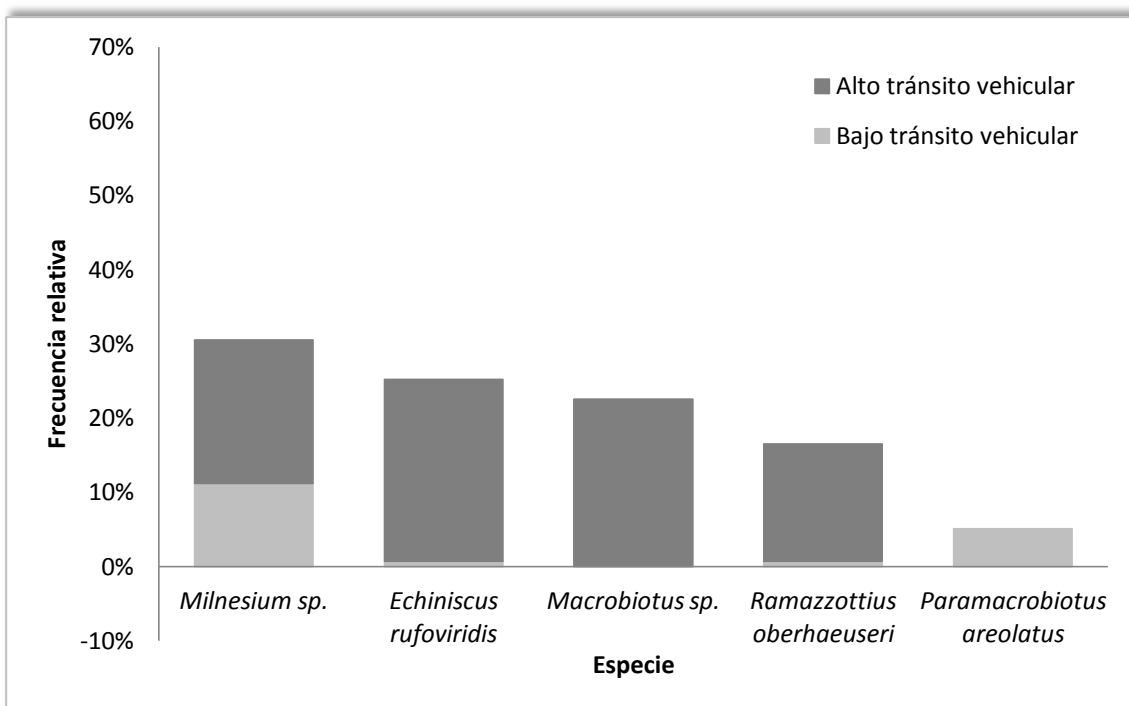
##### 4.5.1. Realicó

De las dos localidades estudiadas de la Región Pampeana, Realicó presentó la mayor abundancia y riqueza de tardígrados; del total de especímenes encontrados (875) la localidad alcanzó un valor absoluto de 527 ejemplares y una riqueza de 5 especies. Entre ellas, *Milnesium* sp. fue el taxón más abundante, mientras que *Paramacrobiotus areolatus* presentó valores escasos (Tabla 5).

**Tabla 5:** Densidades (ind/cm<sup>2</sup>) de cada taxón en las localidades de la Región Pampeana (R.P.) en el muestreo de marzo de 2012.

	<b>Int. Alvear</b>	<b>Realicó</b>	<b>R.P.</b>
<i>Milnesium</i> sp.	0,41	2,37	1,39
<i>Macrobiotus</i> sp.	3,40	1,75	2,57
<i>Ramazzottius oberhaeuseri</i>	0,07	1,28	0,68
<i>Echiniscus rufoviridis</i>	1,24	1,96	1,60
<i>Paramacrobiotus areolatus</i>	0,00	0,40	0,20
<b>Total</b>	<b>5,12</b>	<b>7,75</b>	<b>6,43</b>

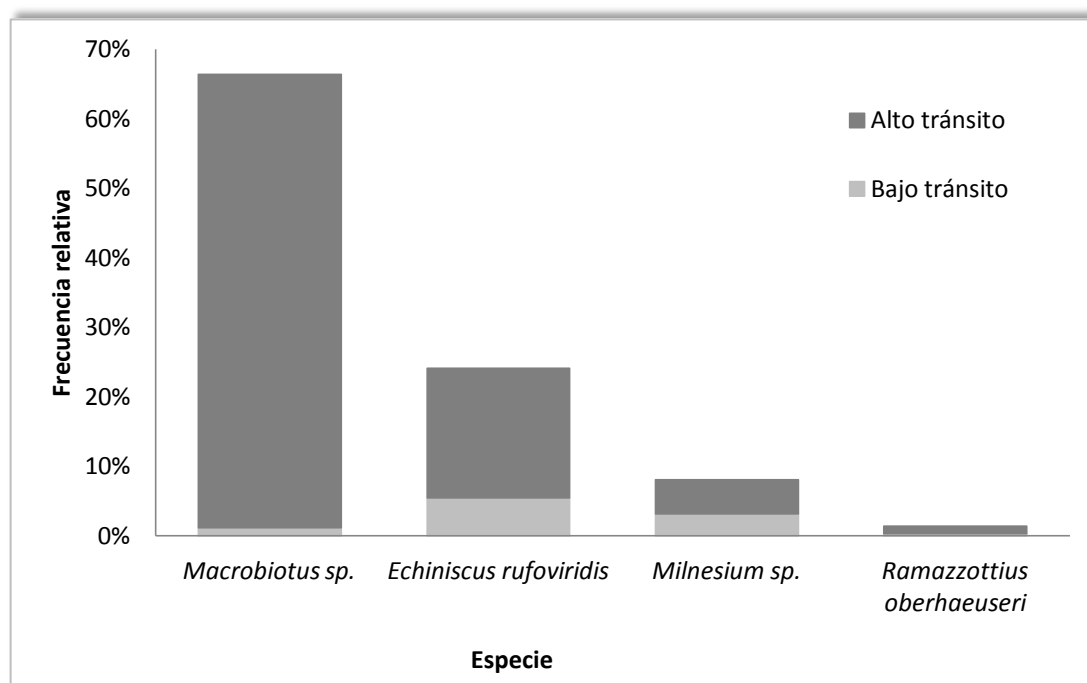
El 82,16% de la fauna de tardígrados estuvo presente en sitios de alto tránsito vehicular. En esos sitios la riqueza máxima fue de 4 especies, de las cuales *Echiniscus rufoviridis* fue la más abundante (24,48%), dominando junto a *Macrobiotus* sp.; les siguieron en orden decreciente de abundancia *Milnesium* sp. y *Ramazzottius oberhaeuseri*. *Paramacrobiotus areolatus* estuvo ausente en las muestras de alto tránsito, en tanto *Macrobiotus* sp. estuvo ausente en las muestras de bajo tránsito. En esos sitios, la riqueza de especies máxima también fue de 4, de las cuales *Milnesium* sp. presentó la mayor abundancia (11,20%), seguida de *Paramacrobiotus areolatus*, en tanto las menores frecuencias relativas fueron evidenciadas por *Ramazzottius oberhaeuseri* y *Echiniscus rufoviridis* (Figura 3).



**Figura 3:** Frecuencia relativa de cada taxón en sitios de alto y bajo tránsito en Realicó en el muestreo de marzo de 2012.

#### 4.5.2. Intendente Alvear

Presentó una abundancia de 348 tardígrados representada en 4 especies. Los taxones estuvieron representados por *Milnesium* sp., *Macrobiotus* sp., *Ramazzottius oberhaeuseri* y *Echiniscus rufoviridis*, de los cuales *Macrobiotus* sp. y *Ramazzottius oberhaeuseri* presentaron los valores máximo y mínimo de densidad, respectivamente (Tabla 5). Tanto los sitios de alto como de bajo tránsito vehicular presentaron una riqueza máxima de 4 especies. De los ejemplares encontrados, el 89,94% fue registrado en sitios de alto tránsito. En esos sitios, *Macrobiotus* sp. fue dominante (65,23%), superando al menos tres veces a los valores de abundancia relativa de los demás taxones; *Echiniscus rufoviridis* evidenció un valor intermedio, mientras que las muestras arrojaron valores notablemente menores para *Milnesium* sp., y *Ramazzottius oberhaeuseri*. En sitios de bajo tránsito *Echiniscus rufoviridis* fue la especie más abundante (5,46%), seguida por *Milnesium* sp. y *Macrobiotus* sp. La más escasa fue *Ramazzottius oberhaeuseri*, que evidenció la menor abundancia tanto en sitios de alto como de bajo tránsito (Figura 4).



**Figura 4:** Frecuencia relativa de cada taxón en sitios de alto y bajo tránsito en Intendente Alvear en el muestreo de marzo de 2012.

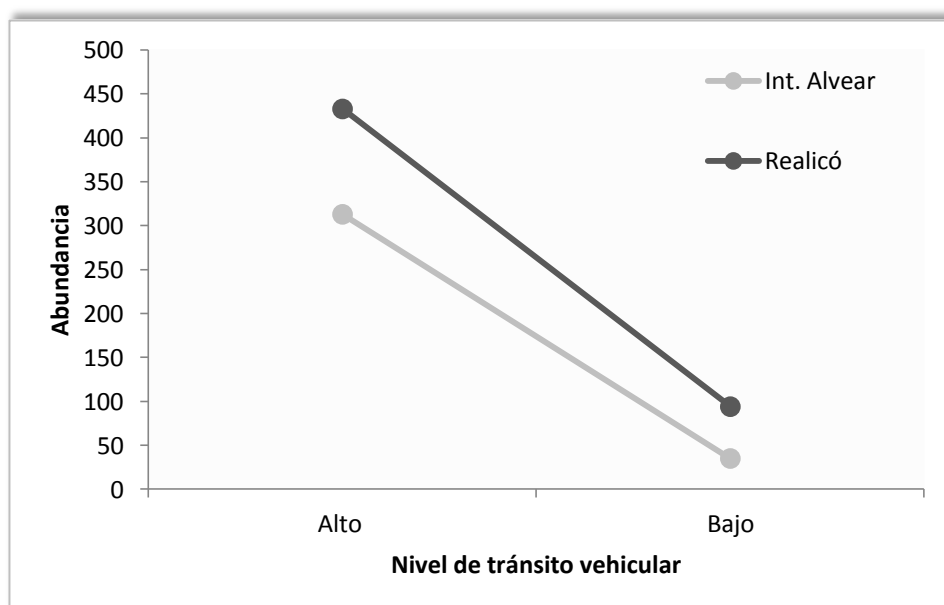
#### 4.6. Análisis comparativo de las comunidades de tardígrados en las ciudades de la Región Pampeana

Los valores de abundancia obtenidos en Realicó superaron en un 38,39% y en un 168,57% a los sitios de alto y bajo tránsito de Intendente Alvear, respectivamente (Figura 5). Sin embargo, la prueba de Kruskal-Wallis no evidenció una diferencia significativa entre localidades, ni para la abundancia ( $\chi^2 = 0,25$ ,  $p = 0,6143$ ), ni para la riqueza de tardígrados ( $\chi^2 = 0,29$ ,  $p = 0,5896$ ).

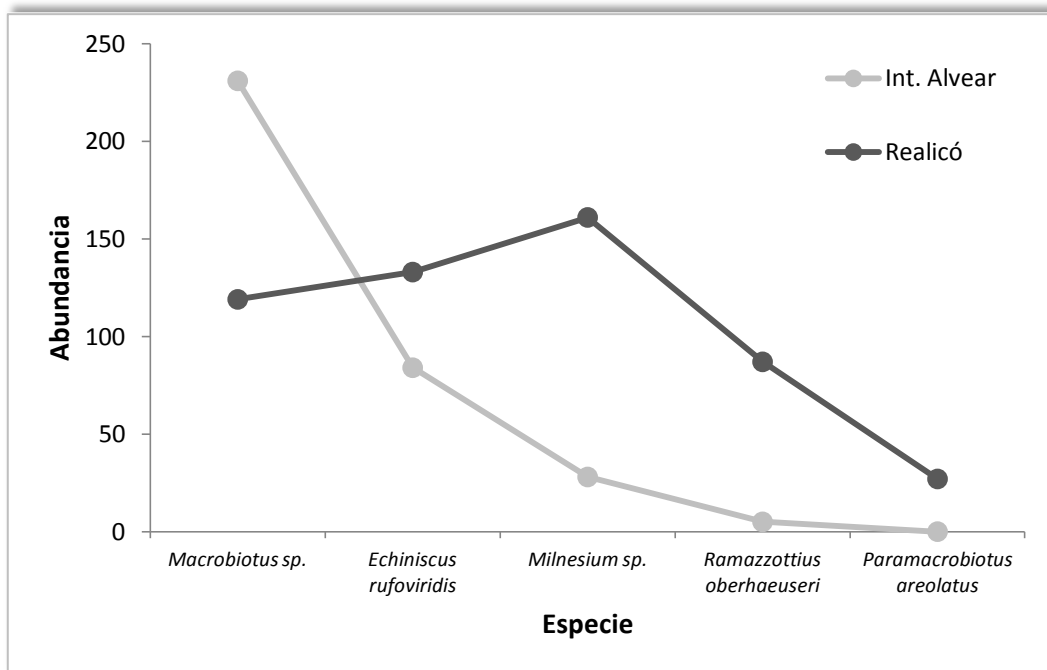
En cuanto a los índices de diversidad, se obtuvieron valores mayores para Realicó que para Intendente Alvear (Tabla 6). Esta última localidad mostró una notable dominancia generada por *Macrobiotus* sp., que presentó el 66,38% de los individuos de la localidad, alcanzando casi el doble de ejemplares que los encontrados en Realicó para la misma especie. A excepción del taxón mencionado anteriormente, todos los demás presentaron mayores abundancias en Realicó que en Intendente Alvear (Figura 6). La especie con valores de abundancia menos disímiles entre localidades fue *Echiniscus rufoviridis* (24,14% en Intendente Alvear y 25,24% en Realicó).

**Tabla 6:** Índices de diversidad de las localidades estudiadas en el muestreo de marzo de 2012, ajustados según Jost (2006).

	Shannon-Weaver	N° efectivo de especies	Gini-Simpson	N° efectivo de especies
Realicó	1,49	4,46	0,76	4,20
Intendente Alvear	0,88	2,41	0,49	1,98



**Figura 5:** Abundancia absoluta en sitios de alto y bajo tránsito en Intendente Alvear y Realicó en el muestreo de marzo de 2012.



**Figura 6:** Abundancia absoluta de cada taxón en las localidades Intendente Alvear y Realicó en el muestreo de marzo de 2012.

# **CAPÍTULO V**

## **Discusión & Conclusiones**

Las dos regiones analizadas mostraron un comportamiento disímil en cuanto a riqueza y abundancia de tardígrados; ninguna de las muestras de la Región del Monte presentó especímenes, mientras que para la Región Pampeana resultaron todas positivas. Una posible causa que puede afectar al establecimiento de comunidades de tardígrados en la Región del Monte puede estar relacionada con la escasez de precipitaciones y, consecuentemente, con la baja humedad relativa, uno de los principales parámetros que condicionan el desarrollo de este tipo de comunidades (Guile *et al.*, 2008; Glime, 2006). La presencia de líquenes y musgos, sustrato indispensable para el establecimiento de comunidades de tardígrados limnoterrestres, también depende significativamente de la disponibilidad de humedad en el ambiente (Meininger *et al.*, 1985), por lo que un reducido nivel de precipitaciones limitaría la abundancia de este hábitat. Dado que estos animales requieren una película de agua que los rodee para estar activos y reproducirse, bajos valores de humedad podrían condicionar su tiempo de vida activa, disminuyendo sus posibilidades de reproducción y dispersión (Nelson, 2001). Es decir que, aunque ocasionalmente arribaran individuos en estado anhidrobiótico a las localidades de la Región del Monte, el estrés que imponen las condiciones climáticas de esa zona podría no ser tolerado por los tardígrados e impedir la colonización del área (Guil *et al.*, 2008; Nelson, 2001).

Las localidades de la región occidental ofrecerían un hábitat propicio para el establecimiento de comunidades de tardígrados por presentar menor desarrollo urbano, coincidiendo con lo expuesto por Steiner (1994b, 1994c) y Vargha *et al.* (2002) para otras ciudades del hemisferio norte. Pese a esto, la diversidad del filum en las localidades de esa región fue nula, lo que supone que las variables climáticas constituyen limitantes más importantes que las antrópicas para la riqueza y abundancia de estos organismos. En la Región Pampeana, la humedad imperante, además de contribuir en la actividad biológica de los tardígrados y el desarrollo del sustrato que habitan, aportaría beneficiosamente al crecimiento del arbolado urbano, el cual provee a los líquenes y musgos de resguardo contra agentes climáticos que puedan acelerar su pérdida de humedad, en coincidencia con las conclusiones expresadas por Meininger *et al.* (1985).

La densidad media de tardígrados obtenida para las localidades estudiadas de la Región Pampeana, es similar a las registradas en otras localidades de la provincia (de León *et al.*, 2012; Moly de Peluffo *et al.*, 2006), valores de densidad considerados bajos según Ramazzotti & Maucci (1983).



El desarrollo urbano actúa en detrimento de las condiciones ambientales de un área afectando la biota que habita esos ecosistemas (Alberti, 2010). La intensificación de la urbanización, caracterizada por una disminución de la humedad y un deterioro de la calidad del aire, afecta negativamente a las comunidades de tardígrados, tanto directamente por la sensibilidad de estos organismos a los contaminantes aéreos (metales pesados, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>), como indirectamente por disminuir su hábitat disponible (Steiner, 1994a; Meininger *et al.*, 1985; Vargha *et al.*, 2002). En relación a ello, las hipótesis planteadas en este trabajo suponían que se obtendrían mayores valores de abundancia y riqueza de especies de tardígrados en los sitios de bajo tránsito vehicular. Por el contrario, la abundancia de tardígrados de las localidades de la Región Pampeana fue significativamente mayor en los sitios de alto tránsito ( $\chi^2 = 12,44$ ,  $p = 0,0004$ ), mientras que la riqueza no presentó variación significativa entre sitios ( $\chi^2 = 0,29$ ,  $p = 0,5896$ ). La escasa abundancia de tardígrados registrada en los sitios de bajo tránsito vehicular podría adjudicarse a la influencia de la matriz agrícola sobre los sectores periféricos de las localidades. Dado que no existen cortinas de árboles que dividan la zona urbana de la rural, ni tampoco un ecotono que sirva de transición entre esos distintos usos de la tierra, es probable que los agroquímicos aplicados en la zona de producción agrícola alcancen a los sectores periféricos urbanos, impidiendo allí el establecimiento y/o desarrollo de comunidades de tardígrados.

Las diferencias mostradas por los valores de los índices de diversidad entre Realicó e Intendente Alvear no fueron reafirmadas por los resultados de los análisis estadísticos, los cuales no reflejaron diferencias significativas para la riqueza y abundancia de tardígrados entre las localidades de la Región Pampeana (para abundancia, se determinó  $\chi^2 = 0,25$ ,  $p = 0,6143$ ; mientras que para riqueza  $\chi^2 = 0,29$ ,  $p = 0,5896$ ). El comportamiento similar de estas localidades en cuanto a las variables mencionadas podría atribuirse a sus semejanzas socioeconómicas y geográficas. Realicó e Intendente Alvear experimentan regímenes de precipitaciones y temperaturas similares, sus grados de urbanización son semejantes y ambas se encuentran inmersas en una matriz agro-ganadera sujeta a los efectos de agroquímicos.

En la Región Pampeana, *Macrobotus* sp. fue la especie dominante y presentó un valor intermedio de frecuencia de aparición. Se mostró como el taxón más abundante de sitios de alto tránsito, y el más escaso de sitios de bajo tránsito, lo que significaría que es, de las especies encontradas, la más adaptada a condiciones urbanas. Contrariamente a los resultados de este trabajo, en estudios previos realizados en la provincia de La

Pampa el complejo de especies *Macrobotus* sp. fue escaso (Moly de Peluffo *et al.*, 2006; de León *et al.*, 2012). También se halló en La Plata, provincia de Buenos Aires (Blanco *et al.*, 2012), pero con un comportamiento opuesto al obtenido para Realicó e Intendente Alvear.

*Echiniscus rufoviridis* fue codominante tanto en Realicó como en Intendente Alvear, en concordancia con los resultados de de León *et al.* (2012) para General Campos, La Pampa. Esta especie también fue registrada en General Pico (Moly de Peluffo *et al.*, 2006) y La Plata (Blanco *et al.*, 2012) pero presentando comportamientos disímiles a las localidades analizadas en este trabajo. Es de destacar que la presencia de heterotardígrados en centros urbanos es inusual (Johansson *et al.*, 2011). Según Meyer *et al.* (2013), de ocho ciudades muestreadas en todo el mundo, sólo en tres (General Pico, Santa Rosa y Tokyo) se han registrado ejemplares pertenecientes a este grupo taxonómico. Los resultados obtenidos en esta tesina añaden localidades al reducido grupo de asentamientos urbanos donde se ha registrado la presencia de heterotardígrados.

*Milnesium* sp. exhibió la mayor frecuencia de aparición y la menor diferencia numérica entre ambos sitios, lo que significaría que puede ser el taxón menos afectado por las condiciones ambientales que imponen los distintos usos de la tierra (urbano y rural). En Realicó e Intendente Alvear, esta especie pareciera estar comportándose como *Milnesium tardigradum*, la cual ha sido registrada como poleotolerante en ambientes urbanos de todo el mundo (Vargha *et al.*, 2002; Johansson *et al.*, 2011; Meyer *et al.*, 2013) y de la provincia de La Pampa (Moly de Peluffo *et al.*, 2006).

*Ramazzottius oberhaeuseri* ha sido registrada ampliamente a nivel mundial en ambientes secos (Kinchin, 1994) y en ambientes urbanos (Johansson *et al.*, 2011). También exhibió abundancias altas en estudios previos de otras localidades pampeanas – Doblas, Guatraché (de León *et al.*, 2012) y General Pico (Moly de Peluffo *et al.*, 2006) –. Los resultados de este trabajo, por lo tanto, resultan contrastantes con los antecedentes; en Intendente Alvear y en Realicó esta especie fue hallada en números reducidos, tanto en sitios de alto como de bajo tránsito vehicular.

*Paramacrobotus areolatus* fue la especie menos frecuente, registrándose sólo en sitios de bajo tránsito en Realicó, lo que se condice con el comportamiento registrado por de León *et al.* (2012) en la localidad de Doblas. En General Pico también se ha encontrado en zonas de bajo tránsito vehicular, pero exhibiendo valores altos de abundancia (Moly, 2006). Esta especie no se ha presentado anteriormente en zonas de

alta urbanización; por el contrario, ha sido asociada a áreas rurales (Johansson et al, 2011), lo que evidenciaría su baja tolerancia a las condiciones urbanas.

En las localidades estudiadas de la Región Pampeana el comportamiento de la fauna de tardígrados fue inusual en relación a otras ciudades del mundo (Steiner, 1994b; Meininger *et al.*, 1985; Vargha *et al.*, 2002), pero resulta coherente con investigaciones previas realizadas en áreas urbanas de La Pampa (de León *et al.*, 2012). A partir de éste análisis se hacen necesarios estudios que profundicen el conocimiento sobre la dinámica de la fauna de tardígrados urbanos de la región y el efecto que la matriz agrícola ejerce sobre esas comunidades.

El estudio desarrollado en el marco de esta tesina, representa un análisis exploratorio que pretende aportar a la comprensión del comportamiento de los tardígrados en ecosistemas urbanos. Los resultados encontrados plantean nuevos interrogantes, requiriéndose investigaciones que determinen, profundicen y puedan explicar más acabadamente las razones de dichos hallazgos, tanto en áreas urbanas como rurales. Estudios posteriores a nivel regional contribuirán a establecer un patrón para la distribución biogeográfica de las especies. Asimismo, son necesarias investigaciones que analicen a mayor nivel de detalle los efectos de los distintos usos de la tierra sobre la biota.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adams, L.W. 2005. Urban wildlife ecology and conservation: A brief history of the discipline. *Urban Ecosystems*, 8: 139–156.
- Alberti, M., J.M. Marzluff, E. Shulenberger, G. Bradley, C. Ryan & C. Zumbunnen. 2003. Integrating Humans into Ecology: Opportunities and Challenges for Studying Urban Ecosystems. *BioScience*, 53 (12): 1169-1179.
- Alberti, M. 2005. The effects of urban patterns on ecosystem function. *International regional science review*, 28 (2): 168–192.
- Alberti, M. 2008. Advances in Urban Ecology: Integrating Humans and Ecological Processes in Urban Ecosystems. Disponible online: [www.springer.com](http://www.springer.com).
- Alberti, M. 2010. Maintaining ecological integrity and sustaining ecosystem function in urban areas. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2: 178–184. Disponible online: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
- Baudino C., A.M. Rocha & J.R. Peluffo. 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.
- Beatley, T. 2011. Biophilic Cities: integrating nature into urban design and planning. Washington DC. Island press.
- Biamonte, E., L. Sandoval, E. Chacón & G. Barrantes. 2011. Effect of urbanization on the avifauna in a tropical metropolitan area. *Landscape Ecology*, 26: 183–194.
- Bierwagen, B.G. 2006. Connectivity in urbanizing landscapes: The importance of habitat configuration, urban area size, and dispersal. *Urban Ecosystems*, 10: 29–42.
- Blanco, A., A.M. Rocha & J.R. Peluffo. 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.
- Cabrera, A.L., 1994. Regiones Fitogeográficas de Argentina. Acme S.A.C.I.
- Claps, M.C., G.C. Rossi & D.M. Ardohain. 2005. Tardigrada. *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos*, Vol. II.

- Clarke, K.M., B.L. Fisher & G. LeBuhn. 2008. The influence of urban park characteristics on ant (Hymenoptera, Formicidae) communities. *Urban Ecosystems*, 11: 317–334.
- Cutway, H.B. & J.G. Ehrenfeld. 2009. Exotic plant invasions in forested wetlands: effects of adjacent urban land use type. *Urban Ecosystems*, 12: 371–390.
- De León, A.V. 2012. “Estudio de la diversidad de tardígrados de tres localidades (Doblas, Guatraché y General Campos) de la Región Oriental, La Pampa (Argentina)”. Tesina presentada para obtener el grado académico de Licenciado en Ciencias Biológicas. Facultad De Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional De La Pampa. La Pampa, Argentina.
- Di Mauro, D., T. Dietz & L. Rockwood. 2007. Determining the effect of urbanization on generalist butterfly species diversity in butterfly gardens. *Urban Ecosystems*, 10: 427–439.
- Donnelly, R. & J.M. Marzluff. 2006. Relative importance of habitat quantity, structure, and spatial pattern to birds in urbanizing environments. *Urban Ecosystems*, 9: 99–117.
- Fuller, R.A., J. Tratalos & K.J. Gaston. 2009. How many birds are there in a city of half a million people. *Diversity and Distributions*, 15: 328–337.
- Glime, J. 2006. *Bryophytes Ecology*, Vol I. Cap 5-1. Disponible online: <http://www.bryoecol.mtu.edu>.
- Grigarick, A., R. Schuster & D. Nelson. 1983. Heterotardigrada of Venezuela. *Pan-Pacific Entomologist*, 59 (1-4): 64-77.
- Guidetti, R., J.R. Peluffo, A.M. Rocha, M. Cesari & M.C. Moly de Peluffo. 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.
- Guil, N., J. Hortal, S. Sánchez-Moreno & A. Machordom. 2008. Effects of macro and micro-environmental factors on the species richness of terrestrial tardigrade assemblages in an Iberian mountain environment. *Landscape Ecology*, DOI: 10.1007/s10980-008-9312-x.
- Hohl, A.M., W.R. Miller & D.R. Nelson. 2001. The Distribution of Tardigrades Upwind and Downwind of a Missouri Coal-Burning Power Plant. *Zoologischer Anzeiger*, 240: 395–401.

- <http://www.agrolluvia.com.ar/>. Agrolluvia.com: portal informativo para el productor agropecuario. “Temperaturas extremas y precipitaciones” [online]. Servicio Meteorológico Nacional. [3 de agosto de 2013].
- <http://www.intellicast.com/Local/>. Intellicast.com: The Authority in Expert Weather. “Local weather” [online]. WSI Corporation. [1 de agosto de 2013].
- Impey, C., 2007. *The Living Cosmos*. New York. Random house.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Universidad Nacional de La Pampa. “Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa”, 2004. Reedición [CD-ROM].
- Johansson C., S. Calloway, W.R. Miller & E.T. Linder. 2011. Are urban and rural tardigrade (Tardigrada) communities distinct and determined by pH: A case study from Fresno County, California. *The Pan-pacific Entomologist*, 87 (2): 86–97.
- Jordan, K.K. & S.C. Jones. 2006. Invertebrate diversity in newly established mulch habitats in a Midwestern urban landscape. *Urban Ecosystems*, 10: 87–95.
- Jost, L., 2006. Entropy and diversity. *Oikos*, 113: 363-374. Disponible online: <http://www.loujost.com>.
- Kinchin, I.M. 1994. *The Biology of Tardigrades*. Blackwell Publishing Co., London. pp 186.
- Loeb, S.C., C.J. Post & S.T. Hall. 2008. Relationship between urbanization and bat community structure in national parks of the southeastern U.S. *Urban Ecosystems*, 12: 197–214.
- Marcus, E.d.B.R. 1944. Sobre tardigrados brasileiros. *Comunicaciones zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo*, 1(13): 1-19.
- Marussich, W.A. & S.H. Faeth. 2009. Effects of urbanization on trophic dynamics of arthropod communities on a common desert host plant. *Urban Ecosystems*, 12: 265–286.
- Matteucci, S.D. & J. Morello. 2009. Environmental consequences of exurban expansion in an agricultural area: the case of the Argentinian Pampas ecoregion. *Urban Ecosystems*, 12: 287–310.
- Maucci, W. 1988. Tardigrada from Patagonia (Southern South America) with description of three new species. *Revista Chilena de Entomología*, 16, 5-13.
- McKinney, M.L. & J.L. Lockwood. 1999. Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Tree*, 14 (11): 450-453.

- McKinney, M.L. 2008. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystem*, 11: 161-176.
- Meininger, C.A., G.W. Uetz & J.A. Zinder. 1985. Variation in Epiphytic Microcommunities (Tardigrade-Lichen-Bryophyte Assemblages) of the Cincinnati, Ohio Area. *Urban Ecology*, 9: 45-61.
- Melles, J.S. 2005. Urban Bird Diversity as an Indicator of Human Social Diversity and Economic Inequality in Vancouver, British Columbia. *Urban Habitats*, 3 (1) 1541-7115.
- Meyer, H.A., J.G. Hinton, C.A. Samletzka. 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.
- Michalczyk, L. & Ł. Kaczmarek. 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 of Zoology*, 32: 287- 292.
- Michalczyk, L. & Ł. Kaczmarek. 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.
- Ministerio de la Producción, Gobierno de La Pampa. “Sectores productivos” [online]. Centro Regional de educación Tecnológica de La Pampa. [4 de junio de 2013] <http://www.produccion.lapampa.gov.ar/?contenido=sectoresProductivos.html>.
- Møbjerg, N., K.A. Halberg, A. Jørgensen, D. Persson, M. Bjørn, H. Ramløv & R.M. Kristensen. 2011. Survival in extreme environments – on the current knowledge of adaptations in tardigrades. *Acta Physiologica*, 202: 409–420.
- Moly de Peluffo, M.C., J.R. Peluffo, A.M. Rocha & M.I. Santa Juliana. 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, diciembre de 1999, p. 50.
- Moly de Peluffo, M.C, J.R. Peluffo, A.M. Rocha & I.L. Doma. 2003. Tardigrade Distribution in a Medium-sized City of Central Argentina. 9<sup>th</sup> International Symposium on Tardigrada, St. Pete Beach, Florida, USA, p. 47.

- Moly de Peluffo, M.C., J.R. Peluffo, A.M. Rocha & I.L. Doma. 2006. Tardigrade distribution in a medium-sized city of central Argentina. *Hidrobiología*, 558 (1): 141-150.
- Moly de Peluffo, M.C., J.R. Peluffo, A.M. Rocha, I.L. Doma. 2013. Tardígrados de ambientes urbanos del centro de la argentina. Tres nuevas especies del género *Milnesium* (Eutardigrada, Apochela, Milnesiidae). XI Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. Santa Rosa. La Pampa.
- 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.
- Murgui, E. 2009. Influence of urban landscape structure on bird fauna: a case study across seasons in the city of Valencia (Spain). *Urban Ecosystems*, 12: 249–263.
- Murray, J. 1913. Notes on the Natural History of Bolivia and Perú. *Scottish oceanographic Laboratory*, Edinburgh.
- Nelson, D.R. 2001. Tardigrada. Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates. Segunda edición. James H. Thorp & Alan R. Liss, New York, pp. 544-567.
- Nelson, D.R., A.A. Grigarick & R.O. Schuster. 1982. Heterotardigrada of Northwestern Venezuela. *American Zoologist*, 22 (4): 940.
- Nelson, D.R., R. Prins & R.O. Schuster. 1987. Preliminary report on Tardigrada from southern Chile. *Journal Tennessee Academy of Science*, 62 (2): 1-42.
- Nickel, K., W.R. Miller & N. Marley. 2001. Tardigrades of South America: Machu Pichu and Ollantaytambo, Perú. *Zoologischer Anzeiger*, 240 (3-4): 505-509.
- Olden, J.D. & T.P. Rooney. 2006. On defining and quantifying biotic homogenization. *Global Ecology and Biogeography*, 15: 113-120.
- Peluffo J.R., M.C. Moly de Peluffo, A.M. Rocha & M.I. Santa Juliana. 2000. Distribución y abundancia de tardígrados en el área periurbana de la ciudad de Santa Rosa a lo largo de un ciclo anual. Resúmenes de ponencias, VII Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral, Santa Fe, septiembre de 2000, p. 58.
- Peluffo J.R, M.C. Moly de Peluffo, I.L. Doma & A.M. Rocha. 2002. Distribución y abundancia de organismos meiofaunales muscícolas de la ciudad de General Pico (La Pampa, Argentina). VIII Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. Santa Rosa, La Pampa, diciembre de 2002, pp. 171-174.



- Peluffo, J.R., M.C. Moly de Peluffo & A.M. Rocha. 2006. Comparative morphometrics of populations of *Macrobotus areolatus* Murray (Eutardigrada, Macrobiotidae) from two neotropical cities. "X Symposium International of Tardigrada", Catania (Italia).
- Peluffo, J.R., A.M. Rocha & M.C. Moly de Peluffo. 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., A.M. Rocha, I.L. Doma, M.C. Moly de Peluffo, F. Pereyra, M.L. Ambrosino & M.F. Miguel. 2009. 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.
- Pilato, G. 2007. *Echiniscus quitensis*, a new species of tardigrade from Ecuador (Heterotardigrada: Echiniscidae). *Zootaxa*, 1389: 55-60.
- Pilato, G. & M.G. Binda. 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. & M.G. Binda. 1996. *Mixibius fueguinus*, nuova specie di eutardigrado della Terra del Fuoco. *Bollettino dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali*, 29: 27-32.
- Pilato, G. & M.G. Binda. 2001. Biogeography and Limno-terrestrial Tardigrades: Are They Truly Incompatible Binomials? *Zoologischer Anzeiger*, 240: 511-516.
- Pilato, G., M.G. Binda & F. Quattieri. 1998. *Diphascon (Diphascon) mitrense*, new species of eutardigrade from Tierra del Fuego. *Bollettino dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali*, 31: 101- 105.
- Pilato, G., M.G. Binda, A. Napolitano & E. Moncada. 2002. 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., M.G. Binda & O. Lisi. 2003. Remarks on some species of tardigrades from South America with the description of *Minibiotus sidereus* n. sp. *Zootaxa*, 195: 1-8.

- Pilato, G., M.G. Binda, A. Napolitano & E. Moncada. 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.
- 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 di Milano*, 103: 347-355.
- Ramazzotti, G. & W. Maucci. 1983. Il Phylum Tardigrada. *Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia*, 41: 1-1012.
- 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 (Trabajo completo).
- Rocha, A.M. & A.M. Blanco. 2013. ¿Cómo se organizan las comunidades de tardígrados en una ciudad mediana la región pampeana de la república Argentina? XI Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. Santa Rosa. La Pampa.
- Rocha, A.M. & M.C. Claps. 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. & M.C. Claps. 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). Resumen enviado.
- Rocha, A.M., M.F. Izaguirre, M.C. Moly de Peluffo, J.R. Peluffo & V.H. Casco. 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. Resumen ampliado.
- Rocha, A.M., M.F. Izaguirre, M.C. Moly de Peluffo, J.R. Peluffo & V.H. Casco. 2007. Ultrastructure of the cuticle of *Echiniscus rufoviridis* Du Bois-Raymond Marcus, (1944) [Heterotardigrada]. *Acta Microscopica*, 16 (1-2): 16-21.
- Rocha, A.M., M.C. Claps & Y. Repp. 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.

- Schwartz, M.W., J.H. Thorne & J.H. Viers. 2006. Biotic homogenization of the California flora in urban and urbanizing regions. *Biological Conservation*, 127: 282–291.
- Siegel S. 1970. Estadística No Paramétrica. Editorial Trillas. México, México.
- StatSoft, Inc., 2003. STATISTICA (Data Analysis Software System), Versión 7.0. Disponible online: <http://www.statsoft.com>.
- Steiner, W.A. 1994a. The influence of air pollution on moss- dwelling animals. 1. Methodology and composition of flora and fauna. *Revue Suisse 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 nematode and tardigrada. *Revue Suisse 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 Suisse de Zoologie*, 101 (4): 1017-1031.
- Thompson, B. & S. McLachlan. 2006. The effects of urbanization on ant communities and myrmecochory in Manitoba, Canada. *Urban Ecosystems*, 10: 43–52.
- Tratalos J., R.A. Fuller, P.H. Warren, R.G. Davies & K.J. Gaston. 2007. Urban form, biodiversity potential and ecosystem services. *Landscape and Urban Planning*, 83: 308–317.
- Vargha, B., E. Otvos & Z. Tuba. 2002. Investigations on ecological of heavy metal pollution in Hungary by moss-dwelling water bears (Tardigrada), as bioindicators. *Ann Agric Environ Med*, 9: 141-146.