



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS y NATURALES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

TESINA PRESENTADA PARA OBTENER  
EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

**“Estudio de la diversidad de tardígrados de tres localidades (Doblas, Guatraché y General Campos) de la Región Oriental, La Pampa (Argentina)”**

Andrea Valeria de LEON OLIVER

SANTA ROSA (LA PAMPA)

ARGENTINA

2012

## **PREFACIO**

Esta Tesina es presentada como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Licenciado en Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional de La Pampa y no ha sido presentada 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 13 de mayo de 2011 y el 14 de noviembre de 2012, bajo la dirección de Alejandra Mariana ROCHA; y bajo la codirección de Julio Ricardo PELUFFO.”

## **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 y mi co-director Julio Peluffo por su tiempo, paciencia, valiosos consejos y dedicación. A Irene Doma, María Cristina Martín, Alejandra Blanco y a Silvana Casadei por su ayuda y colaboración; a Marco Canderle, Analisa Beneitez y Mauricio Ilarregui por su colaboración y acompañamiento en los muestreos; y especialmente a mi familia y amigos por todo el amor y apoyo incondicional.

14 de Diciembre de 2012

---

Andrea Valeria de LEON OLIVER

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

## **RESUMEN**

En este trabajo se estudió la diversidad de tardígrados de sitios de alto y bajo tránsito vehicular de tres localidades (Doblas, Gral. Campos y Guatraché) de la Región Oriental de la Provincia de La Pampa.

Las muestras de las cuales los tardígrados fueron obtenidos consistieron en almohadillas de líquenes y musgos que se desarrollan sobre árboles y se trataron siguiendo las técnicas habituales para el grupo.

La riqueza de especies no estuvo igualmente distribuida en las tres localidades estudiadas. Doblas presentó la máxima riqueza específica, en tanto Guatraché y Gral. Campos fue menor. El comportamiento de la fauna de tardígrados es semejante en Gral. Campos y Guatraché. Contrariamente a lo esperado, la abundancia de tardígrados fue máxima en sitios de alto tránsito, inclusive mayor a la de los sitios de bajo tránsito de Doblas.

La diversidad de tardígrados en las tres localidades estuvo claramente dominada por *Milnesium* exhibiendo una alta tolerancia a las condiciones ambientales. Por lo que el proceso de Homogenización Biótica se extendería a la fauna de tardígrados de las localidades bajo estudio.

Esta Tesina representa una pequeña contribución al conocimiento de la tolerancia de los tardígrados a determinadas condiciones ambientales, demográficas, socio-económicas; y constituye un análisis exploratorio a partir de la cual se generen nuevos interrogantes. Análisis posteriores permitirán responder a objetivos más específicos acerca del comportamiento de los tardígrados en ecosistemas urbanos, como así también su potencial uso como bioindicadores de la calidad de aire.

*Palabras claves: Tardígrados Urbanos, Homogenización Biótica, Región Neotropical, Argentina.*

## **ÍNDICE**

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	4
MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
RESULTADOS.....	10
CONCLUSIONES y DISCUSIÓN.....	19
BIBLIOGRAFÍA.....	22

## INTRODUCCIÓN

En los últimos cincuenta años, el mundo ha experimentado, y continúa hoy en día, un gran crecimiento de las poblaciones urbanas. Esto sucede como consecuencia de la migración de las poblaciones desde las áreas rurales hacia las urbanas (United Nations 2002). Ya en 1960 la población mundial urbana era de un billón, y se espera que para el 2030 la población alcance los cinco billones y que más del cincuenta por ciento viva en las ciudades (United Nations 2003). Como lo expresan Alberti *et al.* (2003) las ciudades son fenómenos emergentes, que resultan de las interacciones entre las fuerzas socio-económicas y biofísicas, en donde cada componente contribuye, pero no domina, ni controla la forma y comportamiento del todo. “*La urbanización es multidimensional y altamente variable a lo largo del tiempo y el espacio*”.

A pesar de que las áreas urbanas representan entre el uno y el seis por ciento de la superficie terrestre, los efectos del tráfico vehicular, la contaminación del aire, el crecimiento continuo de las megatrópolis, el desarrollo industrial y comercial, el consumo de cantidades enormes de energía y recursos, como así también la generación diaria de desechos industriales y domésticos, se tornan cada vez más problemáticos (Faggi y Perepelizin, 2006). La complejidad de los ecosistemas urbanos reside en que el ser humano es el agente transformador, esto hace que las características del paisaje urbano sean únicas y que posean una alta heterogeneidad espacial y temporal (Alberti *et al.*, 2003). Es por ello que el estudio de los ecosistemas urbanos, se ha desarrollado en relación al impacto que ejerce sobre la biodiversidad.

Si bien a nivel mundial los ecosistemas urbanos son similares en cuanto a la estructura, funciones y limitaciones, difieren en cuanto a su localización geográfica, el tamaño y el tipo de ambiente al cual modifican (Savard *et al.*, 2000). Otro factor a tener en cuenta es la escala espacial del estudio, dado que a distintas escalas los resultados serán diferentes. En concordancia con lo anterior, variables sociales como el estado socio-económico y el factor cultural deberían considerarse en los estudios urbanos (Kinzig *et al.*, 2005).

La urbanización afecta a la biodiversidad de diversas maneras; modificando los habitats naturales (Alberti, 2004), creando microclimas y modificando la calidad del aire mediante la alteración de la superficie del suelo y generando calor-“urban heat islands”- (Oke, 1987). La pavimentación de las calles, aumenta las superficies impermeables, y como consecuencia los procesos hidrológicos, geomorfológicos se ven afectados. Esta

transformación del suelo, entre otras consecuencias, favorece a aquellos organismos que son más capaces de producir una rápida colonización, están mejor adaptados a las nuevas condiciones y son más tolerantes a prosperar en los ecosistemas urbanos, mientras que otros organismos más sensibles, se encuentran restringidos a ambientes más especializados (Alberti *et al.*, 2003).

McKinney (2008) en su trabajo realiza una revisión de los impactos de la urbanización sobre la riqueza de especies de 51 grupos biológicos terrestres, que incluyen: plantas, anfibios, aves, insectos, mamíferos y reptiles. Las áreas urbanas extremas tienden a reducir la riqueza de especies de todos los grupos estudiados, sin embargo cuando se trata de ambientes con niveles moderados de urbanización los resultados no parecen ser del todo claros, ya que los efectos de la urbanización varían significativamente entre los grupos. Estos resultados reflejan la complejidad de los ecosistemas urbanos, ya que los efectos antropogénicos sobre la riqueza de especies fluctúa, dependiendo de distintas variables tales como: la importación de especies no-nativas, la heterogeneidad espacial, la escala espacial, la ubicación geográfica de la ciudad en cuestión (incluyendo su matrix ecológica natural) la dinámica de los disturbios intermedios y los factores intrínsecos de cada ciudad, como ser los económicos e históricos que la hacen única e irreplicable.

La riqueza de especies está declinando globalmente, pero a nivel regional y local las especies cosmopolitas están expandiendo sus límites de distribución, a costa de la reducción geográfica de otras especies. Este fenómeno producido es conocido como Homogenización Biótica (*sensu* Mc Kinney & Lockwood, 1999). La Homogenización Biótica hace referencia al incremento de la similitud entre especies en el espacio a lo largo del tiempo (Olden *et al.*, 2004a). Esto conlleva a una sustitución gradual de las comunidades en cada región por comunidades cosmopolitas, presentando importantes consecuencias ecológicas y evolutivas (Olden & Rooney, 2006).

Se ha demostrado que organismos que se desarrollan sobre los musgos y líquenes son sensibles a la desecación periódica y a las variaciones de la calidad del aire (Meininger, *et al.*, 1985; Steiner 1994b; Vargha *et al.*, 2002). En ese sentido los tardígrados, micrometazoos hidrófilos criptobióticos, pueden ser utilizados como indicadores de la calidad ambiental, ya son capaces de detectar e indicar contaminantes por cambios en su presencia o ausencia, ocurrencia, frecuencia y abundancia (Steiner 1994b; Meininger *et al.*, 1985; Moly de Peluffo *et al.*, 2006). Entre los factores abióticos que afectan a los tardígrados se encuentran la temperatura, humedad, precipitaciones, exposición (sol o viento), tipo de sustrato donde viven (Steiner, 1994a), contaminación del aire, entre otros

(Steiner, 1994b; Jönson, 2003; Guil *et al.*, 2008; Johansson *et al.*, 2011). Guil *et al.*, (2009) dividen a los factores abióticos que ejercen un rol sobre las comunidades de tardígrados en micro (altitud, hábitat, vegetación, detritos) y macro (clima, paisaje, suelo, bioma) factores ambientales. En lo que respecta a los tardígrados urbanos; la calidad y cantidad de gases de la combustión de automotores es el factor que tiene mayor efecto en su distribución. Este factor no se distribuye homogéneamente en las ciudades ni tampoco aumenta su incidencia regularmente desde la periferia hacia el centro de las urbanizaciones (Peluffo *et al.*, MS).

Los tardígrados poseen una distribución cosmopolita, en ese sentido la teoría de Bass-Becking (1934) “*Todo está en todas partes, pero el ambiente selecciona*” explica la distribución global de distintos microorganismos (bacterias, protistas, rotíferos, tardígrados entre otros). Bajo este supuesto, organismos que posean una talla menor a 2 mm; y gracias a su gran potencial de dispersión, a la capacidad de entrar en estados de dormancia y producir propágulos durmientes (Frenchel & Finlay 2004; Kellogg & Griffin 2006) exhiben una distribución cosmopolita dada por las condiciones del hábitat. Varios estudios intentar dar respuesta a la distribución de los tardígrados, Guil *et al.* (2008a) afirman que son las condiciones ambientales y las del hábitat las que determinan la distribución de las comunidades de tardígrados, mientras que en un trabajo posterior Guil *et al.* (2008b) sostienen que los tardígrados poseen preferencia de hábitats, una situación más próxima a los grandes animales. En ese sentido aún queda por resolver si, solamente son las condiciones del hábitat o el conjunto de factores/condiciones ambientales e históricas las que determinan la distribución de tardígrados en un área en particular.

El conocimiento taxonómico y biogeográfico del phylum Tardigrada muestra una tendencia asintótica a nivel mundial (Guil & Cabrero Sañudo, 2007). En relación a ello, los estudios de la fauna sudamericana de tardígrados han tenido escaso desarrollo y en consecuencia, la información acumulada al respecto se considera aún inadecuada (Claps y Rossi 1997; Pilato *et al.*, 2003). Como afirman Nicket *et al.*, (2001), la escasez de registros de tardígrados de Sudamérica identifica una de las principales falencias en nuestra comprensión de la distribución y diversidad de estos invertebrados.

Debido a lo anteriormente expuesto se espera que el aporte de esta Tesina colabore no sólo con el relevamiento de tardígrados urbanos, sino que contribuya a llenar el vacío de información que hay para esta región.

## **Objetivos**

- \* Estudiar la diversidad -abundancia y riqueza- de las especies de tardígrados de tres localidades de la Región Oriental de la provincia de La Pampa.
- \* Relacionar la diversidad de la fauna de tardígrados en cada sitio con las condiciones ambientales de cada ciudad (demografía, precipitaciones anuales, parque automotor, etc).
- \* Relacionar las tres ciudades entre sí (con los datos obtenidos) para así intentar determinar si el proceso de Homogeneización Biótica, desencadenado por la urbanización, se extiende a la fauna de tardígrados de dichas localidades.

## **Hipótesis**

- 1.- La abundancia y la riqueza de especies de tardígrados serán menores en las zonas de alto tránsito vehicular.
- 2.- La fauna de tardígrados en las tres ciudades estudiadas será semejante (es decir, que cuanto menor sean las distancias que separan a las localidades, mayor será la semejanza de las faunas de los tardígrados).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Los muestreos se realizaron en tres localidades de la provincia de La Pampa: Doblas, Manuel General Campos y Guatraché durante enero y febrero de 2011. Para cada localidad se muestrearon comunidades de musgos y líquenes que se desarrollan sobre árboles de sitios de alto y de bajo tránsito vehicular. La delimitación de las zonas de alto y bajo tránsito se realizó en función del tráfico/volumen vehicular. Para ello, se realizó un estudio previo de toda el área urbana de cada una de las tres localidades y luego se marcaron en un mapa -de dicha localidad- todos los puntos de alto y bajo tránsito vehicular, se procedió a la selección al azar de los puntos a muestrear. Para cada sitio se muestrearon cuatro árboles, alcanzando un total de veinticuatro (ocho por cada una de las tres localidades). Una de ellas se guardó en la colección de la cátedra de Biología de Invertebrados I, como réplica, para estudios futuros.

### Análisis de las muestras

En cada árbol se tomaron muestras que consistieron en (9) submuestras de almohadillas de musgos y/o líquenes. Las mismas se tomaron con un sacabocados circular de 11 mm de diámetro interno y a un metro cuarenta de altura y abarcaron 8 cm<sup>2</sup> de superficie. El tamaño de las muestras y submuestras se seleccionó siguiendo a Morgan (1997) y Steiner (1994a). Las muestras se guardaron en bolsas de papel a temperatura ambiente, registrándose el lugar, sustrato, fecha y categoría taxonómica del árbol muestreado.

Para su estudio, las muestras se procedió a la rehidratación de las muestras; colocándolas en tamices de 1.5 mm de abertura de malla y suspendidos en agua dentro de cápsulas de Petri. Transcurridas como mínimo 24 horas se observaron en fresco bajo microscopio estereoscópico. Los tardígrados fueron extraídos con micropipetas.

Se provocó el pasaje de los individuos activos al estado de anoxibiosis colocándolos sumergidos en escasa cantidad de agua durante treinta 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 los taxa se realizaron montajes en polivinil lactofenol y se observaron bajo microscopio binocular óptico, siguiendo el esquema general propuesto por Ramazzotti y Maucci (1983).

Para cada muestra, se registró el número de individuos de cada taxón de tardígrados y se calcularon las abundancias relativas, absolutas como así también las densidades absolutas y relativas. Para analizar la diversidad de cada localidad y de cada sitio, se determinó la riqueza de especies (S), los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y Simpson (1-D) (Magurran, 2004., PAST: Paleontological Statistic Software Package). Para poder analizar los tres índices entre sí, se realizó una adaptación de cada uno los índices de diversidad, según Lou Jost (2006), convirtiéndolos en número efectivo de especies, dado que los índices implican distintos grados de diversidad: diversidad de orden cero (riqueza de especies), diversidad de orden uno (Shannon-Wiener) y diversidad de orden dos (Gini-Simpson). Según este autor, es necesaria la conversión de los mismos, dado que no poseen una escala lineal, y su comportamiento matemático generalmente no se corresponde con conceptos biológicos teóricos o intuitivos de la diversidad. Todos los índices se pueden transformar en verdaderas diversidades, que poseen un conjunto uniforme de propiedades matemáticas que capturan con precisión el concepto de diversidad (Jost 2006).

La similitud de las comunidades de tardígrados entre los sitios fue comparado con el análisis de cluster de Bray Curtis. También se analizó la diversidad entre los sitios con análisis de correspondencia y análisis de Correspondencia Canónica (PAST: Paleontological Statistic Software Package).

Por último, para testear las hipótesis planteadas en la presente tesina, se utilizó el software estadístico STATISTICA 7.0 (data analysis software system).

## **ANÁLISIS DE VARIANZA CON DOS FACTORES**

### **Modelo teórico**

Con la finalidad de testear las hipótesis planteadas en esta tesina\*\*, se procederá al **análisis doble de la varianza (Two-way ANOVA)**, mediante el software estadístico **STATISTICA 7.0** (StatSoft, 2003). El **análisis doble de la varianza** permitirá estudiar los posibles efectos causados por diferentes niveles de dos factores (en este caso: localidad e intensidad vehicular) sobre la variable dependiente (abundancia absoluta de tardígrados).

Para contrastar la hipótesis nula de que las medias de la “intensidad vehicular” coinciden, se colocan a prueba las hipótesis:

$H_0: \beta_1 = \beta_2$  vs  $H_1: \beta_1$  es distinto a  $\beta_2$  donde  $\beta_1 =$  Alto tránsito y  $\beta_2 =$  Bajo tránsito.

Análogamente, para contrastar la hipótesis nula de que las medias las “localidades” en la población coinciden, se colocan a prueba las hipótesis:

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$  vs.  $H_1 : no todas las medias poblacionales son iguales$

Donde:  $\alpha_1 =$  media poblacional de la localidad de Doblas;

$\alpha_2 =$  media poblacional de la localidad de Gral. Campos;

$\alpha_3 =$  media poblacional de la localidad de Guatraché.

### **Modelo con interacción:**

Este modelo supone que la variación total de los datos puede descomponerse de la siguiente forma:

(Variación total en los datos) = (Variación debida al primer factor) + (Variación debida al segundo factor) + (Variación debida a la interacción entre factores) + (Variación debida al error aleatorio),

o equivalentemente:

$$Y_{ijk} = \alpha_{\text{localidad}} + \beta_{\text{intensidad vehicular}} + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk} \quad i = 1, \dots, a; \quad j = 1, \dots, b; \quad k = 1, \dots, r$$

donde:

- $\alpha_i$  es el efecto del i-ésimo nivel del factor “Localidad”, definido como:  
 $\alpha_i = \mu_i - \mu$  ;
- $\beta_j$  es el efecto del j-ésimo nivel del factor “Intensidad vehicular”, definido como:  $\beta_j = \mu_j - \mu$  ;
- $(\alpha\beta)_{ij}$  es el efecto de interacción entre el i-ésimo nivel de “Localidad” y el j-ésimo nivel de “Intensidad Vehicular”, y es definido como:  
 $(\alpha\beta)_{ij} = \mu_{ij} - (\mu + \alpha_i + \beta_j) = \mu_{ij} - \mu_i - \mu_j + \mu$  ;
- $e_{ijk}$  es un error aleatorio asociado a la observación  $y_{ijk}$ .

siendo:  $\mu, \mu_i, \mu_j, \mu_{ij}$  la media general del conjunto de datos,  $\mu_i$  la media del i-esimo nivel del factor “localidad”,  $\mu_j$  la media del j-ésimo nivel del factor “intensidad vehicular” y  $\mu_{ij}$  la media en la celda (i,j), respectivamente. Además:  $a=3, b=2$  y  $r=3$ .

### **Suposiciones y Restricciones**

La suposición necesaria para realizar inferencia sobre el modelo es que los errores  $e_{ijk}$  son variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas, con distribución normal, i.e.  $e_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$  (homocedásticos e independientes).

De las definiciones de los parámetros del modelo se siguen las siguientes restricciones:

$$\sum_i \alpha_i = 0 \quad \text{y} \quad \sum_j \beta_j = 0$$

$$\sum_i (\alpha\beta)_i = 0 \text{ para todo } j, \quad \text{y} \quad \sum_j (\alpha\beta)_j = 0 \text{ para todo } i.$$

Como consecuencia de las suposiciones hechas sobre la distribución de los errores, se observa que:

$$y_{ijk} \sim N(\mu + \alpha_i + \beta_j, \sigma^2), \text{ independientes.}$$

## **CARACTERÍSTICAS Y UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El estudio se llevó a cabo en tres localidades de la provincia de La Pampa: Doblas, Gral. Campos y Guatraché. Según el Inventario Integrado de los Recursos Naturales, Primera Edición (1980), la provincia de La Pampa se caracteriza por poseer un clima templado (temperatura media anual entre 14 y 16°C). Las variaciones de temperatura, son más importantes en sentido N a S, aunque también adquieren valor las que ocurren en el extremo occidental, donde tiene marcada influencia la altitud. Las precipitaciones decrecen en sentido NE- SW; las mayores precipitaciones se dan en primavera y verano, existiendo en el verano un fuerte déficit hídrico por evaporación. Los vientos predominantes son del sector Norte, Noroeste y Sudoeste siendo la primavera la estación en que sopla con mayor intensidad. Esto coincide con el final del período de menor precipitación, lo que contribuye a aumentar los riesgos de erosión eólica. En cuanto a los suelos, éstos son poco evolucionados – una capa arenosa de espesor variable cubre superficialmente todo el territorio- asociados a una vegetación semidesértica.

La Región Oriental posee un clima subhúmedo seco. El paisaje actual modelado por acciones hídricas y eólicas sobre la pediplanicie, originó mesetas, valles, colinas y planicies. Los suelos tienen una mayor evolución, sus horizontes están claramente diferenciados y se aprecia una ganancia en el contenido de materia orgánica (predominan Molisoles). La vegetación está compuesta por cultivos, pastizales bajos, bosques abiertos caducifolios y pastizales sammófilos.

(<http://www.lapampa.edu.ar/recursosnaturales/pdfs/regiones.pdf>)

Particularmente las localidades de Doblas, Guatraché y General Campos, se ubican en la Región fisiográfica: Oriental, y presentan las siguientes características:

1. **Doblas** (37°09'20"S y 64°01'12"W) está ubicada en la Región Oriental de la provincia de La Pampa, a una altitud de 157 metros sobre el nivel del

mar. Posee una superficie total de 1074.98 km<sup>2</sup>. De acuerdo a los últimos datos censales del año 2.001, la ciudad cuenta con 1.860 habitantes. Se caracteriza por su clima templado, con un promedio anual de precipitaciones de los últimos diez años de 736 mm. (Dirección de Estadística y Censo de la provincia de La Pampa). La principal actividad económica de la localidad es la agrícola, ganadera y apícola. El parque automotor de la localidad es de aproximadamente 690 vehículos. En cuanto a las fumigaciones, si bien no hay una generalización, se realizan con herbicidas e insecticidas. El arbolado público de la localidad incluye en su mayoría especímenes de *Robinia pseudoacacia*, también se registró la presencia de *Melia azaderach* y *Fraxinus spp.*

2. **Manuel General Campos** (37° 28' 0" S, 63° 36' 0" W) se ubica a una altitud de 145 metros sobre el nivel del mar. Posee una superficie total de 546,70 Km<sup>2</sup>. Pertenece a la Región Oriental de la provincia de La Pampa. De acuerdo a los últimos datos censales del año 2.001, la ciudad cuenta con 1.034 habitantes. Se caracteriza por su clima templado, con un promedio anual de precipitaciones de los últimos diez años de 676 mm. (Dirección de Estadística y Censo de la provincia de La Pampa). La actividad económica de la localidad es variada. Cuenta con la mayor cuenca lechera de la provincia, se encuentran en funcionamiento un total de 7 fábricas de las cuales 1 es de *Alimentos Balanceados*, 1 es de *Chacinados*, 1 es de *Dulce de Leche y Crema*, 1 es *Panificadora* y las otras 3 son de *Quesos* (Blandos, Duros y Semiduros). Además existen en la zona 9 empresas distribuidoras, que transportan la producción a toda la provincia y a muchos lugares de nuestro país, destacándose toda la Patagonia. Con respecto al Parque Automotor, es de 293 vehículos. En cuanto a las fumigaciones, se llevan a cabo normalmente entre 1 y 2 fumigaciones anuales, principalmente contra moscas y mosquitos y además contra El Mal de Chagas. Es un servicio que lo contrata la Municipalidad. El arbolado público de la localidad incluye en su mayoría especímenes de varias especies de *Fraxinus*.
3. **Guatraché** (37°40'07"S y 63°32'29"W) se localiza a una altitud de 169 metros sobre el nivel del mar. Posee una superficie total de 1.050 Km.<sup>2</sup>.

Pertenece a la Región Oriental de la provincia de La Pampa. De acuerdo a los últimos datos censales del año 2001, la ciudad cuenta con 5.271 habitantes. Se caracteriza por su clima templado, continental moderado, con un promedio anual de precipitaciones de los últimos diez años de 653 mm. (Dirección de Estadística y Censo de la provincia de La Pampa). En cuanto a la actividad económica de la localidad, se destaca la producción ganadera-agrícola (60.000 ha) y la actividad apicultora (20.000 colmenas). El parque automotor de la localidad es de aproximadamente 1244 vehículos. Guatraché cuenta con una purificadora de sulfato de sodio (*PAGRUN*). Las fumigaciones que se llevan a cabo en la zona son a base de herbicidas e insecticidas. El arbolado público de la localidad incluye en su mayoría especímenes de *Robinia pseudoacacia*, también se registró la presencia de varias especies de *Fraxinus*.

## **RESULTADOS**

Se procesaron un total de 18 muestras, el 100% de ellas presentó tardígrados. De las muestras analizadas se encontraron 838 individuos y 72 mudas con huevos; 71 pertenecientes a *Milnesium sp* y 1 perteneciente a *Echiniscus rufoviridis*.

Los tardígrados encontrados en las localidades de estudio pertenecen a cuatro familias: 1) **Echiniscidae:** *Echiniscus rufoviridis*, 2) **Milnesiidae:** *Milnesium sp*, 3) **Hypsibiidae:** *Ramazzottius oberhaeuseri* y 4) **Macrobiotidae:** *Macrobiotus sp.* y *Paramacrobiotus areolatus*.

## **Taxones encontrados**

- 1) *Macrobiotus sp*: Estuvo presente en el 5.55 % de las muestras analizadas.
- 2) *Paramacrobiotus areolatus*: Estuvo presente en el 5.55 % de las muestras analizadas.
- 3) *Echiniscus rufoviridis*: Estuvo presente en el 27.8% de las muestras analizadas. Fue la segunda especie en cuanto a densidad.
- 4) *Ramazzottius oberhaeuseri*: Estuvo presente en el 22.22 % de las muestras analizadas.
- 5) *Milnesium sp*: Estuvo presente en el 100% de las muestras analizadas. Los mayores valores de densidad absoluta, relativa, y abundancia relativa se corresponden con este género.

**Tabla 1.-** Abundancia absoluta de tardígrados de las localidades de estudio.

Localidad/Género	<i>Milnesium</i> <i>sp</i>	<i>Echiniscus</i> <i>rufoviridis</i>	<i>Ramazzottius</i> <i>oberhaeuseri</i>	<i>Macrobiotus</i> <i>sp</i>	<i>Paramacrobiotus</i> <i>areolatus</i>	Individuos por sitio
Doblas	181	0	9	2	1	193
Gral. Campos	285	64	0	0	0	349
Guatraché	247	37	12	0	0	296
<b>Total individuos</b>	713	101	21	2	1	838

### Densidades

**Tabla 2.-** Densidad absoluta por sitio y densidad absoluta total de tardígrados de las localidades de Guatraché, Gral. Campos y Doblas.

	Densidad Absoluta por sitio (ind/cm <sup>2</sup> )	Densidad Absoluta total (ind/cm <sup>2</sup> )
Guatraché AT	7.52	34.61
Guatraché BT	4.04	
Gral. Campos AT	9.47	40.82
Gral. Campos BT	4.13	
Doblas AT	3.24	22.58
Doblas BT	4.29	

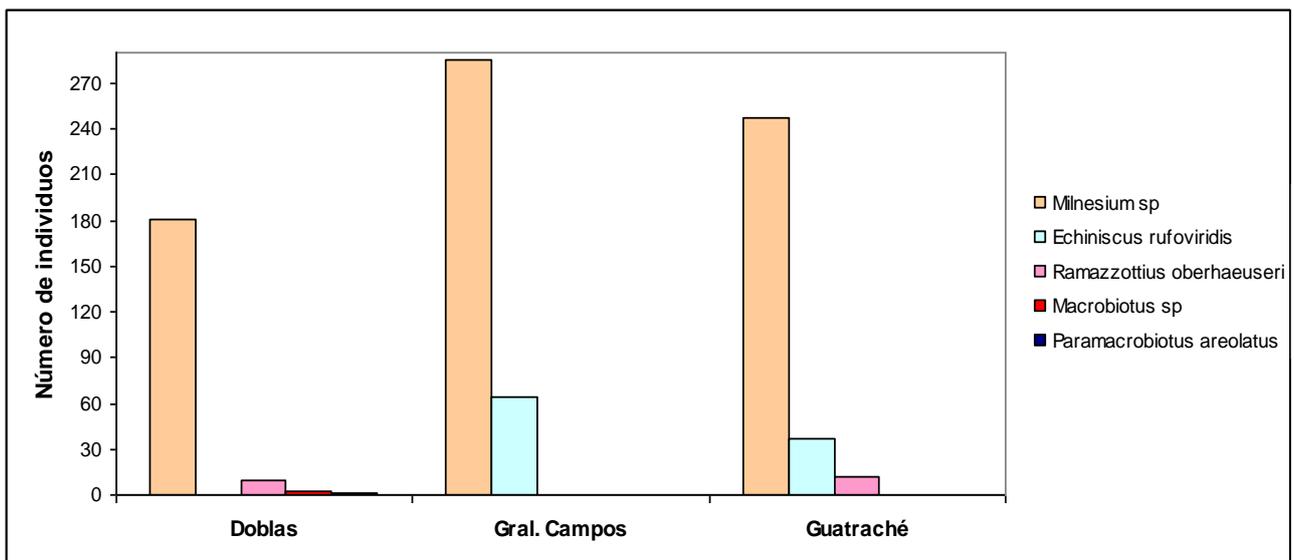
La máxima densidad absoluta por muestra se registró un sitio de alto tránsito de Gral. Campos (15.32 ind/cm<sup>2</sup>), mientras que la mínima densidad absoluta por muestra se obtuvo en un sitio de alto tránsito de Doblas (0,35 ind/cm<sup>2</sup>).

A nivel localidad, la máxima densidad absoluta se registró en la localidad de Gral. Campos, con un valor de 40.82 individuos/cm<sup>2</sup>. Le siguen en orden decreciente la localidad de Guatraché, con 34.61 individuos/cm<sup>2</sup> y por último Doblas con 22.58 individuos/cm<sup>2</sup>. A nivel de sitios con distinta intensidad vehicular las densidades absolutas no presentaron un patrón específico/determinado; para las localidades de Guatraché y Gral. Campos la densidad absoluta fue mayor en sitios de alto tránsito vehicular, (7.52 individuos/cm<sup>2</sup> y 9.47 individuos/cm<sup>2</sup> respectivamente) mientras que en la localidad de Doblas la densidad absoluta fue mayor en los sitios de bajo tránsito vehicular (Tabla 2). *Macrobiotus sp* y *Paramacrobiotus areolatus* alcanzaron una densidad de 0,23 y 0,12 individuos/ cm<sup>2</sup> respectivamente.

## Diversidad de Tardígrados

- Abundancia

La máxima abundancia absoluta de tardígrados se registró en las localidades de Gral. Campos y Guatraché, siendo *Milnesium sp* dominante (Tabla 1), estos valores se corresponden a sitios de alto tránsito vehicular. Por el contrario en ambas localidades los valores más bajos de abundancia se observaron en sitios de bajo tránsito vehicular. *Echiniscus rufoviridis* fue codominante, con 101 individuos, presente en 27.8% de las muestras analizadas; *Ramazzottius oberhaeuseri* presentó una con frecuencia de aparición baja, con 21 individuos, presente en 22.22 % de las muestras analizadas. *Macrobotus sp* y *Paramacrobotus areolatus* estuvieron sólo representados por uno y dos especímenes en una muestra de bajo tránsito de la localidad de Doblas.



**Fig 1.-** Distribución de abundancia absoluta de tardígrados en las localidades de Doblas, Gral. Campos y Guatraché

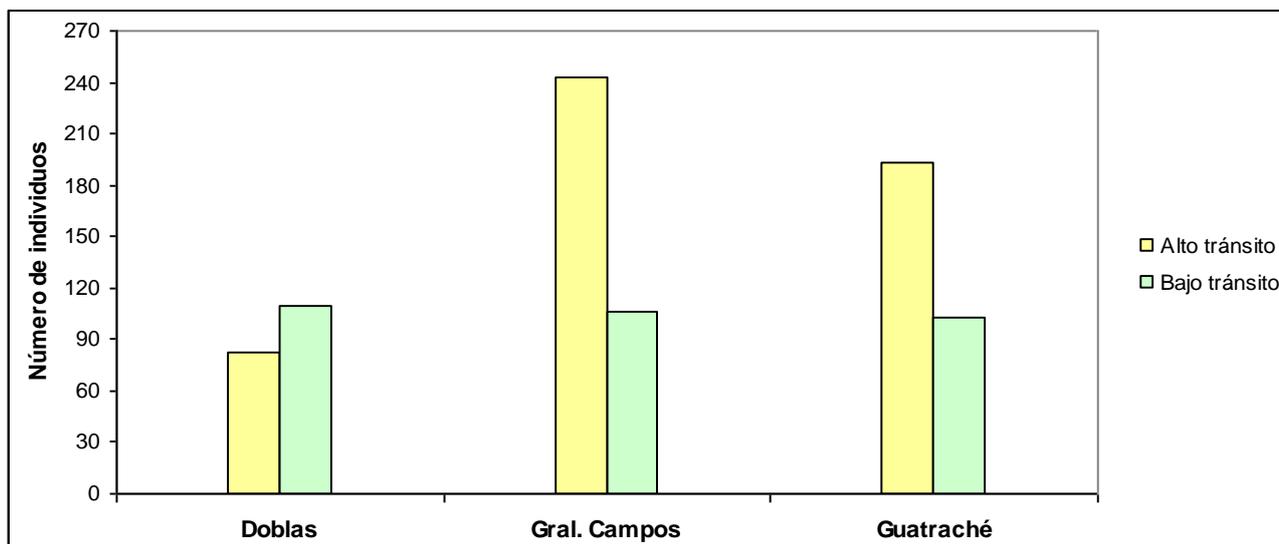


Fig 2.- Distribución de abundancia absoluta de tardígrados por sitio en las localidades de Doblas, Gral. Campos y Guatraché.

- **Riqueza**

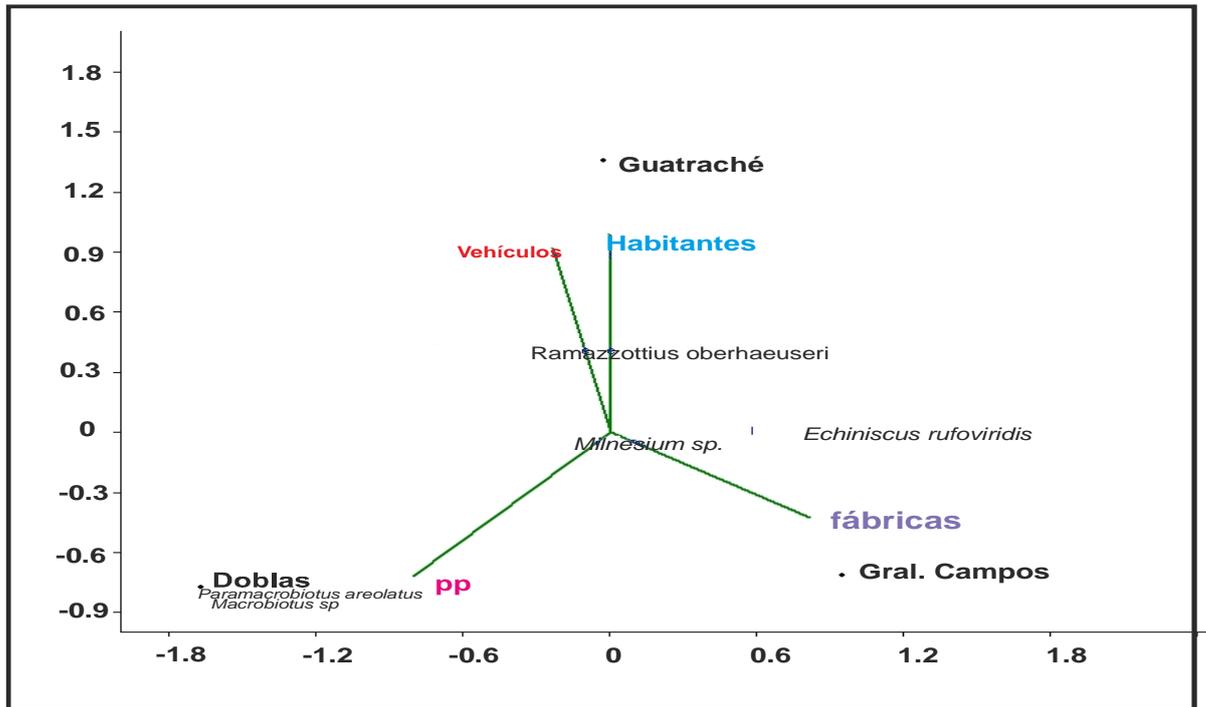
La riqueza específica varió entre dos y cuatro especies y por localidad, siendo Doblas la localidad que presentó el mayor número de especies.

En cuanto a los otros índices de diversidad, el número efectivo de especies no son iguales. Esto se debe a que existe algún grado de dominancia por parte de *Milnesium sp*; el número efectivo de especies de Shannon es menor al número específico de la riqueza de especies y el número efectivo de especies de Gini-Simpson es menor. En ese sentido Doblas es la localidad que presenta la menor equitatividad de taxa, dado que presenta las mayores diferencias entre los tres valores del número efectivo de especies.

Tabla 3.- Diversidad de tardígrados de las tres localidades de estudio, según (Jost 2006).

Localidad	Taxa_S	Shannon_H	Nº efectivo de especies H	Gini Simpson (1-D)	Nº efectivo de especies (1-D)
Doblas	4	0,2778	1,320222	0,1182	1,134044
Gral. Campos	2	0,4765	1,610428	0,2995	1,427552
Guatraché	3	0,5409	1,717552	0,2864	1,401345

### Análisis de Correspondencia Canónica (CCA)



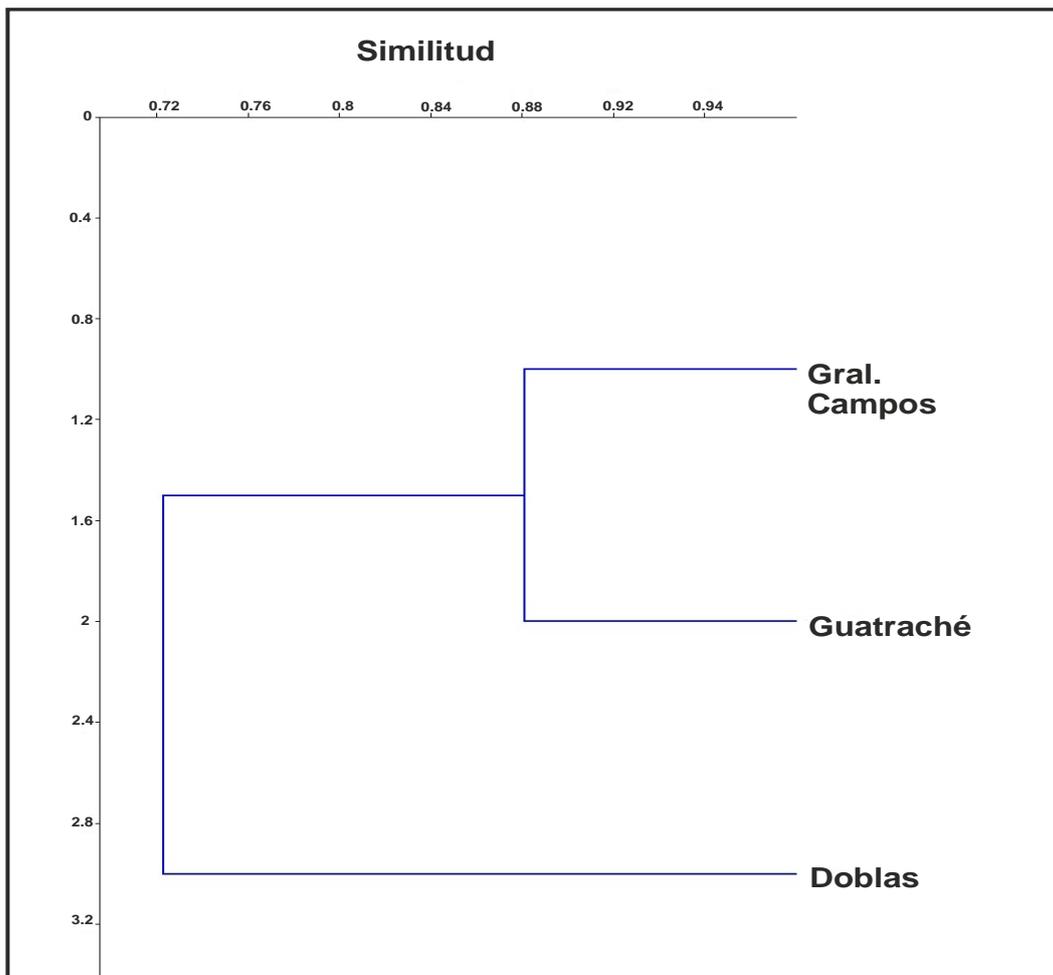
**Fig 3.-** Análisis de Correspondencia Canónica utilizando distintas variables ambientales y demográficas.

Los resultados obtenidos de este análisis sugieren que la distribución de la fauna de tardígrados en las distintas localidades se relaciona con variables demográficas y ambientales. *Echiniscus rufoviridis* se distribuye en torno con la variable fábricas/manufactureras, dado que la máxima abundancia se observó en la localidad que posee el mayor número de empresas (Gral. Campos). La presencia de los macrobióticos parecería estar relacionada con las precipitaciones; encontrándose únicamente en la localidad que presenta las máximas precipitaciones anuales; Doblas. En cuanto a *Ramazzottius oberhaeuseri*, su presencia se correspondería con la variable social: parque automotor, dado que su máxima abundancia se registró en Guatraché, la localidad que presenta el mayor número de vehículos. *Milnesium sp* muestra una distribución relacionada a todas las variables antes mencionadas.

## Índices de similitud

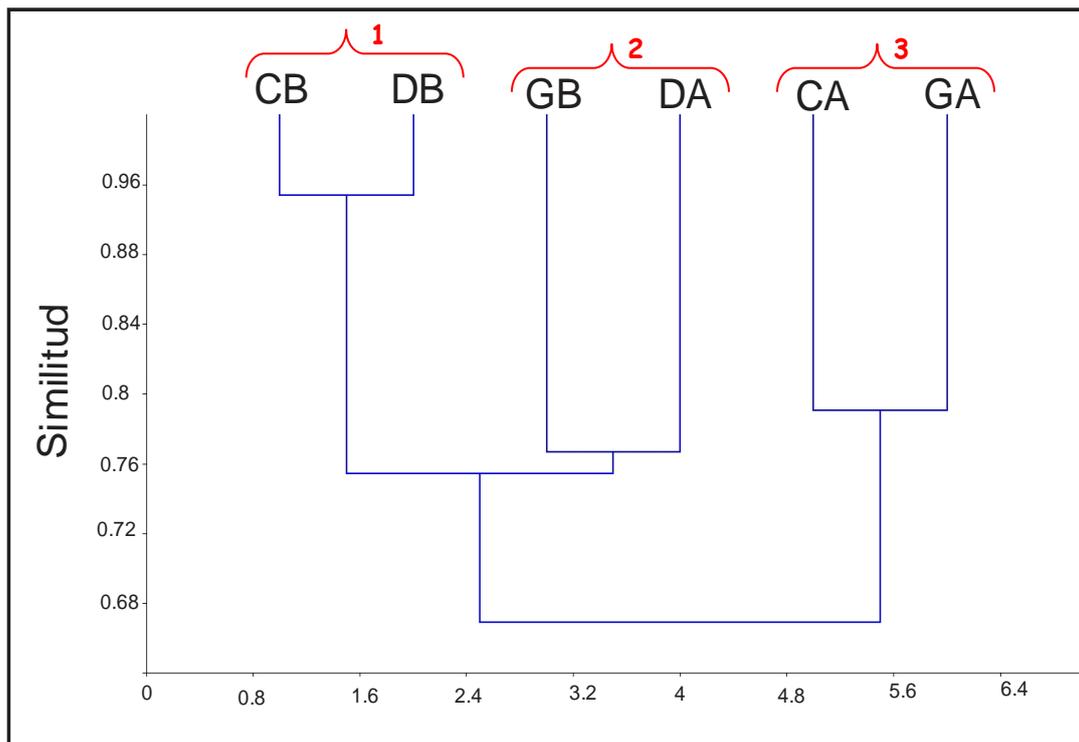
- Análisis de ordenación:

Los resultados obtenidos para el análisis de ordenación (Bray-Curtis) basado en la composición de la fauna de tardígrados de las tres localidades muestra que Guatraché y Gral. Campos se comportan como las localidades más semejantes (Fig. 4). Realizando un análisis más detallado, a nivel de intensidad vehicular, el análisis de ordenación permitió la identificación de 3 grupos dominados por *Milnesium sp.*, según sus grados de afinidad/similitud: **1)** sitios de bajo tránsito de Gral. Campos y Doblas, **2)** sitios de bajo tránsito de Guatraché con sitios de alto tránsito de Doblas y **3)** sitios de alto tránsito de Guatraché y Gral. Campos (Fig.5).



**Fig 4.-** Análisis de ordenación representando la similitud entre las localidades Doblas, Gral. Campos y Guatraché, basado en la abundancia absoluta de tardígrados y riqueza específica.

Los resultados obtenidos para el análisis de ordenación (Bray-Curtis) basado en la composición de la fauna de tardígrados de sitios de alto y bajo tránsito de las tres localidades, permitieron la identificación de 3 grupos dominados por *Milnesium sp.*, según sus grados de afinidad/similitud: **1)** sitios de bajo tránsito de Gral. Campos y Doblas, **2)** sitios de bajo tránsito de Guatraché con sitios de alto tránsito de Doblas y **3)** sitios de alto tránsito de Guatraché y Gral. Campos (Fig.5).



**Fig 5.-** Análisis de ordenación representando las relaciones entre los sitios de alto y bajo tránsito de Doblas, Gral. Campos y Guatraché, basado en la abundancia y riqueza de especies.

### ANÁLISIS DE VARIANZA CON DOS FACTORES

Utilizando el paquete computacional **STATISTICA**, Versión **7.0** (StatSoft, 2003) para Windows (StatSoft, 2003), se obtiene la siguiente tabla de Análisis de Varianza para el modelo anteriormente citado.

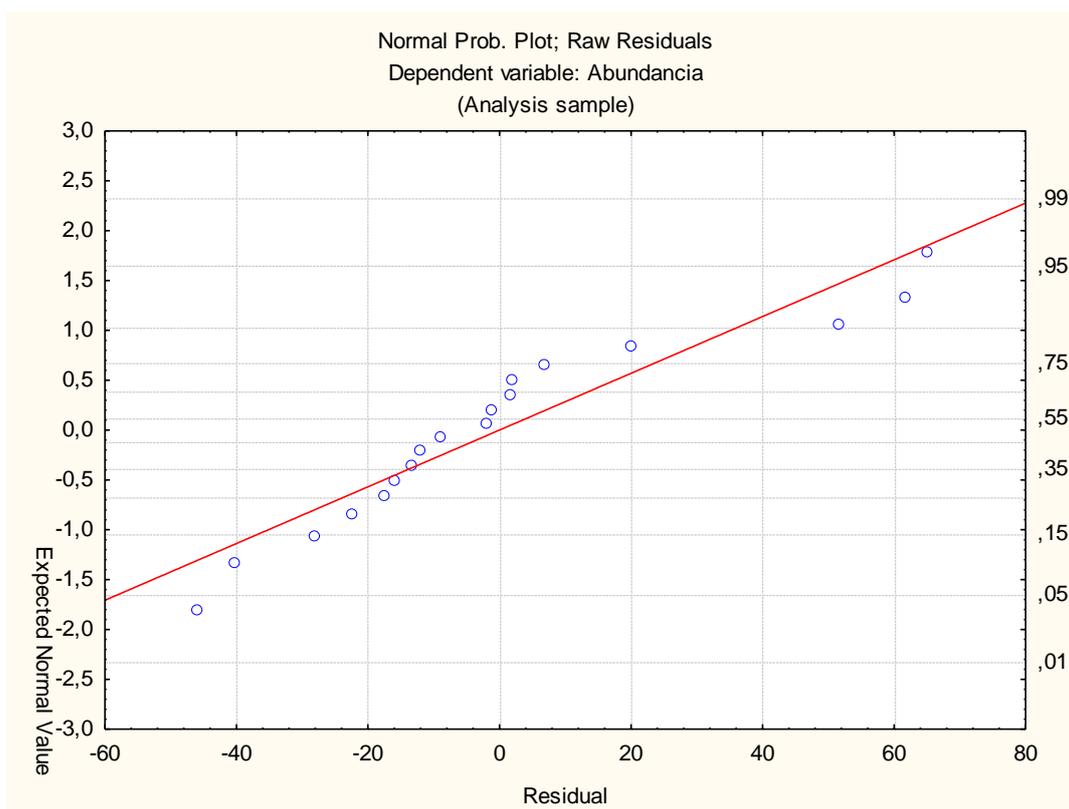
**Tabla 4.-** Análisis de varianza de dos factores

<b>Efecto</b>	<b>SS</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Intercepción</b>	<b>39013,56</b>	<b>1</b>	<b>39013,56</b>	<b>31,83522</b>	<b>0,000061</b>
<b>Localidad</b>	2097,44	2	1048,72	0,85576	0,446034
<b>Intensidad</b>	2222,22	1	2222,22	1,81334	0,199505
<b>Error</b>	17156,78	14	1225,48		

Del Cuadro arriba, se observa que existe un efecto interacción de las dos variables dependientes analizadas (localidad e intensidad vehicular) sobre las abundancias de los tardígrados; no así las variables por separado, resultados que se discutirán más adelante en función de las hipótesis planteadas en la tesina.

La verificación de los supuestos se realizó mediante el Test de Levene obteniéndose un valor de  $F = 0,364722$  con  $p = 0,70$  lo que nos permite afirmar que las varianzas son homocedásticas.

Para verificar la restricción de “normalidad de los residuos” se utilizó la técnica gráfica conocida como “Normal Probability Plot”. La Figura 6 muestra que los valores observados no ajustan con los esperados, sin embargo no existe un alejamiento tan importante que obligue a descartar como válida esta restricción.



**Fig 6.-** Análisis de los residuos mediante la técnica “Normal Probability Plot”.

**\*\* Hipótesis planteadas:**

- (1) La abundancia y la riqueza de especies de tardígrados serán menores en las zonas de alto tránsito vehicular.**

Lo afirmado anteriormente puede verificarse por la Hipótesis  $H_0 : \beta_1 = \beta_2$ . El test F para esta prueba muestra un valor  $F = 1,81334$  con un  $p = 0,199$ , de donde no existe evidencia para rechazar  $H_0$ , por lo que la hipótesis planteada en este trabajo no pudo corroborarse estadísticamente. Es decir, que no existen diferencias significativas en cuanto a la abundancia de tardígrados entre los sitios de alto y bajo tránsito.

- (2) La fauna de tardígrados en las tres ciudades estudiadas será semejante (es decir, que cuanto menor sean las distancias que separan a las localidades, mayor será la semejanza de las faunas de los tardígrados).**

Esta afirmación puede verificarse por la Hipótesis  $H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$ . El test F para esta prueba da como resultado un valor  $F = 0,85576$  con un  $p = 0,446$ , de donde no existe evidencia para rechazar  $H_0$ , por lo que la hipótesis planteada en ese trabajo se corrobora

estadísticamente. En otras palabras, existe evidencia estadística para afirmar que la fauna de tardígrados de las tres localidades analizadas es similar.

## **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES:**

Ramazzotti & Mauci (1983) consideran que valores altos de densidad se encuentran en un rango de 10-20 individuos por cm<sup>2</sup>. Se han registrado en ciudades neotropicales como General Pico (Moly *et al.*, 2006), La Plata (Blanco, 2011), valores máximos de densidad absoluta que superan los 60 individuos por cm<sup>2</sup>; en este trabajo se han observado bajos valores de densidad absoluta. Una explicación posible de las bajas densidades absolutas registradas en las tres localidades de estudio podría deberse a los regímenes característicos de esta región, en la cual las altas temperaturas, los fuerte vientos y las bajas precipitaciones propician cortos períodos de actividad de la fauna de tardígrados, dado que ésta depende, principalmente, de las condiciones de humedad reinantes.

Investigadores de diversas partes del mundo han observado una disminución en la riqueza de especies de tardígrados a lo largo de gradientes urbanos (Meininger *et al.* 1985, Steiner, 1994b; Vargha *et al.*, 2002; Moly de Peluffo *et al.*, 2006; Peluffo *et al.*, 2007; Rocha *et al.*, 2011), en ese sentido los resultados obtenidos en este análisis exploratorio se ajustan sólo para la localidad de Doblas.

La riqueza de especies no estuvo igualmente distribuida en las tres localidades, Doblas presenta el mismo número de especies que Santa Rosa y Alpachiri, ciudades pertenecientes a la región oriental (Baudino, 2010), en tanto Guatraché y Gral. Campos una riqueza específica menor. Esa diferencia en las tres localidades podría atribuirse a los efectos específicos de la urbanización de cada localidad; los cuales están sujetos a distintas variables como lo afirma McKinney (2008).

El comportamiento de la fauna de tardígrados en sitios de alto y bajo tránsito vehicular es semejante en Gral. Campos y Guatraché. Contrariamente a lo esperado, la abundancia de tardígrados fue máxima en sitios de alto tránsito, inclusive mayor a la de los sitios de bajo tránsito de Doblas. Este patrón inusual podría ser explicado por la cercanía que presentan las localidades entre sí (aproximadamente 25 kilómetros). Los menores valores de abundancia de tardígrados en sitios de bajo tránsito de Gral. Campos y Guatraché podría deberse a la carencia de una transición gradual del área urbana a la rural, quedando esas zonas desprotegidas, con poco arbolado y expuestas a la acción de los vientos, mayor exposición solar, fenómenos que contribuyen a la rápida evaporación del agua retenida en las epífitas.

*Echiniscus rufoviridis*, *Ramazzottius oberhaeuseri*, hallados en este estudio también fueron registradas por Moly de Peluffo *et al.*, (2006) en General Pico; en, Alpachiri, Santa Rosa y Victorica (Baudino 2010) y en La Plata (Blanco, 2011). En Gral. Campos la presencia de *E. rufoviridis* estaría relacionada con la variable económica: manufactureras /empresas distribuidoras, dado que se registraron los máximos valores de abundancia en esa localidad. En General Pico *R. oberhaeuseri* dominó en sitios aledaños de la plaza central y en sitios periurbanos con alta suspensión de polvo (Moly de Peluffo *et al.*, 2006). *Ramazzottius oberhaeuseri* es considerada una especie altamente poleotolerante y de ambientes más secos (Kinchin, 1994), sin embargo su frecuencia de aparición es muy baja. Su presencia parece estar relacionada con la variable social; tamaño del parque automotor; los mayores valores de abundancia se obtuvieron para Guatraché, la localidad que presenta el mayor número de vehículos.

El viento es considerado como uno de los principales medios de dispersión de los tardígrados (Pilato, 1979). Junto a la dispersión pasiva, la criptobiosis y la autofecundación constituyen mecanismos que les confieren éxito a los tardígrados que viven en ambientes aislados e inestables (Bertolani, 2001). Sin embargo, es la partenogénesis la estrategia reproductiva más difundida entre los tardígrados limnoterrestres (Kinchin, 1994), dado que permite el desarrollo de poblaciones de tardígrados a partir de un huevo o un individuo que coloniza un nuevo lugar (Glime, 2010). En ese sentido, la presencia de *Macrobotus sp* y *Paramacrobotus areolatus* en Doblas podría explicarse por la dispersión pasiva. A pesar de que Doblas presenta el mayor promedio anual de precipitaciones de las tres localidades, situación que favorece condiciones de humedad, la presencia de los macrobióticos en esta localidad podría considerarse fortuita. Al parecer, los factores ambientales, demográficos, geográficos, en conjunto con factores intrínsecos de los tardígrados (como la partenogénesis) no constituyen condiciones adecuadas que favorezcan al desarrollo de las poblaciones de los macrobiótidos en esta región.

*Milnesium cf. tardigradum* es una especie mundialmente distribuida, y con cierta afinidad a los sitios poluídos. En la ciudad de Santa Rosa, *M. cf. tardigradum* fue la única especie presente en sitios de mayor tránsito vehicular (Peluffo *et al.*, 2000; Peluffo *et al.*, 2007). En General Pico fue la especie dominante en sitios con intenso tránsito vehicular (Moly de Peluffo *et al.*, 2006). Baudino (2010) estudió la diversidad de tardígrados urbanos de plazas y calles de cinco ciudades pampeanas (Alpachiri, Santa Rosa, 25 de Mayo, Caleufú y Victorica) y encontró que *Milnesium* fue el género que dominó en Alpachiri; mientras que en Caleufú y Santa Rosa, presentó una mayor abundancia relativa

en las calles. En este estudio, los máximos valores de abundancia absoluta, densidades absolutas por muestra y densidades relativas, se corresponden a *Milnesium sp.* Este género no sólo se encuentra claramente asociado a las tres localidades estudiadas, sino que además ninguna de las variables por separado ejerce un efecto determinante sobre los milnésidos; sino por el contrario es la conjunción de las distintas variables demográficas, ambientales y las propiedades intrínsecas las que propician la colonización y el desarrollo de las poblaciones de *Milnesium sp.* en las tres localidades. En ese sentido, como lo indica el análisis de correspondencia canónica, la taxocenosis de las tres localidades está dominada por un único género ubicuo; con una alta tolerancia a las condiciones reinantes de la región.

La diversidad de tardígrados de las tres localidades de la Región Oriental de la Pampa estuvo claramente dominada por los milnésidos, por lo que el proceso de Homogenización Biótica se extendería a la fauna de tardígrados de las localidades analizadas.

Este análisis exploratorio representa una pequeña contribución al conocimiento de la tolerancia de los organismos a determinadas condiciones ambientales, demográficas y socio-económicas. A partir de dicho análisis se generen nuevos interrogantes, entre ellos surge la necesidad de verificar la dinámica de la fauna de tardígrados de la región más acabadamente. Estudios posteriores permitirán responder a objetivos más específicos acerca del comportamiento de los tardígrados en ecosistemas urbanos.

## **BIBLIOGRAFÍA CITADA**

- Alberti, M., Marzluff, J.M., Shulenberger, E., Bradley, G., Ryan, C., Zumbrunnen, C., 2003. Integrating Humans into Ecology: Opportunities and Challenges for Studying Urban Ecosystems. *BioScience* 53 (12): 1169-1179.
- Alberti, M. & Marzluff, J.M., 2004. Ecological resilience in urban ecosystems: Linking urban patterns to human and ecological functions. *Urban Ecosystems*, 7: 241-265.
- Baas-Becking L.G.M., 1934. Geobiologie of inleiding tot de milieukunde. W.P. van Stockum and Zoon, *The Hague*.
- Baudino, M.C., 2010. Diversidad de tardígrados urbanos en la provincia de La Pampa, Argentina. *Tesis de Grado, Universidad Nacional de La pampa, Argentina*. 20pp.
- Bertolani, R., 2001. Evolution of the reproductive mechanism in tardigrades – a review. *Zool.Anz*, 240 (3-4): 247-252.
- Blanco, A.M., 2011. Análisis de la riqueza y abundancia de tardígrados en la zona periurbana de la ciudad de La Plata, provincia de Buenos Aires. *Tesis de Grado, Universidad Nacional de La pampa, Argentina*. 19pp.
- Claps, M.C. & Rossi, G.C., 1997. Tardígrados de Uruguay, con descripción de dos nuevas especies (Echiniscidae, Macrobiotidae). *Iheringia*, (83): 17-22.
- Faggi, A., Perepelizin, P.V., 2006. Riqueza de aves a lo largo de un gradiente de urbanización en la ciudad de Buenos Aires. *Rev. Mus. Argentino Cienc Nat.*, n.s., 8: 289-297.
- Fenchel, T., Finlay, B.J., 2004. The ubiquity of small species: patterns of local and global diversity. *BioScience*, 54: 777-784.
- Glime, J., 2010. Bryophytes Ecology. Vol II. Cap 5-1. [Online] URL: <http://www.bryoecol.mtu.edu/>
- Guil, N., Cabrero-Sañudo, F., 2007. Analysis of the species description process for a little known invertebrate group: the limnoterrestrial tardigrades (Bilateria, Tardigrada). *Biodiversity and Conservation*, 16: 1063-1086.
- Guil, N., Hortal, J., Moreno-Sánchez, S., Machordom, A., 2008a. Effects of macro and micro-environmental factors on the species richness of terrestrial tardigrade assemblages in a Iberian mountain environment. *Landscape Ecol.*
- Guil, N., Sánchez-Moreno, S., Machordom, A., 2008b. Local Biodiversity patterns in micrometazoans: Are tardigrades everywhere? *Systematic Biodiversity*. 1-10.
- Hammer, O., Harper, D. & Ryan, P., 2001. PAST: paleontological statistics software for education and data analysis. *Paleontología Electrónica* 4: 1-9.

- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; Universidad Nacional de La Pampa. Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa., 1980. Primera Edición. [Online] URL: <http://www.lapampa.edu.ar/recursosnaturales/>
- Johansson, C., Calloway, S., Miller, W. R., Linder, E.T., 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.
- Jönsson I., 2003. Causes and consequences of excess resistance in cryptobiotic metazoans. *Physiol Biochem Zool.*; 76:429-35.
- Jost, L., 2006. Entropy and diversity. *Oikos*, 113: 363-374. [Online] URL: <http://www.loujost.com/>
- Kellogg, C.A., Griffin, D.W., 2006. Aerobiology and the global transport of desert dust. *Trends in Ecology and Evolution*, 21: 638-644.
- Kinchin, I. M., 1994. The Biology of Tardigrades. Balckwell Publishing Co., London. 186 pp.
- Kinzig, A.P., Warren, P., Martin C., Hope D., Katti M., 2005. The effects of human socio-economic status and cultural characteristics on urban patterns of biodiversity. *Ecology and Society*, 10(1): 23. [Online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vo110/iss1/art23/>
- Magurran, A.E., 2004. Measuring Biological Diversity. Ediciones Blackwell. Oxford.
- Mc Kinney, M.L. & Lockwood, J. L., 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., Uetz, G.W., Snider, J.A., 1985. Variation in Epiphytic Microcommunities (Tardigrade-Lichen-Bryophyte Assemblages) of the Cincinnati, Ohio Area. *Urban Ecology*, 9: 45-61.
- 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.
- 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.
- Nickel, K., Miller, W.R. & Marley, N., 2001. Tardigrades of South America: Machu Picchu and Ollantaytambo, Peru. *Zoologischer Anzeiger*, 240: 505-509.
- Oke, TR., 1987. Boundary Layer Climates. London: Methuen.
- Olden, J.D. & Poff, L.N., 2004a. Clarifying biotic homogenization. *TRENDS in Ecology and Evolution* Vol.19 No.6 June 2004.

- Olden, J.D. & Rooney, T.P., 2006. On defining and quantifying biotic homogenization. *Global Ecology and Biogeography*, 15: 113-120.
- Peluffo, J.R. (MS). Impacto de la Urbanización sobre la Taxocenosis de Tardígrados de comunidades Epifíticas. Proyecto de Investigación CN N° 204, FCEyN, UNLPam, 22 pp.
- 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.
- Pilato, G., 1979. Correlations between cryptobiosis and other biological characteristics in some soil animals. *Boll. Zool*, 46:319-332.
- Pilato, G., Binda, M.G., Lisi, O., 2003a. Notes on some tardigrades from Central Africa, with the description of a new species of Hypsibiidae. *Zootaxa*, 241: 1-7.
- Ramazzotti, G. & Maucci, W., 1983. Il Phylum Tardigrada. Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia, 41: 1-1012.
- Savard, J.P.L., Clergeau, P., Mennechez, G., 2000. Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning*, 48: 131-142.
- StatSoft, Inc., 2003. **STATISTICA** (data analysis software system), Versión 7.0. [Online] URL: <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 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: 699- 724.
- United Nations Environment Programme., 2002. State of the Environmental and Policy Retrospective: 1972-2002. [Online] URL: <http://www.un.org/esa/population/publications/wup2003/2003WUPHighlights.pdf>
- United Nations., 2003. Population division World Urbanization Prospects: The 2003 Revision, UN Department of Economic and Social Affairs. [Online] URL: [http://geocompendium.grid.unep.ch/geo3\\_report/pdfs/Chapter%20%20Urban.pdf](http://geocompendium.grid.unep.ch/geo3_report/pdfs/Chapter%20%20Urban.pdf)
- Vargha, B., Otvos, E., Tuba, Z., 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.