



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMIA E INGENIERIA FORESTAL
DIRECCION DE INVESTIGACION Y POSTGRADO
MAGISTER EN RECURSOS NATURALES

*DIVERSIDAD BIOLOGICA Y GENÉTICA DE MICROARTRÓPODOS EDÁFICOS
ASOCIADOS A CULTIVOS DE VID EN CHILE CENTRAL*

Tesis presentada como requisito para optar al grado de:

Magíster en Recursos Naturales

Por:

Milena Carpio Mamani

Comité de Tesis

Profesor Guía: Dr. Eduardo Arellano
Profesores Informantes:
Dra. Juliana Vianna
Dra. Marlene Rosales

Setiembre 2021
Santiago-Chile

Agradecimientos

En primer lugar, deseo agradecer al proyecto FIC Integración de la biodiversidad a la Fruticultura Regional de Región de O'Higgins (Código IDI: 30428004-0), que permitieron financiar y realizar el presente estudio. Center of Applied Ecology and Sustainability (CAPES) la oportunidad de realizar esta investigación y a ANID PIA/BASAL FB0002 por el financiamiento, y al programa de Magíster en Recursos Naturales de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Gracias a su cuerpo docente y administrativo por el apoyo y asesoría que incentivaron para la culminación del presente proyecto.

Mi más sincero agradecimiento para el profesor guía al Dr. Eduardo Arellano, por el asesoramiento, por la paciencia y gran disponibilidad para orientar el presente estudio, su gran experiencia como académico y profesional que aportaron en gran manera a mi desarrollo profesional.

Agradezco también de manera a la Dra. Juliana Viana; por su buena disposición y por brindarme todo el asesoramiento necesario para la terminación del magister y el desarrollo del presente estudio.

Gracias a la Dra. Marlene Rosales por sus aportes y por haberme apoyado en la estandarización de los protocolos usados para el desarrollo del trabajo.

De manera especial agradecer a Daniela Doussang y Bárbara Ramos integrantes del laboratorio de genética molecular de la UC, y a Nadia Rojas, por su apoyo y asesoría.

Dedicatoria

A mi familia, por todo su apoyo.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
2. MATERIALES Y MÉTODOS	9
2.1 Área de Estudio	9
2.2 Muestreo	12
2.2.1 Caracterizar la diversidad biológica de microartrópodos edáficos asociados a viñedos con manejo orgánico y convencional	12
2.2.2 Relaciones entre los principales grupos de microartrópodos edáficos en viñedos con manejo orgánico y convencional	14
2.2.3 Caracterizar la diversidad genética de oribátidos asociados a viñedos con manejo orgánico y convencional	16
3. RESULTADOS	18
3.1 Caracterización de la diversidad biológica de microartrópodos edáficos asociados a viñedos con manejo orgánico y convencional	18
3.2 Relaciones entre los principales grupos de microartrópodos edáficos en viñedos con manejo orgánico y convencional	28
3.3 Caracterizar la diversidad genética de oribátidos asociados a viñedos con manejo orgánico y convencional	32
4. DISCUSIÓN	40
4.1 Caracterizar la diversidad biológica de microartrópodos edáficos asociados a viñedos con manejo orgánico y convencional	41
4.2 Relaciones entre principales grupos de microartrópodos	49
4.3 Caracterizar la diversidad genética de oribátidos asociados a viñedos con manejo orgánico y convencional	50
5. CONCLUSIONES	54
6. REFERENCIAS	57
7. ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción los predios muestreados y parámetros fisicoquímicos en viñedos orgánicos y convencionales en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins en Chile Central.	11
Tabla 2 Relación de los principales grupos de microartrópodos como indicadores de sistema.	15
Tabla 3 Taxa de microartrópodos presentes en sistemas de manejo orgánico y convencional; abundancia Absoluta (número de individuos) y abundancia relativa (%).	21
Tabla 4 Índices de biodiversidad de microartrópodos (mean $\pm$ SD) en viñedos con sistemas de manejo orgánico y convencional en la región del Libertador Bernardo O'Higgins en Chile Central.	25
Tabla 5 Relación de principales grupos de microartrópodos en viñedos orgánicos (MO: Robles, Pretilles, Totihue) y convencionales (MC: Maitenco, Lapunta, Santateresa), Control: Nativo.	29
Tabla 6 Índices de diversidad molecular: Tamaño de muestra (N), número de haplotipos (Hap), sitios polimórficos (S), diversidad de haplotipos (h) y nucleótidos (p)	32
Tabla 7 Individuos presentes en viñedos con manejo convencional, orgánico y nativo de viñedos	37
Tabla 8 Individuos incluidos en este estudio. Secuencias extraídas del GenBank	79
Tabla 9 Identificación de oribátidos	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Área de estudio, sistemas agrícolas en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, MO: Robles (RO), Totihue (TT), Pretiles (PT); MC: Maitenco (MA), La punta (LP), Santa Teresa (ST).....	10
Figura 2 Área de muestreo en viñedos con manejo a)convencional b) orgánico	11
Marcador no definido.	
Figura 3 Montaje de embudo Berlese-Tullgren modificado, para la extracción de microartrópodos edáficos	13
Figura 4 Abundancia absoluta de microartrópodos en viñedos: MO: Robles, Pretiles, Totihue. MC: Maitenco, La punta, Santa teresa y Nativo: Cerro Nativo	18
Figura 5 Abundancia de microartrópodos (oribátidos y colémbolos) en viñedos, MO: Robles, Pretiles, Totihue; MC: Maitenco, La punta, Santa Teresa y Nativo: Cerro Nativo	19
Figura 6 Abundancia relativa (%) de microartrópodos (Acari, Collembola, Astigmata, Oribatida, Prostigmata, Gamasida) presentes en viñedos con manejo orgánico y convencional; a) Abundancia relativa de Acari y Collembola; b) Astigmata, Prostigmata, Gamasida	22
Figura 7 Abundancia relativa (%) de microartrópodos de Acari: Oribatida, Astigmata, Prostigmata, Gamasida	23
¡Error! Marcador no definido.	
Figura 8 Boxplot de abundancia de microartrópodos según la taxa y el tipo de manejo del sistema: a) Acari ($p>0.05$), b) Collembola ($p<0.01$); c) Oribatida ($p>0.05$), d) Prostigmata; e) Gamasida; f) Astigmata ($p<0.05$). $p>0.05$: No significativo, $p<0.01$: Significativo	25
Figura 9 Diversidad biológica de microartrópodos (mean $\pm$ SE) a) Riqueza de Taxa, b) Número de individuos, c) Índice de Simpson_1-D, d) Índice de Shannon_H, e) Índice de Margalef, f) Índice de Equitability_J.	26

Figura 10 Dendograma de porcentaje de Similitud de las especies por sitio. Clado1: Robles, Pretilles, Totihue (MO) y Nativo; Clado 2: Maitenco, Lapunta, Santa teresa (MC)	27
Figura 11 Relación de los principales grupos de microartrópodos en cada zona evaluada	34
Figura 12 Boxplot de la relación de los principales microartrópodos: a) Relación A/C, b) Relación O/P, c) Relación O/A, d) Relación A/P. a) significativo $p < 0.05$; b) c) d) no significativos $p > 0.05$.	31
Figura 13 Red de haplotipos obtenida por el método Median Joining Networks a partir de las 61 secuencias de oribatidos, el tamaño de los círculos es proporcional a la frecuencia	33
Figura 14 Distribución de haplotipo en los diferentes sistemas (Orgánico, Convencional y Nativo)	34
Figura 15 Árbol NeighborJoining para la identificación de clados	38
Figura 16 Reconstrucción filogenética bayesiana del orden oribatida. Los valores de de probabilidad posterior se muestran en los nodos	78

Título tesis: Diversidad biológica y genética de microartrópodos edáficos asociados a cultivos de vid en Chile Central.

Autor: Milena Carpio Mamani

ABSTRACT

Milena Carpio Mamani. Biological and genetic diversity of edaphic microarthropods associated with grapevine crops in Central Chile. Thesis, Magíster en Recursos Naturales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 90 pp. Agricultural management causes effects on agroecosystems, altering the characteristics of the soil. Our objective was to determine the biological diversity and genetic diversity of microarthropods associated with organic and conventional vineyards, to establish whether organic management favors the biodiversity of soils and molecular identification of oribatid mites. The extraction of the individuals was realized through the medium of a modified Berlese-Tullgren method and amplified environmental DNA (eDNA). The abundance and richness of taxa had significant differences in vineyards with organic management compared to conventional ones. Furthermore, the relationship between the main groups of Acari and Collembola indicated that both systems are healthy. However, for this study, only agricultural practices did not explain these variations between these systems. Oribatid genetic diversity was high in all systems. Bayesian and Median-Joining Network analysis suggest that the 14 haplotypes identified belonged to the genera of Oppiella, Protoribates, Chamobates, Epilohmannia, Rhysotritia and haplotypes of the family Lohmanniida, which belongs to the suborder Brachypylina and Mixonomata, all appear on the order oribatida, however specific haplotypes were not defined for each manner of handling. Therefore, the biological and genetic diversity of the populations of microarthropods (Oribatida), can be good indicators of the changes that occur in different ecosystems, specifically the genetic diversity can be considered as an indicator of soil alteration, allowing us to determine its level of productivity, making them sustainable over time, helping to maintain biodiversity in these systems.

Keywords: Edaphic microarthropods, agricultural management, genetic diversity, ecosystems

1. INTRODUCCIÓN

La intensificación agrícola es considerada como el mayor agente de perturbación ambiental del último siglo por los daños que ha generado en la estructura del suelo y en la productividad de los cultivos (Flores & Sarandón, 2014; Flores & Sarandón, 2014; Tuck et al., 2014). Una agricultura intensiva no solo modifica las propiedades fisicoquímicas del suelo como la porosidad, densidad aparente, infiltración y humedad (Arriaga et al., 2017), sino que también afecta las distintas funciones químicas como la retención de C, los ciclos de N y P; lo que desencadena erosión del suelo, disminución de la materia orgánica y pérdida de microhábitats, y que consecuentemente impacta la abundancia y diversidad de los organismos que habitan en el suelo (Tsiafouli et al., 2015; Gruber & Galloway, 2008; Obersteiner et al., 2013).

Entre los organismos del suelo que se han visto altamente afectados por las prácticas agrícolas se mencionan a los microartrópodos (Mandal & Sathyaseelan, 2012; Tao et al., 2016), que se ven influenciados por factores edáficos, variables ambientales, disponibilidad de nutrientes del suelo y cambios antropogénicos incluido el desarrollo urbano y las prácticas agrícolas (Abbas & Parwez, 2019). Los microartrópodos son considerados como reguladores biológicos claves en las cadenas tróficas del suelo (Coleman & Wall, 2015); debido a que son capaces de regular las poblaciones de hongos, bacterias y algunos nematodos. (Bardgett, 2005, Renker et al., 2005). Además, intervienen en el ciclo de nutrientes; contribuyendo en la edafogénesis del suelo (Whalen & Sampedro, 2010), también mejora la fertilidad (Gerg & Hufnagel, 2016), produce desintoxicación de contaminantes (De Vries et al., 2013); y favorece la estructura del suelo (Verhoef, 2004, Zhu et al., 2015); por fragmentar e incorporar la materia orgánica (Coleman & Wall, 2015), lo que contribuye a la formación de macro y microagregados del suelo (Maaß et al., 2015).

Además, de las diferentes funciones que cumplen los microartrópodos, también presentan características biológicas que los proponen como excelentes indicadores biológicos de la calidad y salud de los ecosistemas, como por ejemplo su pequeño

tamaño, preferencias ecológicas variadas, fecundidad relativamente alta y facilidad de muestreo; (Gerlach et al., 2013; George et al 2017); incluyendo además algunos géneros y especies que se caracterizan por ser sensibles a las perturbaciones antrópicas, por ocasionar cambios en su composición, abundancia y diversidad (Alves et al., 2014; Wang et al., 2015; Austruy et al., 2016; Manu et al., 2017), que están influenciados por factores edáficos, variables ambientales, disponibilidad de nutrientes del suelo y cambios antropogénicos incluido el desarrollo urbano y las prácticas agrícolas (Abbas & Parwez, 2019). Entre los grupos de microartrópodos más abundantes en los sistemas terrestres y empleados como bioindicadores de la salud de los ecosistemas se incluyen los Acarí y Collembola (Seastedt, 1984; Maaß et al., 2015; Coleman & Hall, 2015).

El grupo collembola tiene alta sensibilidad a los factores ambientales (Jucevica & Melecis, 2006; Alatalo et al., 2015; Yan et al., 2015), además tienen una amplia distribución desde el trópico hasta el ártico, en bosques, praderas, desierto y en todo del perfil del suelo (Coleman et al., 2018). De igual forma, el grupo Acarí (o ácaros) se encuentra distribuidos en todos los hábitats terrestres (Schneider et al., 2014). Sin embargo, a pesar de que los colémbolos y los ácaros pueden diferir en una variedad de rasgos ecológicos como movilidad, productividad y el nivel de tolerancia a condiciones abióticas (Maraun et al., 2003; Lindberg & Bengtsson, 2005); Ambos se agrupan en el mismo nivel trófico (Wallwork, 1970; Kaneko et al., 1995); y su relación Acari/Collembola ha sido utilizada para determinar el grado de perturbación, fertilidad y estabilidad del medio edáfico (Mateos, 1992). Aunque, también por separado ambos grupos pueden brindar información de la contaminación química, metales pesados y la perturbación en la sucesión de procesos de descomposición del suelo (Lebrun & van Straalen, 1995); como ocurre con los ácaros oribátidos.

Los oribátidos son el grupo de microartrópodos más numeroso y diverso (Heidemann et al., 2014); por lo que son útiles para determinar los cambios en el suelo (Behan-Pelletier, 1999); dado que su número suele reducirse en suelos perturbados como consecuencia de los manejos empleados (Coleman, 2018). Lo que ha llevado a que sean considerados indicadores biológicos del suelo cuando se les identifica en altos niveles taxonómicos (Gulsvik, 2007; Meehan et al., 2019); Siendo entonces los enfoque moleculares una de las mejores alternativas al momento de realizar la identificación de especies y evaluar la

diversidad genética de los principales linajes de los microartrópodos (Coleman, 1994a; Morrien, 2016; Dabert et al., 2010; Zhang et al. 2014).

En este sentido, la evaluación de la diversidad genética y biológica de los microartrópodos, específicamente los oribátidos se presenta como una herramienta importante dentro de la conservación y restauración de los hábitats, dado que permite mejorar la comprensión de la interacción entre evolución, ecología y adaptación que han sufrido los organismos del suelo por los cambios ambientales originados principalmente por las prácticas antropogénicas como ocurre por ejemplo con las prácticas agrícolas y donde se ha encontrado una variabilidad de riqueza y diversidad biológica de los suelos (Tarberl et al., 2016; Hugues et al., 2008). Pero a pesar de las evidencias expuestas aún existe una ausencia de información sobre el tema en países con alta producción y extensión agrícola, como es el caso de Chile.

Han sido diversos los estudios sobre los microartrópodos y/o Oribátidos en Chile (Ermilov, 2019-2020; Norton & Ermilov, 2019; Zuniga-Reinoso et al., 2013; Jorge et al., 1992); pero la mayoría de estos estudios han estado enfocados en la contribución del conocimiento de nuevas especies y generalmente en sistemas desérticos, pero no se ha evaluado la diversidad biológica y genética en suelos agrícolas y muchos menos en cultivos con extensiones importante en casi todas las regiones de Chile, como lo son las Viñas y que actualmente presenta una extensión de 137.191,12 hectáreas (Odepa, 2019). Además, de ser uno de los frutales en Chile con el mayor aumento en el cambio de manejo convencional a orgánico y que responde no solo a la demanda y requisitos requeridos por el comercio internacional que solicitan certificación orgánica, sino también por el consumo interno del país que está siendo cada vez más relevante, debido a cambios en los hábitos de consumo (Odepa, 2019).

Por lo tanto, al comparar estas evidencias se hace necesario conocer la diversidad genética y biológica que ocurren en las poblaciones de microartrópodos en los suelos de viñas por efecto de manejos orgánicos y convencionales en Chile Central, a través del uso de herramientas molecular, enfoques observacionales y experimentales que incorporen aspectos ecológicos y que no solo tienen en cuenta el ecosistema y la especie; y así definir indicadores y umbrales que se puedan utilizar para idear estrategias de conservación del suelo a través del uso de los Oribátidos como bioindicadores.

Hipótesis

Los sistemas de vides bajo manejos orgánicos presentan una mayor diversidad biológica y genética de la comunidad de oribátidos en los suelos, respecto a los de sistema de manejo convencional.

Objetivo General

Determinar la diversidad biológica y genética de microartrópodos edáficos en viñedos orgánicos y convencionales en Chile Central e identificar molecularmente ácaros oribátidos.

Objetivos específicos

1. Determinar la diversidad biológica de microartrópodos edáficos asociados a vides con manejo orgánico y convencional.
2. Determinar las relaciones entre los principales grupos de microartrópodos en suelos de viñedos orgánicos y convencionales.
3. Determinar la diversidad genética poblacional de oribátidos en suelos asociados a viñedos orgánicos y convencionales.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de Estudio

El estudio se llevó a cabo en la región O'Higgins ubicada entre los 33° 51' y 35° 01' de latitud Sur y entre los 70° 02' de longitud Oeste y el Océano Pacífico, en Chile (Fig. 1). Esta región presenta un clima templado-cálido con lluvias invernales (mediterráneo), tiene variaciones por la topografía local, influenciada por factores climáticos como la cercanía al mar, continentalidad y altitud; con una amplitud térmica mayor a 13°C y precipitaciones que fluctúan en 500 – 1000 mm anuales. Presenta plantaciones forestales, frutales, cereales, viñas y parronales; con un 29,5% de la superficie de viñas de Chile. Las zonas de estudio corresponden a seis predios vitícolas en producción, estos comprenden áreas orgánicas y convencionales ubicadas en las comunas de Rancagua, San Francisco de Mostazal, San Vicente de Tahua, Requinoa y Chimbarongo

(Tabla 1). Se tomaron muestras de suelo en un área con vegetación nativa para obtener valores de referencia.

Caracterización de suelos

Los análisis de suelos abarcaron parámetros de materia orgánica (MO), relación C/N, textura de suelo, y porcentajes de arena, limo y arcilla, determinación de la textura y medición de pH. Todas las técnicas para los parámetros físicos y químicos se basaron en los métodos de análisis de tejidos vegetales (Sadzawka et al., 2004), en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago-Chile.

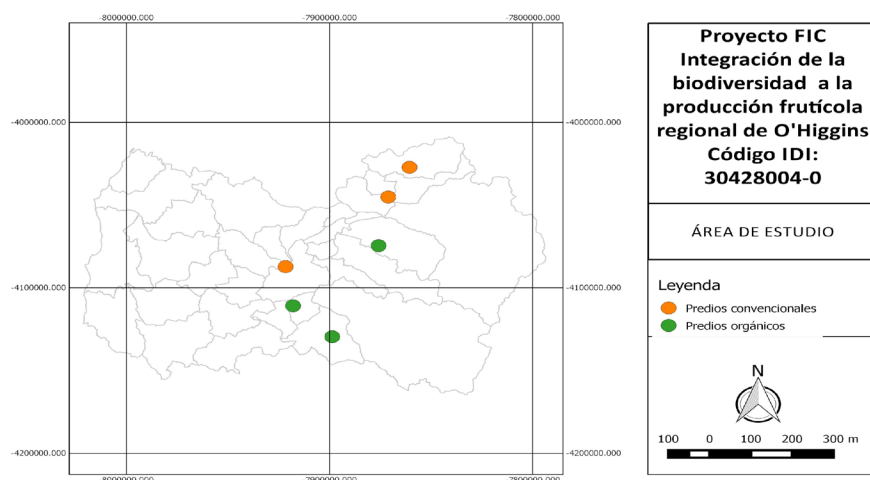


Figura 1. Área de estudio, sistemas agrícolas en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins. MO: Robles (RO), Totihue (TT), Pretiles (PT); MC: Maitenco (MA), La punta (LP), Santa Teresa (ST)

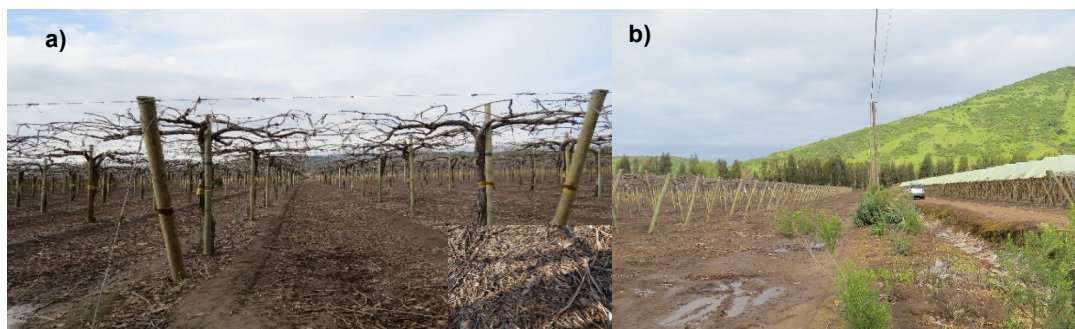


Figura 1. Área de muestreo en viñedos con manejo; a) convencional b) orgánico

Tabla 1.

Descripción los predios muestreados y parámetros fisicoquímicos en viñedos orgánicos y convencionales en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins en Chile Central.

N°	Sitio	Código	Comuna	Latitud	Longitud	Cultivo	Tipo de Manejo	Textura	MO (%)	C/N	pH	Arena %	Limo %	Arcilla %
1	Robles	RO-O	San Fernando	-34.607928	-71.128673	Vid	Orgánico (MO)	Arcillosa limosa	3.92	11.28	6.12	16	41.3	42.7
2	Pretilles	PT-O	Chimbarongo	-34.607928	-71.128673	Vid	Orgánico (MO)	Franca	3.08	10.8	6.11	30	44	26
3	Totihue	TT-O	Requinoa	-34.341029	-70.749563	Vid	Orgánico (MO)	Franca Limosa	3.47	10.5	6.23	47	32	21
4	Maitenco	MA-C	San Vicente de Tahua	-34.448522	-71.16639	Vid	Convencional (MC)	Franca Arcillosa	2.41	9.32	6.67	22	47.3	30.7
5	La punta	LP-C	San Francisco de Mostazal	-33.983765	-70.615535	Vid	Convencional (MC)	Franca Arcilloso limoso	3.41	9.35	7.14	18	48	34
6	Santa teresa	SA-C	Rancagua	-34.120823	-70.706762	Vid	Convencional (MC)	Franca	2.82	9.51	6.69	24	45.3	30.7

Tipo Manejo: Manejo Orgánico (MO) y Manejo Convencional (MC)

2.2 Muestreo

2.2.1 Caracterizar la diversidad biológica de microartrópodos edáficos asociados a viñedos con manejo orgánico y convencional

Para el estudio de biodiversidad biológica de microartrópodos edáficos, se realizó un muestreo aleatorio simple con tres repeticiones por cada tipo de manejo en cuarteles bajo manejo orgánico y convencional seleccionados dentro de los predios mencionados (Tabla 1). Los criterios de selección eran predios en producción bajo certificación orgánica o manejo convencional. El manejo convencional se basa en el uso de agroquímicos y medidas culturales para el control de plagas y enfermedades, usan fertilizantes químicos para la fertilización, algunos tienen medidas para reducir la compactación del suelo y algunas áreas destinadas para la conservación de biodiversidad. En los predios con manejo orgánico se basa en uso sólo de productos naturales, compost, manejo de biosólidos, cubiertas de cultivos, usan restos de poda para el restablecimiento de materia orgánica, además los fertilizantes que se utilizan son de origen orgánico, para el control de plagas y enfermedades hace uso del control biológico como introducción de insectos benéficos, técnicas culturales, tienen destinada áreas para la conservación de biodiversidad, no se emplean fertilizantes sintéticos, ni pesticidas, ni variedades genéticamente modificadas en el proceso del cultivo.

La zona de muestreo corresponde a un área de aproximadamente de 1 ha, el periodo de muestreo fue en los meses de julio a septiembre de 2017. Las muestras fueron tomadas a una profundidad entre 0 a 15 cm de la capa superficial del suelo usando un barreno estándar de aproximadamente 120 cm³ de volumen; se tomó aproximadamente 100 g de suelo fresco que posteriormente se llevaron al laboratorio de suelos. Para realizar la extracción y separación de microartrópodos se utilizó el método de Berlese-Tullgren modificado (Wallwork, 1976, Winter & Behan-Pelletier, 2007; Karyanto et al., 2008). Dentro de las 24 h de la recolección en campo, cada muestra se colocó por separado en un embudo con bombillas estándar durante 7 días. Los microartrópodos fueron recolectados de los embudos y se conservaron en etanol absoluto a fin conservar adecuadamente y de no alterar el ADN, luego fueron contados e identificados utilizando un estereoscopio y microscopio óptico de luz se realizó la identificación taxonómica hasta

nivel de orden mediante claves de identificación (Artigas, 1994, Momo & Falco, 2003), no se realizó una identificación taxonómica más profunda.

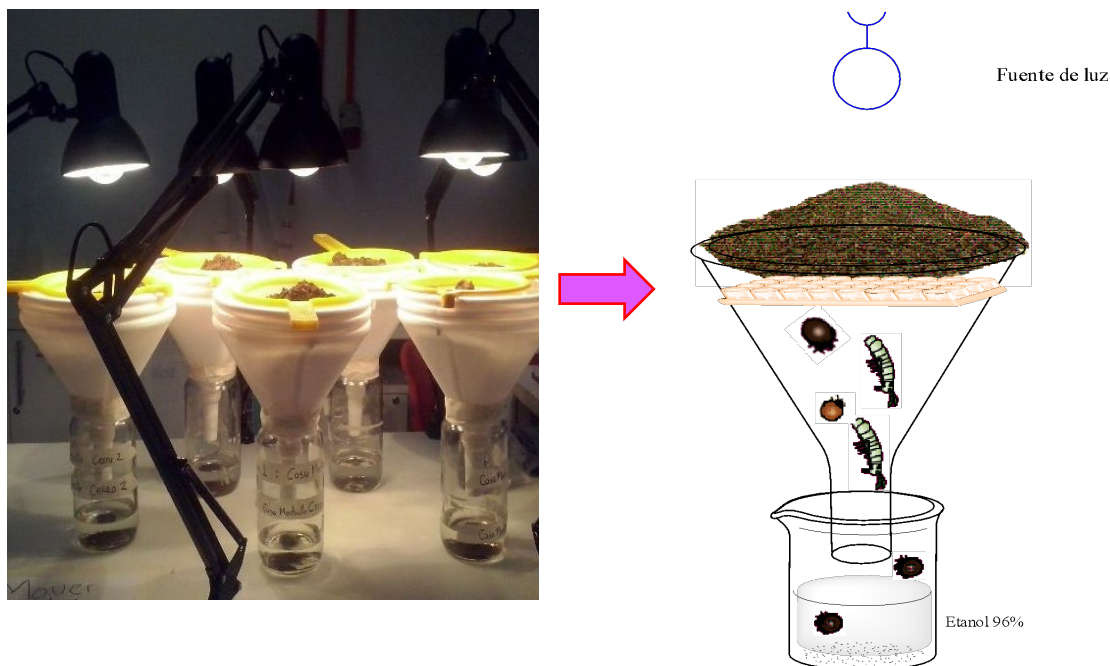


Figura 3. Montaje de embudo Berlese-Tullgren modificado, para la extracción de microartrópodos edáficos

Posteriormente se determinó la abundancia, riqueza de taxas, se determinaron los índices de biodiversidad como índice de Shannon (H'), Simpson ($1-D$), Margalef, para determinar similitud y equidad entre sitios, también se consideró índices de Equidad de Pielou (J), y Jaccard (Villareal et al., 2006, George et al., 2017; Çakır & Makineci, 2017; Fujii & Takeda, 2017).

Para determinar diversidad presente de la muestra se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') (Whittaker, 1972) e índice de diversidad de Simpson ($1-D$) (Simpson, 1949), para cuantificar el componentes de equitabilidad de la diversidad se utilizó el índice de equidad de Pielou (J), (Pielou, 1975), para medir el grado de similitud se utilizó el índice de similaridad de Jaccard (Real & Vargas, 1996). , para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies se utilizó índice de Margalef (Margalef, 1958).

Análisis de datos

Para comprobar la normalidad de los datos se realizó un test de normalidad, pruebas de Shapiro-Wilk, para comparar la variación de las medias entre los tipos de manejo se realizó mediante un análisis de varianza de una vía (ANOVA), posteriormente para comparar medias se realizó través del test de Tukey, para poder verificar las diferencias entre los viñedos con manejo orgánico y convencional. Los análisis se realizaron utilizando software estadístico R versión 3.5.1 (2018-07-02) (<http://www.r-project.org/>) con la biblioteca "vegan".

2.2.2 Relaciones entre los principales grupos de microartrópodos edáficos en viñedos con manejo orgánico y convencional

Para evaluar el efecto de las prácticas de manejo orgánico en la salud del suelo, se tuvo en cuenta, la variación de los parámetros de la comunidad de microartrópodos como indicador de los cambios en la estructura de la biota del suelo, dichos cambios en varios taxas de ácaros (Oribatida, Mesostigmata, Astigmata o Prostigmata), se estudiaron de forma independiente y se evaluó el efecto de la resolución taxonómica de la identificación de diferentes taxas de ácaros (Yang et al., 2015) y su relación con su entorno. En todos los sistemas evaluados, cuando el número de ácaros es superior a las demás taxas (Fig. 6), es necesario determinar la relación que existe entre los principales grupos de ácaros, porque nos permite determinar el estado del suelo, por lo tanto, podría utilizarse como posibles indicadores de la salud del suelo al momento de evaluar sistemas edáficos, porque estos grupos son muy sensibles a cambios ambientales. Los taxones de importancia entre los Ácaros: Oribatida, Prostigmata, Astigmata, posiblemente nos permitan evaluar el estado del sistema, y dilucidar cómo se están desarrollando las interacciones ecológicas en el suelo. Las principales relaciones se dan entre grupos de Acari/Collembola, que se basa en los individuos de las comunidades Acari y Collembola, Oribatida/Astigmata, Oribatida/Prostigmata, Astigmata/Prostigmata (Tabla 2) (Andrés & Mateos, 2006; Bedano et al., 2011; Santorufo et al., 2012; Visioli et al., 2013; Cepeda-Pizarro et al., 2017), se tomó como referencia, los valores correspondientes a suelo Nativo que fueron comparados con los valores obtenidos en suelos con manejo orgánico

y convencional. En la Tabla 5 se determina la relación de los principales grupos de microartrópodos por cada sitio evaluado.

Tabla 2.

Relación de los principales grupos de microartrópodos como indicadores de sistema.

Relación	Indicador	Referencia
<i>Relaciones entre dos grupos principales de microartrópodos</i>		
Acari/ Collembola	➤ Útil para determinar el grado de perturbación.	Maldague, 1961 Bachelier, 1986
	➤ Los ácaros y collembola están directamente relacionados con el equilibrio y la estabilidad de los biotopos, esta relación tiende a disminuir cuando el equilibrio en el suelo es débil.	Mateos, 1992 Jacomini et al., 2000 Visioli et al., 2013 Frimpong et al., 2018
	➤ Valores altos de la relación Acarina / Collembola sugieren una alta calidad del suelo, porque se ha establecido que en los suelos degradados el número de especies de Acarina disminuye.	
	➤ Cuando la relación es favorable para collembola:	
	✓ Indica fertilidad y estabilidad del medio edáfico. ✓ El ecosistema está conservado y es estable.	
	➤ Cuando esta es favorable a los Ácaros	
	✓ Se analizará qué grupo de ácaros está dominando y cuál es su función en el suelo.	

Relaciones entre los grupos principales de ácaros

Oribatida/ Astigmata	➤ Determina el grado de desequilibrio entre las biocenosis edáficas	Karg 1963 Hermosilla & Rubio, 1974 Socorrás & Izquierdo, 2014. Bedano et al., 2011
Oribatida/ Prostigmata	➤ Indicador de la aridez y la oligotrofia	Andrés, 1990 Andrés & Mateos, 2006. Cepeda-Pizarro et al., 2011 Socorrás & Izquierdo, 2014.
Astigmata/ Mesostigmata	➤ Predice la inestabilidad del medio edáfico. ➤ Si hay fuerte presencia de Prostigmata indica inestabilidad del sistema. ➤ El medio esta alterado e inestable.	Bedano et al., 2001 Socorrás, 2013

2.2.3 Caracterizar la diversidad genética de oribátidos asociados a viñedos con manejo orgánico y convencional

Se recolectó un total de 62 individuos del orden Oribatida que fueron recolectados en la caracterización biológica. A partir de estos se procedió a conocer los diferentes individuos de oribátidos.

2.2.3.1 Extracción de ADN, PCR y secuenciación

Para amplificar el gen 18S rDNA se utilizó marcadores universales usados para estudios filogenéticos y por lo tanto para distinguir distintos linajes de ácaros (Murrell et al., 2005; Dabert, et al., 2010). Se realizó la extracción de ADN como se describe en (Tsag Karakov et al., 2007) para cada individuo de la Taxa de Oribatida. Para realizar la PCR y amplificación se utilizó primer forward fw 1230 5' TGAAACTTAAAGGAATTGACG 3' y reverse rev18S 5' TGATCCTTCCGCAGGTTACCT 3' (Dabert et al., 2010); la reacción de PCR se realizó con un volumen de reacción de 40 ul, incluido Buffer 10x, 1.5mM MgCl₂, 2.5 mM, dNTP'S, 0.1 ul ADN, primers, Taq DNA polimerasa (Invitrogen). La PCR se realizó en un termociclador con las siguientes condiciones: con 1 ciclo de 5 min a 95 °C y 35 ciclos de 30 segundos a 95 °C, 30 segundos a 55 °C, 20 segundos a 72 °C, con un paso final de 5 minutos a 72 °C (Dabert et al., 2010). Posteriormente los productos PCR se visualizaron mediante electroforesis en geles de agarosa al 1.5%, los que contenían bandas visibles se mandaron a secuenciar a Macrogen (Seúl, Corea del Sur).

Las secuencias se alinearon mediante el programa Sequencher 5.1. (Gene Codes Corporation, Ann Arbor, MI, USA). Las secuencias editadas se alinearon usando ClustalX v. 2.0.10 (Thompson et al., 1997) Para construir la red y analizar las relaciones entre todos los haplotipos, usamos median joining network (MJN) por Network 5.0 (Bandelt et al., 1999). El análisis bayesiano (BA) se realizó utilizando Mrbayes 3.1.2 (Huelsenbeck & Ronquist, 2001) usando el tipo general de los parámetros del modelo de mejor ajuste definidos para el conjunto de datos. Para crear un árbol usamos figtree v.1.4.3 (Rambaut, 2012). Para determinar la diversidad genética de la taxa de oribatida en los diferentes sistemas de estudios, se estimó la diversidad haplotípica (Hd) (Nei, 1987), y la diversidad nucleotídica (π o p) utilizando el programa arlequin v.3.5.2.2 (Excoffier et al., 2005), los sitios polimórficos y los haplotipos fueron identificados por el programa DnaSP v. 5.0 (Librado & Rozas, 2009).

3. RESULTADOS

3.1 Caracterización de la diversidad biológica de microartrópodos edáficos asociados a viñedos con manejo orgánico y convencional

Se caracterizó la estructura de la comunidad de microartrópodos en sistemas con manejo orgánico y convencional, además se evaluó cada predio considerando la diversidad de especies, abundancia absoluta e índices de biodiversidad. Según la caracterización de los sistemas, nuestros resultados indica que se encontró 20 taxones de microartrópodos (Tabla 3), y que se registró una abundancia mínimamente mayor de individuos en el predio de la punta (LP-C), correspondiente a suelo de manejo convencional, sin embargo, la mayor riqueza de taxones se registró en los robles (RO-O) predio correspondiente a un tipo de manejo orgánico (Tabla 3). Aunque se determinó una abundancia similar entre algunos suelos de manejo convencional y orgánico, la estructura de la comunidad de microartrópodos y el número de individuos de cada taxa fue diferente (Fig. 4) en todos los predios evaluados de la Región Bernardo de O'Higgins en Chile Central.

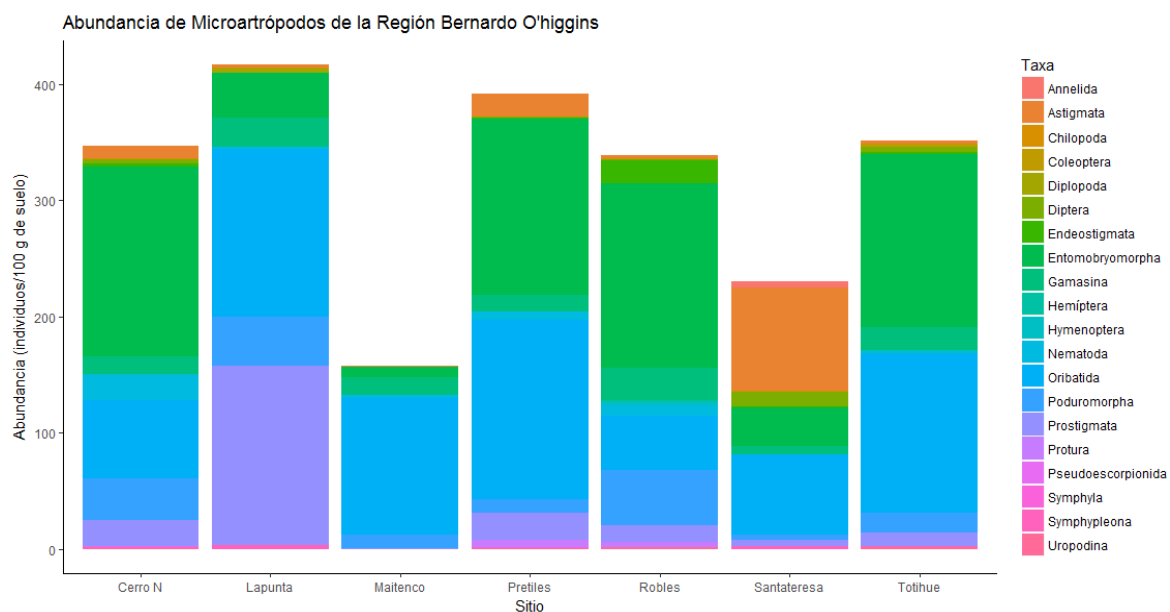


Figura 4. Abundancia absoluta de microartrópodos en viñedos: MO: Robles, Pretiles, Totihue. MC: Maitenco, La punta, Santa teresa y Nativo: Cerro Nativo

Los grupos que predominaron en la mayoría de los predios evaluados son los grupos de Acarí y Collembola (Fig. 5), ambos grupos predominaron en los viñedos orgánicos y convencionales. Sin embargo, los ácaros predominaron en viñedos con un tipo de manejo convencional frente a los viñedos de manejo orgánico.

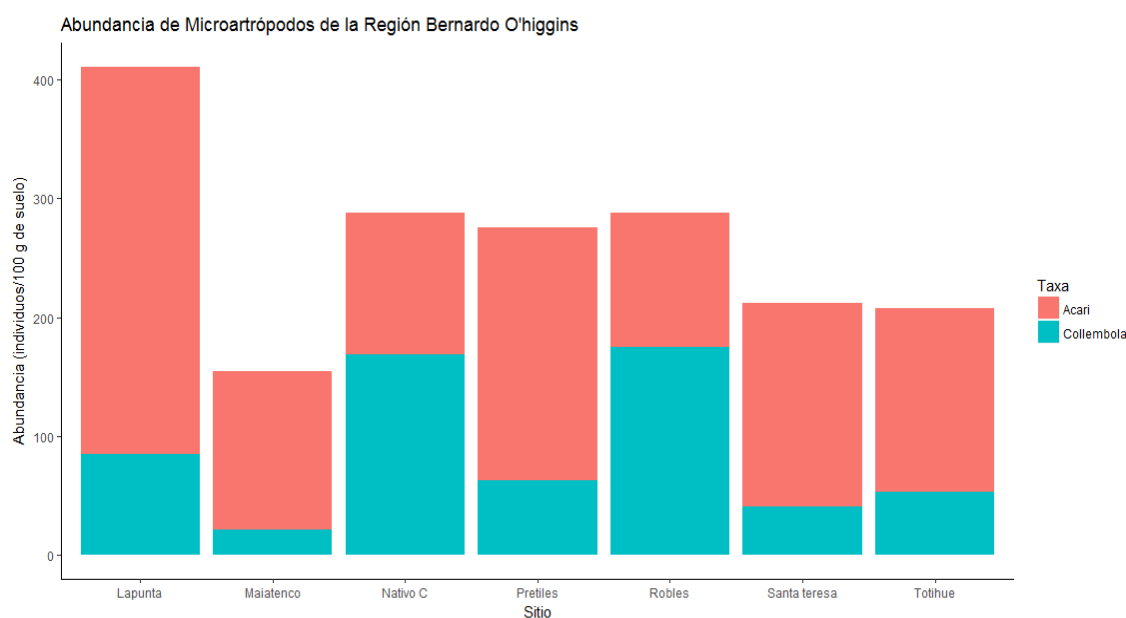


Figura 5. Abundancia de microartrópodos (oribátidos y colémbolos) en viñedos, MO: Robles, Pretiles, Totihue; MC: Maitenco, La punta, Santa Teresa y Nativo: Cerro Nativo

En total se registró 2234 individuos de microartrópodos edáficos, representados principalmente por ácaros y colémbolos que contribuye con un 95.61% (Ácaros: 56.09%, Collembola: 39.52%) a la abundancia total en los viñedos evaluados (Tabla 3); nuestros resultados indican que la taxa de oribátida fueron los individuos más abundantes, contribuyendo con un 32.95% a la abundancia total (Fig. 5).

Analizando las taxas individualmente y considerando toda el área de estudio, podemos señalar que los colémbolos se encontraron en un 78.47% en viñedos con manejo orgánico, y en viñedos con manejo convencional solo un 21.52% (Fig. 6), sin embargo en el caso de ácaros se encontraron una semejanza a los viñedos de manejo orgánico y convencional (55.64%, 44.36% respectivamente), dentro del grupo de ácaros las taxas

correspondientes a Astigmata y Prostigmata se encontraron en mayor porcentaje en suelos con manejo convencional (Astigmata, MC: 14.7% y MO: 5.02%; Prostigmata, MC: 25.4% y MO: 9.8%), sin embargo, las taxas de Oribatida (MO: 68.07%, MC: 52.3%) y Gamasida (MO: 12.65%, MC: 7.44%), predominaron viñedos orgánicos (Fig. 8 b).

Los cambios en la composición de microartrópodos edáficos durante el estudio, fueron diferentes entre sitios (Fig. 7), la proporción de Oribatida y gamasida fue mayor en viñedos orgánicos frente a los viñedos convencionales, Prostigmata y Astigmata fue mayor en viñedos convencionales frente a los viñedos orgánicos.

Acarí fue mayor en viñedos con manejo convencional que en los viñedos con manejo orgánico, sin embargo, no presentó diferencias significativas ($F=0.61$, $p> 0.05$, Fig. 8a), las taxas de Prostigmata ($F=0.53$, $p> 0.05$, Fig. 8d), Astigmata ($F=0.58$, $p> 0.05$, Fig. 8f), tuvo la misma tendencia, siendo más abundantes en suelos viñedos con manejo convencional sin embargo no presentaron diferencia significativa; las taxas Oribátidos ($F=0.05$, $p> 0.05$, Fig. 8c), y Gamasida ($F=0.05$, $p> 0.05$, Fig. 8e), fueron más abundantes en viñedos de manejo orgánico comparado a los de manejo convencional, pero tampoco fue significativo; sin embargo la abundancia de la taxa de Collembola presentó diferencias significativas ($F=36.62$, $p < 0.01$, Fig. 8b).

Tabla 3.

Taxa de microartrópodos presentes en sistemas de manejo orgánico y convencional; abundancia absoluta (número de individuos) y abundancia relativa (%).

Taxa	Abundancia	Abundancia	MANEJO ORGÁNICO						MANEJO CONVENCIONAL						REFERENCIA	
	total	Relativa (%)	RO-O		PT-O		TT-O		MA-C		LP-C		SA-C		Cerro nativo	
	Individuos	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%
Uropodina	6	0.27	2	0.59	1	0.26	2	0.57	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.29
Gamasina	125	5.60	28	8.26	15	3.83	20	5.70	15	9.49	25	6.00	7	3.04	15	4.32
Prostigmata	231	10.34	15	4.42	23	5.87	11	3.13	1	0.63	154	36.93	5	2.17	22	6.34
Endeostigmata	26	1.16	19	5.60	1	0.26	2	0.57	0	0.00	0	0.00	1	0.43	3	0.86
Oribátida	736	32.95	47	13.86	154	39.29	138	39.32	117	74.05	144	34.53	69	30.00	67	19.31
Astigmata	129	5.77	3	0.88	20	5.10	2	0.57	1	0.63	3	0.72	89	38.70	11	3.17
Pseudoescorpionida	1	0.04	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.29
Chilopoda	3	0.13	1	0.29	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.43	1	0.29
Symphyla	1	0.04	0	0.00	1	0.26	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Diplopoda	4	0.18	0	0.00	1	0.26	0	0.00	0	0.00	3	0.72	0	0.00	0	0.00
Entomobryomorpha	703	31.47	159	46.90	151	38.52	149	42.45	9	5.70	39	9.35	33	14.35	163	46.97
Poduromorpha	171	7.65	47	13.86	12	3.06	17	4.84	12	7.59	42	10.07	5	2.17	36	10.37
Symphyleona	9	0.40	0	0.00	0	0.00	1	0.28	0	0.00	4	0.96	3	1.30	1	0.29
Protura	10	0.45	4	1.18	6	1.53	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Hemíptera	2	0.09	2	0.59	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Coleoptera	4	0.18	0	0.00	0	0.00	3	0.85	0	0.00	1	0.24	0	0.00	0	0.00
Diptera	20	0.90	1	0.29	0	0.00	4	1.14	0	0.00	0	0.00	12	5.22	3	0.86
Hymenoptera	5	0.22	2	0.59	0	0.00	2	0.57	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.29
Nematoda	43	1.92	9	2.65	7	1.79	0	0.00	3	1.90	2	0.48	0	0.00	22	6.34
Annelida	5	0.22	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	5	2.17	0	0.00
TOTAL	2234	100	339	100	392	100	351	100	158	100	417	100	230	100	347	100

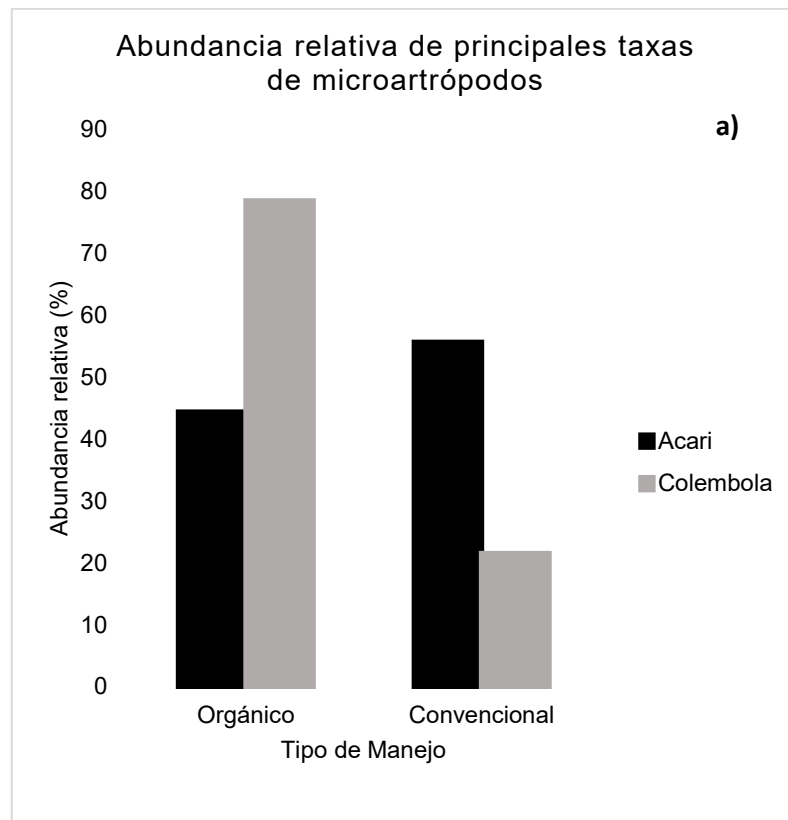


Figura 6. Abundancia relativa (%) de microartrópodos (Acari, Collembola, Astigmata, Oribátida, Prostigmata, Gamasida) presentes en viñedos con manejo orgánico y convencional; a) Abundancia relativa de Acari y Collembola

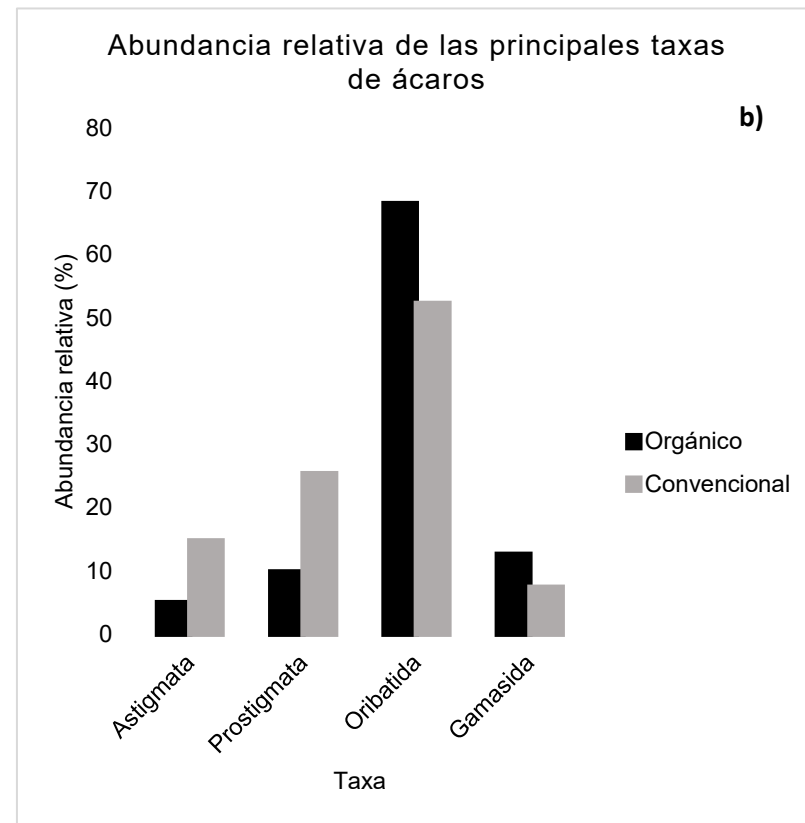


Figura 7. Abundancia relativa (%) de microartrópodos de Acari: Oribatida, Astigmata, Prostigmata, Gamasida

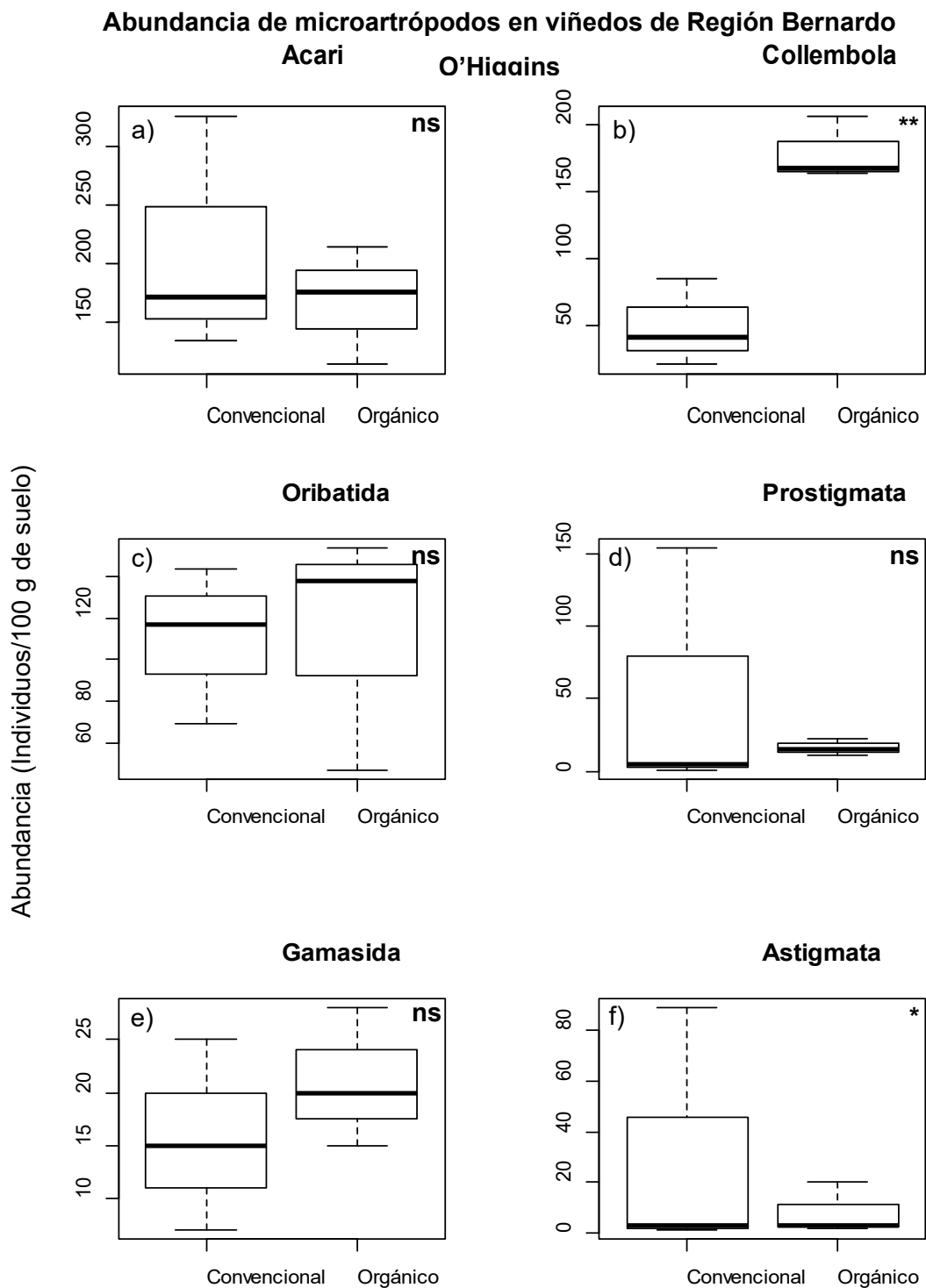


Figura 8. Boxplot de abundancia de microartrópodos según la taxa y el tipo de manejo del sistema: a) Acari (ns), b) Collembola (** $p < 0.01$); c) Oribatida (ns), d) Prostigmata; e) Gamasida; f) Astigmata (* $p < 0.05$). ns: No significativo, * $p < 0.01$: Significativo, ** $p < 0.01$: Altamente Significativo

Índices de biodiversidad

Al realizar una comparación entre los resultados obtenidos en viñedos con manejo orgánico y convencional (Tabla 4) se observa que sólo en riqueza de taxas y el número de individuos dieron resultados estadísticamente significativos. La biodiversidad es el indicador comúnmente utilizado, pero en ocasiones las variables o los índices elegidos no son suficientes para explicar lo que sucede en el sistema, de acuerdo a nuestros resultados podemos aducir que el tipo de manejo orgánico y convencional afectaron a la riqueza de taxas y la abundancia de microartrópodos.

La riqueza de taxones cambia según el tipo de manejo, encontramos diferencias significativas ($F=13.09$, $p<0.05$, Fig. 9a), los viñedos con manejo orgánico tuvieron una mayor riqueza (15 taxas) que los viñedos con manejo convencional (10 taxas). En los viñedos con manejo orgánico presentaron una similitud en el número de taxas; la mayor riqueza de taxas se registró en Robles, predio con un sistema con manejo orgánico. A diferencia de otros parámetros estructurales, la riqueza varió en ambos sistemas de manejo y dependiendo el predio evaluado. Se tuvo la misma tendencia para el número de individuos, los viñedos con manejo orgánico tuvieron un mayor número de individuos que los viñedos de manejo convencional (1082, 805 individuos respectivamente), estadísticamente se encontró diferencias significativas en el número de individuos en ambos sistemas ($F=13.63$, $p<0.05$, Fig. 9b). Sin embargo, para los índices de diversidad de Simpson y Shannon fueron ligeramente mayores en los viñedos con manejo orgánico en comparación a los de manejo convencional, pero no tuvieron diferencias significativas entre ambos sistemas evaluados; el índice de Simpson ($F=3.39$, $P > 0.05$), y el índice de Shannon ($F=0.5135$, $P > 0.05$), los índices de Margalef ($F=4.037$, $p>0.05$) y equitatividad de pielou_J ($F=0.006$, $p>0.05$) no mostró diferencias significativas, aunque siguió la misma tendencia a los resultados anteriores; siendo los valores ligeramente mayores en los viñedos manejo orgánico frente a los de manejo convencional.

Tabla 4.

Índices de biodiversidad de microartrópodos (mean $\pm$ SD) en viñedos con sistemas de manejo orgánico y convencional en la región del Libertador Bernardo O'Higgins en Chile Central.

Parámetro	Orgánico	Convencional
Riqueza de Taxa_S	13 $\pm$ 0.81 ^a	8.6 $\pm$ 1.25 ^b
Individuos	360.67 $\pm$ 22.69 ^a	268.33 $\pm$ 109.15 ^b
Índice de Simpson (1-D)	0.69 $\pm$ 0.03 ^a	0.63 $\pm$ 0.14 ^a
Índice de Shannon (H')	1.52 $\pm$ 0.15 ^a	1.35 $\pm$ 0.3 ^a
Índice de Margalef	2.44 $\pm$ 0.22 ^a	1.71 $\pm$ 0.14 ^a
Índice de Equitability (J)	0.64 $\pm$ 0.04 ^a	0.61 $\pm$ 0.086 ^a

NOTA: Los valores con las letras que difieren son significativas $p < 0.05$, los valores con la misma letra no son estadísticamente significativas

Índices de Biodiversidad en Viñedos orgánicos y convencionales

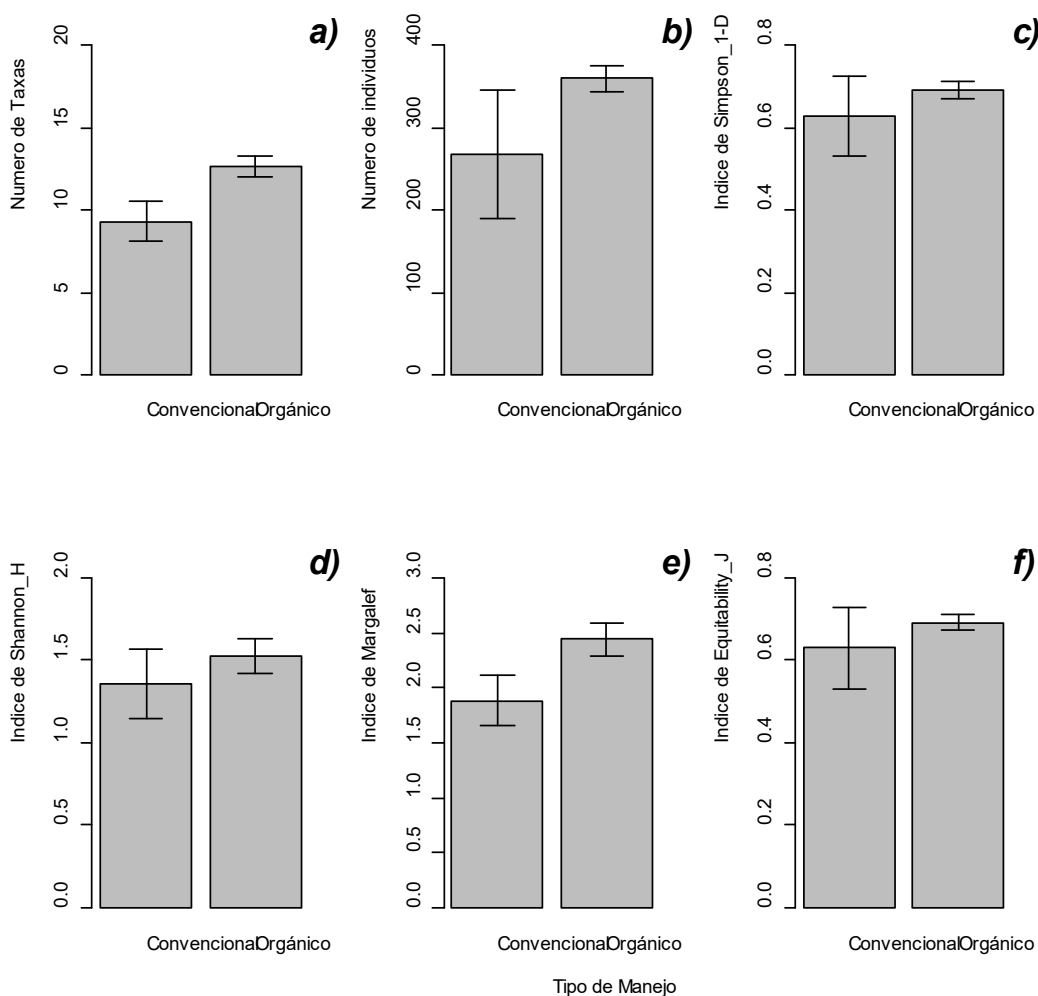


Figura 92. Diversidad biológica de microartrópodos (mean $\pm$ SE) a) Riqueza de Taxa, b) Número de individuos, c) Índice de Simpson_1-D, d) Índice de Shannon_H, e) Índice de Margalef, f) Índice de Equitability_J. Las barras de error indican errores estándar.

El dendrograma correspondiente a la clasificación jerárquica de los diferentes sistemas evaluados, está construido en base al índice de similaridad de Jaccard (Tabla 4, Fig. 10), las diferentes poblaciones de microartrópodos se agrupan en clados; teniendo en cuenta el predios analizados, el dendrograma muestra dos grupos de similitud separados al nivel de 58%, que separa comunidades pertenecientes a viñedos con manejo orgánico y convencional, al mismo tiempo los viñedos orgánico MO (Robles, Totihue, Pretiles) son

similares al 65%, siendo similares al sitio control (Nativo) con una similitud aproximadamente de 75%, el segundo grupo está conformado por viñedos convencionales MC (Maitenco, La punta, Santateresa que tienen una similitud aproximada de más de 55%, esta similitud en el ensamblaje es semejante al encontrado ciertas especies encontradas en una cosecha de manejo convencional, que fue diferente a las especies encontradas en manejo orgánico (Arellano, 2014), y resultados similares encontrados cuando se compara un sistema de hortaliza agroecológico comparada con una hortaliza convencional (Chagnon et al., 2000; Santos, 2016).

Existe una alta similitud entre los grupos de microartrópodos en los viñedos con manejo orgánico (MO) y convencional (MC). El índice de similaridad de Jaccard indica que las estructuras de las comunidades de ambos sistemas son diferentes.

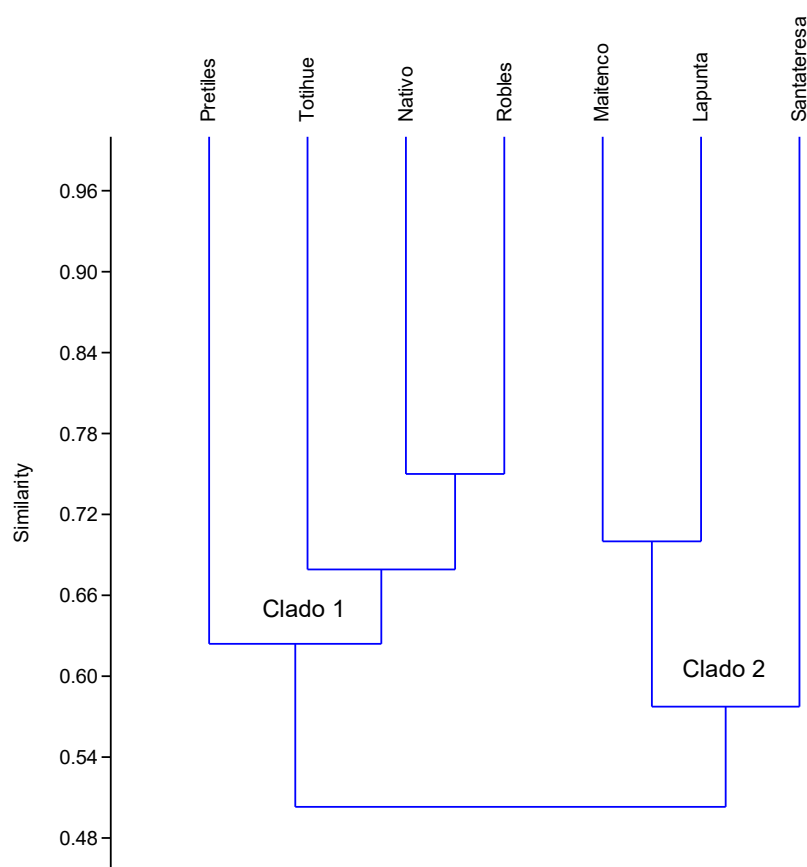


Figura 30. Dendrograma de porcentaje de Similitud de las especies por sitio. Clado1 (MO): Robles, Pretiles, Totihue y Nativo; Clado 2 (MC): Maitenco, La punta, Santa teresa.

3.2 Relaciones entre los principales grupos de microartrópodos edáficos en viñedos con manejo orgánico y convencional

La relación Acari/Collembola (Fig. 11 y Fig. 12) su presencia varía de acuerdo a los diversos equilibrios del sistema edáfico, ambos están relacionados estrechamente con la materia orgánica; nuestros resultados indican que la relación A/C en suelos con manejo orgánico y manejo convencional tuvo diferencias significativas ($F=22.51$, $p<0.05$), esta relación fue ligeramente mayor en suelos con manejo convencional, frente a los de manejo orgánico, esto podría indicar que en casos los suelos son estables, fértiles, con una buena proporción de entrada de nutrientes, sin embargo analizando los sitios como una unidad experimental, podemos notar que en el caso de los Robles (RO) el valor de la relación A/C es similar al sitio de referencia en ambos casos existe una mayor presencia de Colémbolos, frente los ácaros, es indicaría que ambos son suelos altamente fértiles y estables, con un ecosistema conservado, sin embargo esta relación es muy general y es necesario realizar una evaluación muy minuciosa. En todos sitios evaluados a excepción de los robles y del sitio de referencia existe una mayor dominancia de ácaros sobre collembola, por lo tanto, es importante determinar qué grupo de ácaros es el más dominante en cada sistema y si afecta en la salud del sistema.

La relación de Oribatida/Astigmata (Fig. 11 y Fig. 12), existe una relación inversa entre estos individuos, mientras unos aumentan los otros disminuyen, nuestros resultados indican que esta relación fue mayor en viñedos con manejo convencional en comparación a los viñedos con manejo orgánico; pero no hubo diferencias significativas ($F=0.2884$, $p>0.05$), en la mayoría de los sitios, predominó la taxa de oribátidos respecto a la taxa de Astigmata a excepción del predio santa teresa, esto podría indicar que son suelos estables y que en el caso de santa teresa puede tener una ligera perturbación.

La relación Oribátida/Prostigmata (Fig. 11 y Fig. 12), también fue mayor en viñedos con manejo convencional que en viñedos orgánicos, pero no tuvo diferencias significativas ($F=0.9449$, $p=0.4307$), en el caso de la punta la relación A/P fue menor a los otros viñedos con manejo convencional.

La relación entre Astigmata/Mesostigmata (Fig. 11 y Fig. 12), con esta relación se puede predecir la inestabilidad del medio edáfico, en este caso nuestros resultados fueron similares a los obtenidos anteriormente, esta relación fue mayor en viñedos con manejo convencional frente los viñedos con manejo orgánico, al igual que la mayoría de relaciones no tuvo diferencia significativa ($F=1.029$, $p=0.4169$).

Tabla 5.

Relación de principales grupos de microartrópodos en viñedos orgánicos (MO: Robles, Pretiles, Totihue) y convencionales (MC: Maitenco, La punta, Santateresa), Control: Nativo.

Relaciones	Robles	Pretiles	Totihue	Maitenco	La punta	Santateresa	Nativo
Acari /	0.46	1.18	0.95	6.38	3.84	4.15	0.58
Collembola	0.6±0.14	1.17±0.26	1.07±0.15	6.05±0.61	4.47±0.81	4.93± 0.79	0.64±0.08
Oribatida/	15.67	7.7	69	98.68	48	0.78	6.09
Astigmata	16.74±1.11	9.07±1.59	67.61±9.98	7.45±16.10	56.33±7.37	1.88±1.05	7.30±1.33
Oribatida/	3.13	6.7	12.55	69.82	0.94	13.8	3.05
Prostigmata	3.92±0.76	6.67±0.80	13.85±1.23	86.06±14.77	1.77±0.77	13.72±1	3.89±0.96
Astigmata/	0.2	0.87	0.18	1	0.02	17.8	0.5
Mesostigmata	0.33±0.13	0.64±0.20	0.32±0.19	1.57±0.64	0.17±0.24	17.02±0.73	0.63±0.12

Nota: MO: Robles, Pretiles, Totihue; MA: Maitenco, la punta, santa teresa.

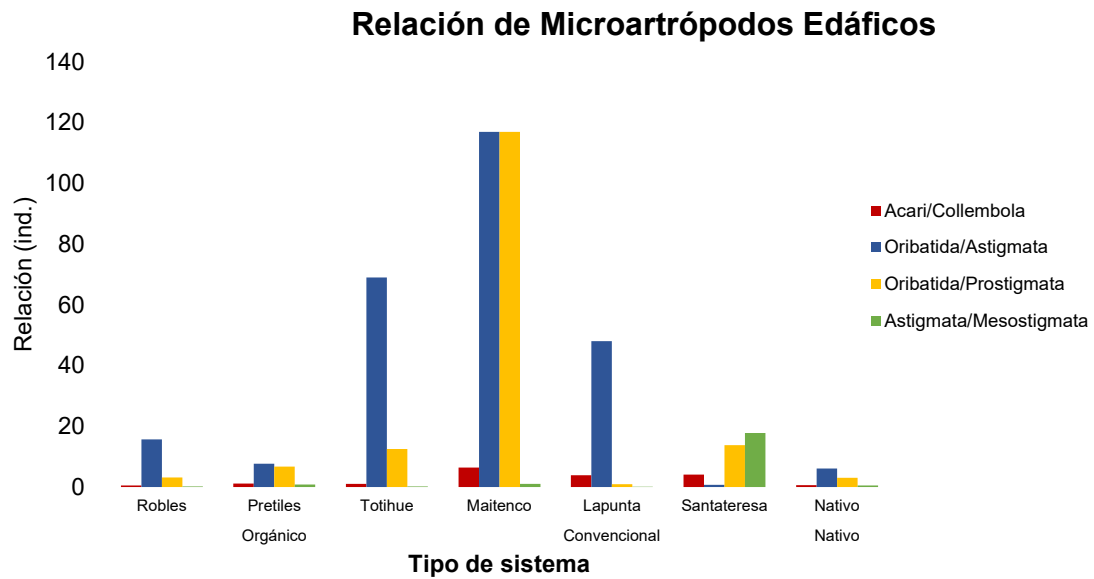


Figura 11. Relación de los principales grupos de microartrópodos en cada zona evaluada.

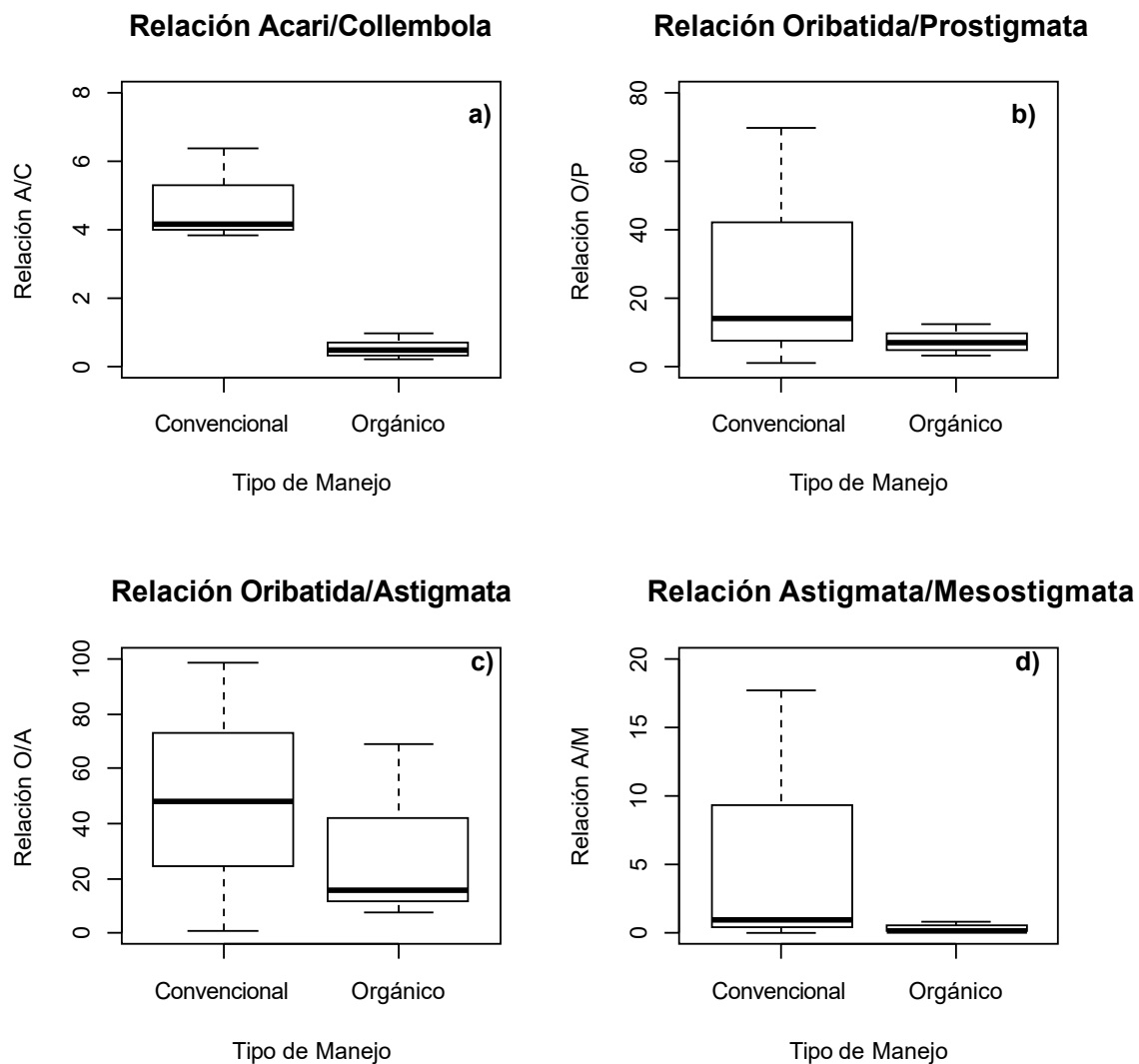


Figura 42. Boxplot de la relación de los principales microartrópodos: a) Relación A/C, b) Relación O/P, c) Relación O/A, d) Relación A/M. a) Significativo $p < 0.05$; b) c) d) no significativos $p > 0.05$.

3.3 Caracterizar la diversidad genética de oribátidos asociados a viñedos con manejo orgánico y convencional

La filogenia molecular basada en el ADN 18S, incluye el análisis genético de un total de 62 individuos de ácaros oribátidos presentes en viñedos orgánicos, convencionales en Chile central.

Se secuenciaron un total de 611 pb, entre las 62 secuencias de ADN, se identificaron 14 haplotipos (Fig. 13) y se identificaron 66 sitios polimórficos. La diversidad genética fue alta para todas localidades (Tabla 6), la diversidad de haplotipos fue de 0.857 ± 0.047 , la diversidad de nucleotídica (p) fue de 0.03848 ± 0.0385 .

Tabla 6.

Índices de diversidad: Tamaño de muestra (N), número de haplotipos (Hap), sitios polimórficos (S), diversidad de haplotipos (h) y nucleótidos (p)

Tipo de manejo	Sitios polimórficos (S)	Número de haplotipos (Hap)	Número de cambios	Diversidad Haplotípica (h)	Diversidad Nucleotídica (p)	Promedio de diferencias
Nativa (N=14)	66	7	73	0.8348 ± 0.0425	0.0379 ± 0.0195	22.933 ± 8.409
Orgánico (N=27)	66	8	73	0.8421 ± 0.0490	0.0395 ± 0.0202	21.667 ± 7.778
Convencional (N=21)	64	6	74	0.857 ± 0.047	0.03848 ± 0.0385	26.846 ± 10.325

Relaciones entre haplotipos

Para investigar más a fondo y visualizar las relaciones genéticas entre los haplotipos se construyó la red de haplotipos con el algoritmo Median Joining. A partir de 62 secuencias iniciales, se obtuvieron 14 haplotipos (Tabla 7; Fig. 13). Los haplotipos Hap8, Hap9, y Hap12 (Fig. 14) fueron exclusivos de la poblaciones de oribátidos que se encontraron en suelos nativos, los haplotipos Hap6, Hap10, Hap13 para suelos con manejo orgánico, los haplotipos Hap1 y Hap11 en suelos con manejo convencional, los haplotipos Hap2, Hap3 y Hap7 fueron compartidos en suelos con manejo orgánico y convencional, el haplotipo Hap4 fue se encontró en suelos nativos y orgánicos, el haplotipo Hap5 fue compartido en suelos nativos y convencionales, el haplotipo Hap14 fue el más abundante y fue compartido en los 3 sistemas. Así como existen haplotipos que se comparten entre individuos de ácaros en oribátidos proveniente en las diferentes zonas de estudio, también hay haplotipos únicos en cada sistema. De acuerdo con las secuencias utilizadas se observa 2 clados definidos que alberga haplotipos que pertenecen al grupo de Brachypylina y Mixonomata.

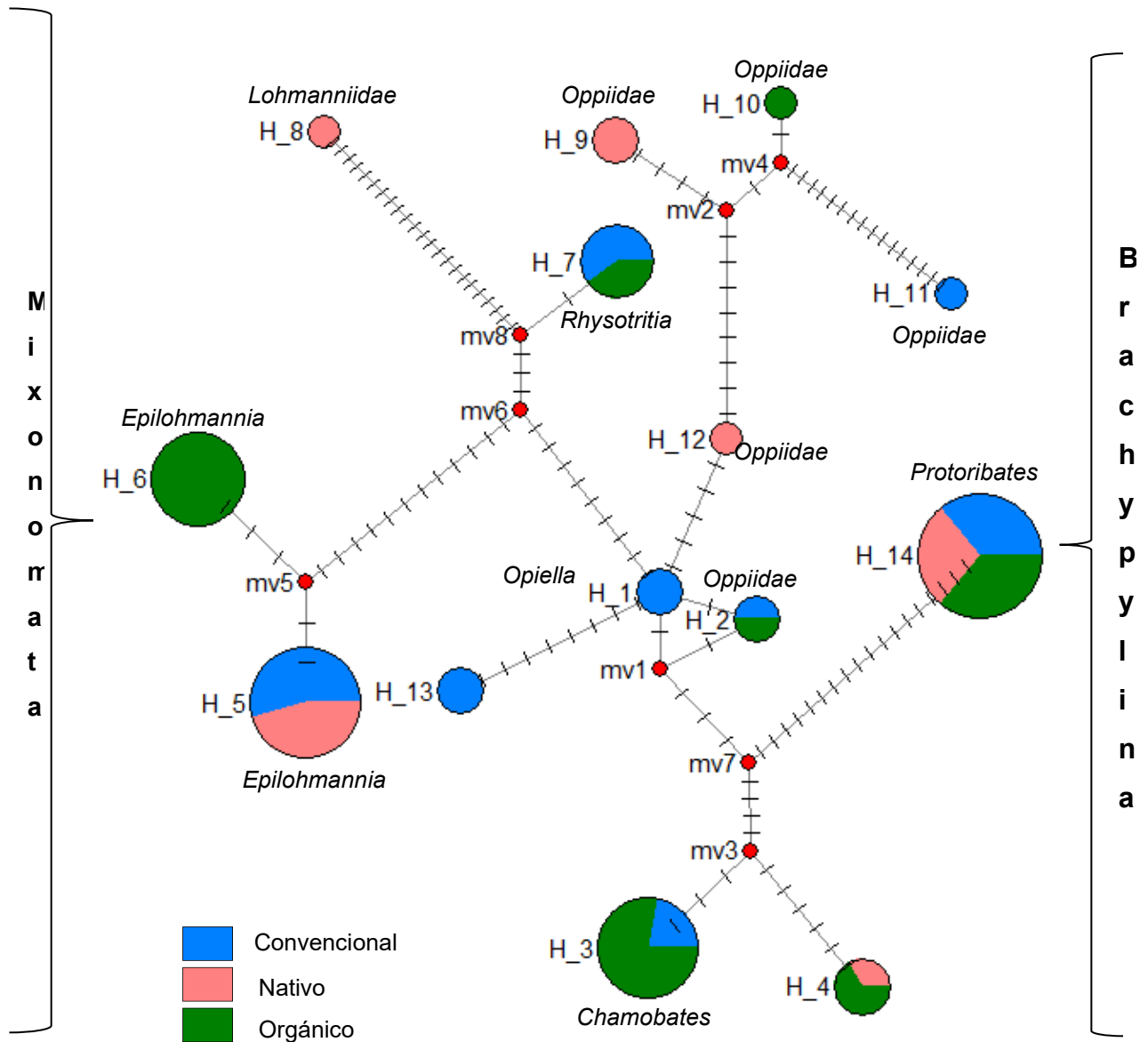


Figura 13. Red de haplotipos obtenida por el método Median Joining Networks a partir de las 62 secuencias de oribátidos, el tamaño de los círculos es proporcional a la frecuencia

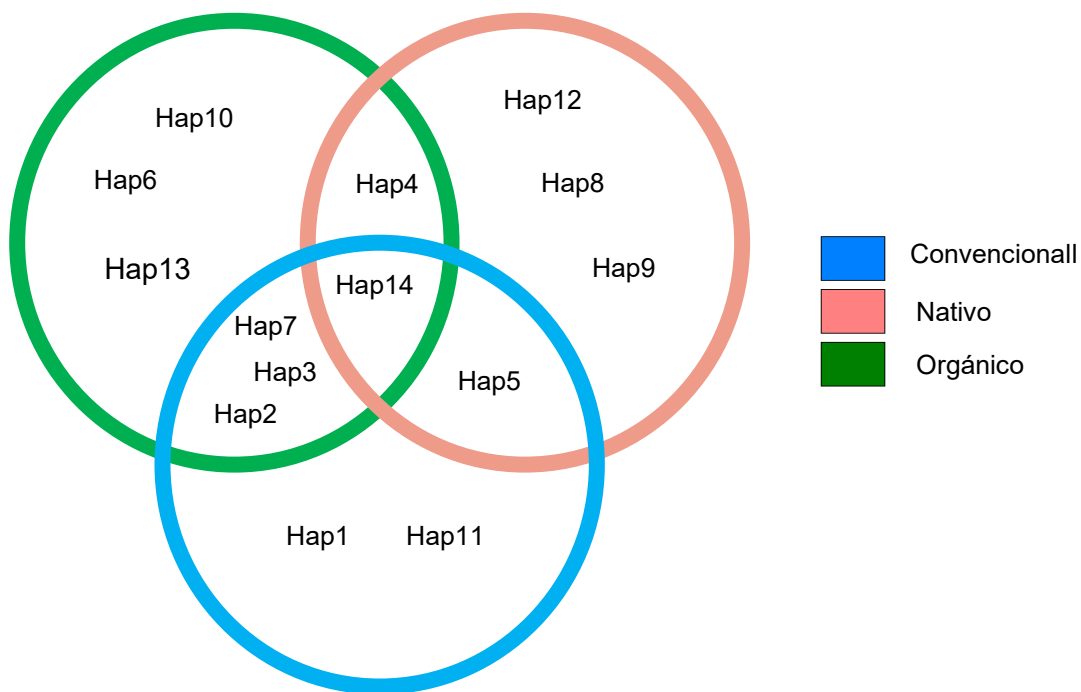


Figura 14. Distribución de haplotipo en los diferentes sistemas (Orgánico, Convencional y Nativo)

Análisis filogenético

Todas las secuencias se editaron, se verificaron mediante comparaciones con secuencias conocidas de ácaros de oribátidos del GenBank, según los resultados del Blast mostró una similitud de 99 – 100% y se identificaron 5 especies de ácaros oribátido *Oppiella nova*, *Protoribates hakonensis*, *Epilohmannia pallida*, *Rhysotritia duplicata*, y *Epilohmannia pallida*, los individuos pertenecían a los géneros de Oppiella, Rhysotritia, Epilohmannia, Protoribates, Chamobates, que correspondían a 2 subordenes Brachypylina y Mixonomata (Tabla 7) y se alinearon junto con más 500 secuencias de taxones externos disponibles en GenBank, para visualizar las relaciones genéticas se realizó la estimación de un árbol Neighbor Joining, basados en las distancias genéticas, con 1000 réplicas, en el que se detectó 115 secuencias de clados asociados (Fig. 15).

Tabla 7.

Individuos presente en los suelos con manejo convencional, orgánico y nativo en viñedos de Chile Central

Muestra	Tipo de suelo	Haplotipo	Orden	Suborden	Superfamilia	Familia	Género	Especie
1	Convencional	3	Oribatida	Brachypylina	Ceratozetoidea	Chamobatidae	Chamobates	
2	Convencional	3	Oribatida	Brachypylina	Ceratozetoidea	Chamobatidae	Chamobates	
3	Convencional	1	Oribatida	Brachypylina	Oppioidea	Oppiidae	Oppiella	<i>Oppiella nova</i>
4	Convencional	1	Oribatida	Brachypylina	Oppioidea	Oppiidae	Oppiella	<i>Oppiella nova</i>
5	Convencional	2	Oribatida	Brachypylina	Oppioidea	Oppiidae		
6	Convencional	11	Oribatida	Brachypylina	Oppioidea	Oppiidae		
7	Convencional	14	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Protoribatidae	Protoribates	<i>Protoribates hakonensis</i>
8	Convencional	14	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Protoribatidae	Protoribates	<i>Protoribates hakonensis</i>
9	Convencional	14	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Protoribatidae	Protoribates	<i>Protoribates hakonensis</i>
10	Convencional	14	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Protoribatidae	Protoribates	<i>Protoribates hakonensis</i>
11	Convencional	14	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Protoribatidae	Protoribates	<i>Protoribates hakonensis</i>
12	Convencional	5	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	<i>Epilohmannia pallida</i>
13	Convencional	5	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	<i>Epilohmannia pallida</i>
14	Convencional	5	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	<i>Epilohmannia pallida</i>
15	Convencional	5	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	<i>Epilohmannia pallida</i>
16	Convencional	5	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	<i>Epilohmannia pallida</i>
17	Convencional	5	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	<i>Epilohmannia pallida</i>
18	Convencional	7	Oribatida	Mixonomata	Euphthiracaroidea	Euphthiracaridae	Rhysotritia	<i>Rhysotritia duplicata</i>
19	Convencional	7	Oribatida	Mixonomata	Euphthiracaroidea	Euphthiracaridae	Rhysotritia	<i>Rhysotritia duplicata</i>
20	Convencional	7	Oribatida	Mixonomata	Euphthiracaroidea	Euphthiracaridae	Rhysotritia	<i>Rhysotritia duplicata</i>
21	Nativo	9	Oribatida	Brachypylina	Oppioidea	Oppiidae		
22	Nativo	9	Oribatida	Brachypylina	Oppioidea	Oppiidae		
23	Nativo	12	Oribatida	Brachypylina	Oppioidea	Oppiidae		

24	Nativo	14	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Protoribatidae	Protoribates	<i>Protoribates hakonensis</i>
25	Nativo	14	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Protoribatidae	Protoribates	<i>Protoribates hakonensis</i>
26	Nativo	14	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Protoribatidae	Protoribates	<i>Protoribates hakonensis</i>
27	Nativo	14	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Protoribatidae	Protoribates	<i>Protoribates hakonensis</i>
28	Nativo	4	Oribatida	Brachypylina				
29	Nativo	5	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	<i>Epilohmannia pallida</i>
30	Nativo	5	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	<i>Epilohmannia pallida</i>
31	Nativo	5	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	<i>Epilohmannia pallida</i>
32	Nativo	5	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	<i>Epilohmannia pallida</i>
33	Nativo	5	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	<i>Epilohmannia pallida</i>
34	Nativo	8	Oribatida	Mixonomata	Lohmannioidea	Lohmanniidae		
35	Orgánico	3	Oribatida	Brachypylina	Ceratozetoidea	Chamobatidae	Chamobates	
36	Orgánico	3	Oribatida	Brachypylina	Ceratozetoidea	Chamobatidae	Chamobates	
37	Orgánico	3	Oribatida	Brachypylina	Ceratozetoidea	Chamobatidae	Chamobates	
38	Orgánico	3	Oribatida	Brachypylina	Ceratozetoidea	Chamobatidae	Chamobates	
39	Orgánico	3	Oribatida	Brachypylina	Ceratozetoidea	Chamobatidae	Chamobates	
40	Orgánico	3	Oribatida	Brachypylina	Ceratozetoidea	Chamobatidae	Chamobates	
41	Orgánico	3	Oribatida	Brachypylina	Ceratozetoidea	Chamobatidae	Chamobates	
42	Orgánico	2	Oribatida	Brachypylina	Oppioidea	Oppiidae		
43	Orgánico	10	Oribatida	Brachypylina	Oppioidea	Oppiidae		
44	Orgánico	14	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Protoribatidae	Protoribates	<i>Protoribates hakonensis</i>
45	Orgánico	14	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Protoribatidae	Protoribates	<i>Protoribates hakonensis</i>
46	Orgánico	14	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Protoribatidae	Protoribates	<i>Protoribates hakonensis</i>
47	Orgánico	14	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Protoribatidae	Protoribates	<i>Protoribates hakonensis</i>
48	Orgánico	14	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Protoribatidae	Protoribates	<i>Protoribates hakonensis</i>
49	Orgánico	4	Oribatida	Brachypylina				

50	Orgánico	4	Oribatida	Brachypylina				
51	Orgánico	13	Oribatida	Brachypylina				
52	Orgánico	13	Oribatida	Brachypylina				
53	Orgánico	6	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	
54	Orgánico	6	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	
55	Orgánico	6	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	
56	Orgánico	6	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	
57	Orgánico	6	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	
58	Orgánico	6	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	
59	Orgánico	6	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	
60	Orgánico	6	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia	
61	Orgánico	7	Oribatida	Mixonomata	Euphthiracaroidea	Euphthiracaridae	Rhysotritia	<i>Rhysotritia duplicata</i>
62	Orgánico	7	Oribatida	Mixonomata	Euphthiracaroidea	Euphthiracaridae	Rhysotritia	<i>Rhysotritia duplicata</i>

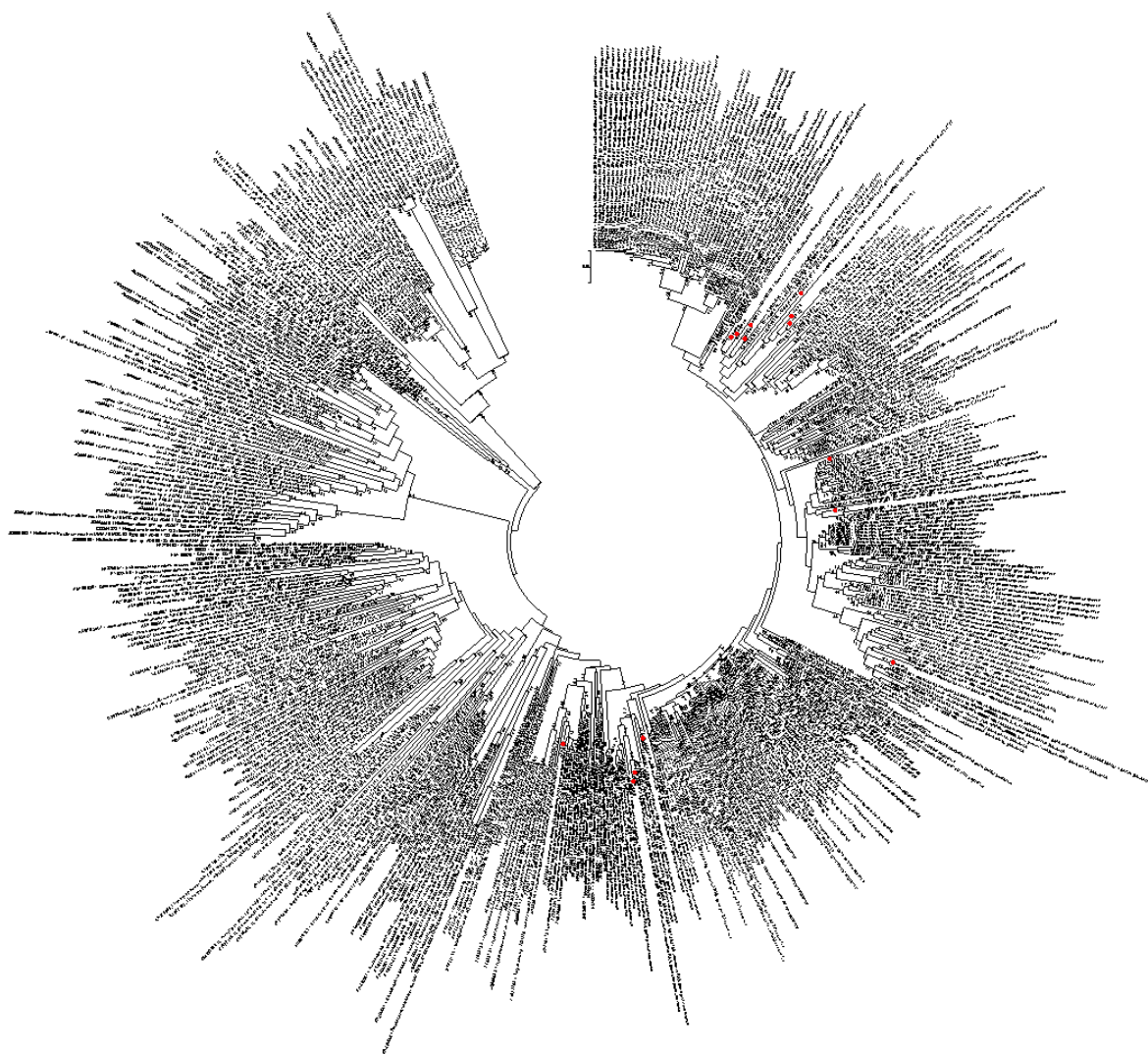


Figura 15. Árbol NeighborJoining para la identificación de clados

Para la inferencia bayesiana se utilizó 115 secuencias (Tabla 8, Fig. 16), el grupo de ácaros incluye 96 géneros, pertenecientes a 31 familias, a 2 subordenes, del orden oribatida. Según la identificación develó que los haplotipos que compartía los géneros de Opiella, Protoribates, Chamobates, Epilohmannia, y Rhysotritia, que incluían a las Familias Oppiidae, Protoribatidae, Chamobatidae, Epilohmanniidae y Lohmanniidae, 2 haplotipos pertenecían a la familia Lohmanniidae y Oppiidae y 2 haplotipos que compartían al suborden Brachypylina (Tabla 9).

4. DISCUSIÓN

Los análisis indican que los manejos agrícolas orgánicos y convencionales, afectan a la estructura de la comunidad de los microartrópodos edáficos y la taxa de oribátidos presentes en cultivos de vid. Aunque ambos viñedos compartían taxas similares, claramente existe una variación de la abundancia e índices de biodiversidad entre ambos sistemas evaluados. La riqueza de taxas tuvo significancia estadística, sin embargo, aunque, los índices de diversidad fueron un poco más altos en suelos con manejo orgánico respecto a sistema de manejo convencional, no tuvieron significancia estadística entre ambos sistemas, posiblemente porque, estos parámetros se ven afectados por muchos factores además de las prácticas de manejo. Las relaciones de las principales taxas de microartrópodos variaron en ambos tipos de manejo y teniendo en cuenta nuestro sitio de referencia ambos sitios eran saludables y contenía gran diversidad de microartrópodos.

Respecto a la diversidad genética de la taxa de oribátidos, los resultados mostraron que ambos sistemas con manejo orgánico y convencional tenían una alta diversidad genética, se identificaron haplotipos específicos en cada sistemas y haplotipos que se comparten en todos los sistemas evaluados. Además, se pudieron identificar 5 géneros pertenecientes al orden oribátidos que son *Oppiella*, *Protoribates*, *Chamobates*, *Epilohmannia*, y *Rhysotritia*, y 2 haplotipos que pertenecen a este orden, pero que no se pudieron identificar posiblemente puede ser un haplotipo aún no muy estudiado.

Algunos estudios indican que las prácticas de manejo pueden afectar en la abundancia, riqueza ciertos taxones (Dalzochio et al., 2016), y pueden propiciar un aumento en la biodiversidad (Andersson et al. 2012; Tuck et al., 2014) pero otros indican que los resultados son variables (Bengtsson et al., 2005). Entonces en un sistema tan complejo como los suelos en el que intervienen muchos parámetros además de las prácticas de manejo y en el que la relación de microartrópodos no está bien definida; debemos tener en cuenta poder realizar un estudio a largo plazo o por estaciones y considerar la posibilidad del uso de microartrópodos edáficos para establecer y entender los cambios generados en el sistema, estableciendo valores de referencia considerando el tipo de

sistema evaluado, el tiempo parámetros fisicoquímicos y grado de perturbación al que se está expuesto.

4.1 Caracterizar la diversidad biológica de microartrópodos edáficos asociados a viñedos con manejo orgánico y convencional

Distribución de los microartrópodos con respecto al tipo de manejo

Los sistemas de manejo orgánico y convencional podría afectar a la estructura de la comunidad de los microartrópodos, aunque los diferentes tipos de viñedos evaluados comparte un grupo similar de taxas, podemos ver claramente diferencias entre la composición de la comunidad; estas diferencias quizás principalmente podría deberse a la diferencia entre los microhábitat dentro de los sistemas; además la abundancia de microartrópodos del suelo dependen de un aumento en los suministros de C y N orgánicos, diversos estudios demostraron que estas comunidades varían dependiendo del tipo de suelo y ecosistema (Menta et al., 2011; Wang et al., 2015; Manu et al., 2017; Menta et al., 2016; Puig-Montserrat et al., 2017).

Otros estudios indican que el manejo agrícola podría afectar la calidad del suelo (Fließbach et al., 2013); estas variaciones de microartrópodos en el sistema podría ser explicada también porque varios grupos específicos tienen diferentes hábitos de alimentación pueden ser descomponedores, depredadores, herbívoros; los oribátidos por ejemplo generalmente son frugívoros y dentrívoros, aunque algunos también son depredadores de nematodos (Wang et al., 2015; Heidemann et al., 2014; Russel et al., 2014), otra posible explicación podría ser la preferencia de ciertos tipos de hábitat que tiene la fauna en el suelo, que a su vez regula la red trófica (Russel et al., 2014), además los cambios en la abundancia de la comunidad de microartrópodos en el suelo pueden estar determinados principalmente por la cantidad y calidad del alimento (Murray et al., 2006; Reeve et al., 2010).

En el caso de ácaros mesotigamatas que incluyen a gamasida, Uroponida entre otros son casi todos depredadores, aunque algunas son fungívoros; los Astigmata se encuentran asociados a fuentes ricas en N y en procesos de descomposición, sin embargo, los Prostigmata tienen diversos hábitos y estrategias de alimentación (Colleman & Wall, 2015), y es un grupo depredador dominante en ambientes xéricos (Noble y col., 1996; Steinberger, 1990). Entonces, una parte importante para entender

las diferentes dinámicas que enfrenta el suelo, debemos conocer que los recursos y los microorganismos regulan la red trófica en el suelo (Crowther et al., 2013).

A pesar de las diferencias encontradas en los sistemas evaluados, algunos parámetros de los índices de biodiversidad no fueron significativos, lo que indicaría que no hubo diferencias entre estos tipos manejos; por lo tanto no todos los cambios que ocurren en el sistema se podrían explicar sólo con una variación en la biodiversidad, porque existen además muchos parámetros relacionados, como los que mencionamos anteriormente y además algunos estudios demostraron como los microartrópodos varían no solo con el contenido de N y C, o la materia orgánica, o el pH del suelo, sino también por la humedad, profundidad en el perfil del suelos, niveles, presencia de agentes perturbadores como los metales, aceites, factores antrópicos entre otros (Fujii & Takeda, 2017; Puig-Montserrat et al., 2017; Maaß et al., 2017, Austruy et al., 2016; Wasserstrom & Steinberger, 2016).

En otros estudios realizados por Cook (1998) y también el de Russel et al., (2014), indican que no es extraño que exista diferencia en la estructura de la comunidad de los microartrópodos en el suelo, sin embargo, la respuesta de estos aún es compleja y puede estar limitado por varios grupos específicos de organismos, principalmente por sus hábitos de alimentación y las preferencias de hábitat de la fauna del suelo. La caracterización inicial de los viñedos orgánicos y convencionales tuvo valores semejantes en los porcentajes de materia orgánica, la relación C/N, el pH; posiblemente por este motivo no se evidenció diferencias significativas en los parámetros de biodiversidad.

En este estudio se evidenció que lo suelos con manejo orgánico tuvieron una mayor riqueza de taxas, mayor número de individuos que en viñedos con manejo convencional, estos resultados lo podemos relacionar con diversos estudios que han demostrado que las prácticas orgánicas o agricultura orgánica con frecuencia son más ricas que las que se encuentran en cultivos con sistemas convencionales (Bengtsson, 2015; Garratt et al., 2011), también indican que en sistemas con manejo orgánico podrían tener una mayor abundancia y riqueza de especies (Masoni et al., 2017), y además podrían ser usada para determinar la salud del suelo. En nuestro estudio los microartrópodos más abundantes fueron los grupos de Acari, Collembola, Oribatida, Prostigmata. Astigmata similar a lo reportado por Wang et al., 2015 que investigó la respuesta que tienen los microartrópodos del suelo a diferentes fertilizantes orgánicos e inorgánicos, además el

estudio de Liu et al., (2017) evalúa la respuesta de colémbolos y ácaros a las lluvias en un ecosistema árido, dentro del conjunto de ácaros estaba presente Mesostigmata.

Teniendo en cuenta la abundancia total de microartrópodos en los sistemas evaluados dan como grupo más predominantes a los ácaros y colémbolos similar a lo reportado en diversas investigaciones (Marín, 2013; Maaß et al., 2018; Maisto et al., 2016, Soong & Nielsen 2016; Menta et al., 2017; Çakir & Makineci, 2017, Liu et al., 2017), sin embargo, la distribución de este grupo de microartrópodos fue diferente entre y dentro los viñedos con manejo orgánico y convencional, en la mayoría de sitios existe una elevada proporción de ácaros sobre colémbolos, posiblemente por las características de microhábitat y porque el grupo colémbolo tiene una mayor distribución en el perfil del suelo, normalmente lo podemos encontrar zonas más profundas que los ácaros (Kardol et al., 2010, Fujii & Takeda, 2012, Potapov, 2017).

En nuestros caso los muestreos se realizaron en los primero 15 cm de la capa superficial del suelo, por lo tanto es evidente que estas taxas sean más dominantes, ya que habitan en el follaje o en restos de materia orgánica (Colleman & Wall, 2015), posiblemente también se vio influenciado por la época de muestreo, porque los colémbolos generalmente habitan en la tierra y en los suelos superficiales durante la temporada de lluvias ya que la caída de la hojarasca le proporciona nuevos recursos (Detsis, 2000), otros estudios indican que la taxa de Acarina parece favorecerse por condiciones de clima cálido y Collembola por condiciones de frío y humedad (Santorufu et al., 2014),.

En otros estudios realizados por Kardol et al., (2010) indica que los microartrópodos dependen mucho de las condiciones climáticas, esta condición puede favorecer selectivamente a diferentes taxones debido a las condiciones de microclima del suelo y la composición de la red alimenticia del suelo; además se los ha encontrado en diferentes ecosistemas (Nielsen et al., 2015), haciéndolos una herramienta útil como bioindicadores (Menta et al., 2017), porque ciertas especies de ácaros y colémbolos están registradas por su respuesta a la alteración del medio, sugiriendo su utilidad como indicador de cambios en el suelo (Iturrondobeitia, et al., 2004; Gormsen et al., 2004; Barbercheck, et al., 2009; Bedano et al., 2011; Peredo et al., 2012).

Los tipos de manejo orgánicos y convencionales están relacionados con muchos factores, principalmente los manejos orgánicos utilizan una fertilización orgánica y los de manejo convencional utilizan una fertilización inorgánica; según los estudios realizados por Wang et al., (2015) encontró que tanto los fertilizantes inorgánico como

los orgánicos aumentaron la abundancia de microartrópodos en el suelo, pero que no tienen influencia en la riqueza taxonómica total, ni en la mayoría de índices de diversidad; los cambios en la calidad y cantidad de materia orgánica del suelo, aludiendo que después de la aplicación de los fertilizantes pueden aumentar la abundancia de microartrópodos en el suelo; es importante considerar que los cambios en la comunidad de microartrópodos afectan a las tasas de descomposición de la litera (Wall et al., 2008; García Palacios et al., 2013; Soong et al., 2016) y porque pueden ser determinantes en el ciclo de C y N del suelo (De Vries et al., 2013).

En viñedos con manejo convencional predominaron los ácaros y en los viñedos con manejo orgánico predominaron los colémbolos, posiblemente porque ácaros pueden adaptarse a áreas un poco más contaminadas, todo lo contrario, a la taxa de ácaros; en áreas con menor contaminación los colémbolos fueron más abundantes que los ácaros (Petersen, 2002; Cluzeau et al., 2012; Winkler & Toth, 2012). La comunidad de ácaros fue esencialmente representada por los ácaros oribátidos, lo que sugiere que los microartrópodos detritívoros (ácaros oribátidos y colémbolos) siempre fueron más abundantes que los depredadores, independientemente de otros factores analizados.

En la comunidad de ácaros el grupo más abundante e importante fueron los oribátidos, en todos la mayoría de sitios evaluados, mientras que Astigmata, Gamasida se encontraron en menor proporción a excepción de Prostigmata que predominó un tipo de suelo con manejo convencional, posiblemente porque los ácaros oribátidos son más abundantes en ciertos tipos de hábitats y porque su alimentación es más diversa algunos son frugívoros y otros dentrívoros; en viñedos con manejo convencional el grupo de oribátidos fue superior al grupo de colémbolos, esto posiblemente porque la taxa de oribátidos está más afectada por las masa y propiedades de la hojarasca, de la descomposición materia orgánica mientras que los colémbolos son afectados por factores abióticos principalmente por el contenido de agua (Fujji & Takeda, 2016, Austry, 2016), y según Lindberg & Bengtsson, 2005 la taxa de Collembola es más sensible que Oribátida a condiciones de microhábitat abiótico, porque muestran mayor sensibilidad a cambios abióticos o alteraciones de su hábitat; además porque posiblemente la mayoría de especies tolera incluso condiciones ácidas de pH (Hågvar, 1990, Dequiedt et al., 2011).

Esto posiblemente también se explica porque los oribátidos pueden ser muy resistentes a cambios ambientales y al contenido de humedad, además de que está involucrado en

el proceso de descomposición de la litera, particularmente en las últimas etapas de descomposición en condiciones naturales (Fujji & Takeda, 2016), son sensibles a las prácticas agrícolas, principalmente debido a las características del ciclo de vida, como la baja fecundidad y los tiempos de generación relativamente largos (Behan & Pelletier, 1999), por ejemplo la compactación del suelo y la eliminación de la hojarasca disminuyen las densidades de oribátidos estas prácticas comúnmente corresponden a un tipo de manejo convencional (Battigelli et al., 2004).

Posiblemente la razón de que la taxa de Prostigmata y Oribátida predominaran en suelos de manejo convencional es porque estas están afectadas por las propiedades de la materia orgánica (Fujji & Takeda, 2017), su presencia puede explicarse porque Prostigmata tiene una mayor diversidad de hábitos alimenticios que los grupos de ácaros (Neher & Barbercheck, 1999; Coleman et al., 2004). Mientras que los colémbolos y Mesostigmata (Gamasida) son influenciados principalmente por factores abióticos (Fujji & Takeda, 2016); también porque los colémbolos se registraron con mayor diversidad en ambientes con hojarasca (Mineiro & Moraes, 2001, Khan et al., 2017), Los gamásidos se encontraron en mayor cantidad en viñedos con manejo orgánico comparado a los de manejo convencional, pero se encontraron en cantidades inferiores a las demás taxas de microartrópodos, dando valores no significativos, podemos indicar que para nuestro estudio posiblemente no ejerce un cambio significativo en la abundancia, pero debemos tener en cuenta que los gamásidos son depredadores, que integran reacciones complejas de biocenosis del suelo y se usan a menudo como bioindicadores (Karg & Freier, 1995; Koehler, 1999), algunos estudios indican que los gamásidos que son ácaros depredadores son proporcionales al stock disponible de microartrópodos detritívoros, en términos sencillos los colémbolos son presa de los ácaros gamásidos, por lo tanto si en un sistema hubiera una mayor abundancia de gamásidos podría afectar a la abundancia de colémbolos e indirectamente podría afectar a los procesos de descomposición de la litera que constituye la principal vía de entrada de nutrientes al suelo (Frouz, 2017), entonces se debería mantener un equilibrio entre la cantidad de microartrópodos detritívoros y depredadores, en el horizonte superior del suelos.

Es importante considerar estos sucesos porque Mesostigmata (Gamasida) y Prostigmata, incluyen especies de depredadores, en particular son depredadores de Colémbolos (Coleman et al., 2004), al aumentar estos grupos puede influir en las demás

taxas que intervienen en procesos importantes y puede influir en la dinámica de los sistemas. Oribatida desempeñan un papel importante en la formación de la estructura del suelo y en la descomposición (Singh & Ray, 2015), por lo tanto, se suponía que los ácaros Oribátidos fueran más abundantes en viñedos de agricultura orgánica, que los viñedos con manejo convencional, sin embargo, estas diferencias no fueron significativas. Podemos mencionar que para nuestro estudio la abundancia de los ácaros de Oribatida y el tipo de manejo puede estar débilmente relacionado.

En suelos de manejo orgánico la diferencia entre ambos grupos no fue significativo, sin embargo, los suelos de manejo orgánico y el bosque nativo presentan una mayor similitud entre ellos, posiblemente quizás se podría atribuirlo al manejo convencional que normalmente se usa diversos agroquímicos que afectan la presencia y distribución de los microartrópodos.

Índices de biodiversidad

Todas las zonas de estudio presentan diferencias entre el número de taxas. En viñedos con manejo orgánico fue mayor que en viñedo con manejo convencional, independientemente del tipo de manejo la abundancia, cada taxa analizada individualmente es diferente entre ambos tipos de manejo; que podría explicarse porque la agricultura orgánica podría tener una mayor riqueza de especies (Massoni et al., 2017), las diferencias en la riqueza de taxas ha sido objeto de una serie de estudios que han revelado consistentemente los efectos beneficiosos del manejo orgánico (Puig-Montserrat et al., 2017), en estudios realizados por Masoni et al., (2017), no se observó una diferencia clara en la riqueza de especies, pero el número de especies recolectadas fue significativamente mayor en viñedos orgánicos que en viñedos convencionales.

Los índices de diversidad de Shannon y Simpson fue mayor en suelos con manejo orgánico (MO) frente a los de manejo convencional (MC), sin embargo no hubo diferencias estadísticas significativas; estudios realizados por Masoni et al., (2017) y García-Segura et al., (2018) tampoco encontraron diferencias estadísticas, posiblemente porque en el caso de Índice de Simpson los valores obtenidos fue aproximadamente ($D=0.6$), esto indicaría que existe mayor posibilidad de dominancia de una especie, y la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie es

mayor; valores cercanos a uno indicaría dominancia de una de las especies, por lo cual se evidencia una distribución uniforme de los individuos entre las especies para los predios de estudio; si el valor fuera cercano a 0, habría una mayor biodiversidad del hábitat, esto lo afianza en la caracterización de la tabla 3, en la que claramente se ve que ciertas taxas predominan sobre otras; para índice de Shannon está basado en el concepto de uniformidad o equitabilidad (es decir, el grado en que cada especie, se representa entre una muestra).

Al igual que para el índice de Shannon y Simpson el valor para el índice de Margalef fue mayor en suelos con manejo orgánico frente a los de manejo convencional. La gran similitud se explicaría por las condiciones de microhábitat similares, de acuerdo a la tabla 1 los contenidos de materia orgánica, pH, C: N son semejantes. Según Bargett (2002) indica que pocos estudios muestran que la diversidad edáfica esté regulada por la competencia o las perturbaciones; más bien, su regulación es atribuible a la naturaleza del suelo, dada la gran variedad de hábitats en tiempo y espacio proporcionados por la división de nichos, los recursos o la especialización del hábitat, lo que permite una amplia coexistencia de especies o taxones y que existe altas similitudes cualitativas y cuantitativas entre las comunidades de microartrópodos edáficos en manejo orgánico y convencional.

La misma tendencia fue para los valores de índice de homogeneidad (J), que fue diferente entre viñedo con MO y MC, el valor más alto fue en los viñedos de manejo orgánico que podría explicarse por abundancia de taxones. Estos resultados miden la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 0.1 de forma que 0.1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. Los valores de índice de Jaccard muestran alta similitud entre viñedos orgánicos y convencionales de 58%, entre grupos de MO tienen una similitud de 65% y MC tienen una similitud de 55%, lo posiblemente indica implica una composición de microartrópodos diferente y por tanto una alta diversidad Beta. En general, los resultados del presente estudio indicaron altas similitudes cualitativas y cuantitativas entre las comunidades de microartrópodos edáficos en ambos tipos de manejo orgánico (MO) y convencional (MC).

Poder conocer la biodiversidad en un predio se ha convertido en un indicador de prácticas sostenibles, pero aún faltan estudios de la influencia de la gestión sobre los

componentes de esta diversidad para conocer taxones específicos, gremios de alimentación, plagas, proveedores de servicios ecosistémicos, taxones nativos en diversos cultivos (Malone et al., 2017). Diversos estudios predicen que la que la agricultura orgánica aumenta la riqueza de especies de artrópodos, pájaros microbios y plantas en un 30% (Tuck et al., 2014), ejerciendo un efecto positivo en la riqueza de especies (Fischer et al., 2011), pero en algunos casos las prácticas agrícolas por sí solas muchas veces no pueden explicar las variaciones en la biodiversidad como la riqueza, abundancia, índices de Shannon, entre otros; porque dependen de muchos factores que están relacionados a estos sistemas.

Según Masoni et al., (2017) indica que la evidencia de los efectos de las prácticas de manejo en la biodiversidad, es ambigua; estudios como los de Bruggisser et al., (2010) y Brittain et al., (2010), no encontraron ningún efecto positivo del manejo orgánico sobre la abundancia y riqueza de especies, sin embargo, estudios realizados por Roschewitz et al., (2005); Nascimbene et al., (2012); Puig-Montserrat et al., (2017); Karunarathna et al., (2017), se observó diferencias; las razones de esta variabilidad pueden ser varias y varían desde las diferencias en las unidades de estudio elegidas, el nivel taxonómico utilizado, características físicas y químicas del suelo; porque un mismo estresor ambiental a veces puede tener diferentes efectos en las especies pertenecientes a diferentes gremios, condiciones ambientales, microclima, entre otros (Wolfenbarger et al., 2008; Caprio et al., 2015).

En el marco de desarrollo de este estudio; nuestros resultados indican que las prácticas de manejo agrícola producen cambios en las comunidades de microartrópodos, pero que para estos cambios los indicadores de biodiversidad no fueron buenos predictores, por lo tanto debemos enfocarnos en las características de las taxas de microartrópodos, y en las interacciones que ocurren entre grupos, además se debe tener cuenta las características del suelo y los diferentes tipos de alteraciones influyen en la riqueza de especies y abundancia de la fauna del suelo.

Dado a la complejidad del sistema, conocemos muy poco sobre los nichos o requisitos ecológicos de la mayoría de las especies de ácaros del suelo (Walter et al., 1987; Hansen, 2000; Klarner et al., 2013), pero existe cierta información realizada en campo que nos permite dilucidar lo requerimientos que necesitan en diferentes ecosistemas, es importante tener en cuenta el tipo de manejo, muchas veces está relacionado con la fertilización, y se ha demostrado que el tipo de fertilización tanto orgánico e inorgánico

tienen efecto en la abundancia de individuos los grupos de microartrópodos (Wanget al., 2015).

También es importante tener en cuenta que los ácaros y colémbolos están asociados a la fragmentación de materia orgánica en el suelo (Soong & Nielsen, 2016), la alteración de estos grupos podría generar un desequilibrio en los flujo que nutrientes en el suelo; por lo tanto es importante poder considerar este grupo para que favorezca a la estabilización de los suelos y su fertilidad; si se aspira a conservar la productividad de tierras en futuras generaciones (FlieBbach et al., 2013), quizás poder ejecutar un programa de monitoreo considerando este grupo invertebrados podría ayudarnos a monitorear el sistema y los cambios que en él ocurren, por lo que se podría implementar un programa de monitoreo específico para este grupo o un programa similar al Francés Réseau de Mesures de la Qualité des Sols – Biodiversité, que tiene como finalidad conocer la biodiversidad del suelo, para identificar bioindicadores para determinar los valores de referencia para varios grupos biológicos dependiendo de los usos de la tierra (Cluzeau et al., 2012).

4.2 Relaciones entre principales grupos de microartrópodos

Analizando las relaciones entre los principales grupos de microartrópodos y tomando como control un predio nativo, en este estudio podemos indicar que la Relación A/C es mayor en viñedos convencionales que en viñedos orgánicos, esto indica claramente que la taxa Acari es mayor que la taxa Collembola; según Mateos (1992), cuando esta relación es favorable a los colémbolos, podría indicar la fertilidad y estabilidad del medio edáfico, se considera que el ecosistema está conservado y es estable; mientras que si los más abundantes son los ácaros, habría determinar qué grupo de ácaros está dominando y cuál es su función en el suelo; indica también que es útil para determinar el grado de perturbación en las zonas afectadas.

La relación O/A existe una mayor proporción en viñedos convencionales que en viñedos orgánicos, en este caso la taxa de Oribatida es mayor a la taxa de Astigmata, en estudios realizado por Karg (1963) propuso el balance O/A, debido a la estrecha relación entre las densidades de Oribátidos y Astigmados, mientras unos aumentan los otros

disminuyen; indica que este balance es útil para medir el grado de desequilibrio entre las biocenosis edáficas, esto indica que si el número de Astigmata es mayor podría generar un desequilibrio en el sistema. La relación O/P es mayor en viñedos convencionales que en viñedos orgánicos, esta relación propuesta por Andrés (1990), indica que los Prostigmatas es un indicador de la aridez y la oligotrofia, la dominancia es favorable para los Prostigmatas con respecto a los Oribátidos, el grado de desequilibrio de las comunidades del suelo es irreversible.

La relación A/M fue mayor en viñedos convencionales que en viñedos orgánicos, según Bedano et al., (2001) establecieron la relación Astigmada/Mesostigmada para predecir la inestabilidad del medio edáfico. La existencia de una fuerte presencia del grupo de Prostigmata, podría ser un indicador de inestabilidad, se puede inferir que el medio está alterado e inestable.

4.3 Caracterizar la diversidad genética de oribátidos asociados a viñedos con manejo orgánico y convencional

La ausencia de diferencias morfológicas obvias entre especies de oribátidos dificulta la identificación de especies, por lo que utilizando herramientas moleculares se determinará la diversidad genética de este grupo. La alta diversidad genética del orden oribatida en los sistemas evaluados con manejo convencional y orgánico, posiblemente podría ser favorable debido a que cuando existe una mayor diversidad genética existe mayor probabilidad de los oribátidos de sobrevivir a cambios en el ambiente. Los cambios en la diversidad genética podrían deberse a varios factores, como el tamaño poblacional, el flujo de genes y la dispersión de los individuos (Díaz et al., 2018). En el caso de ácaros oribátidos se ven favorecidos por su gran capacidad de dispersión (Weigmann, 1982), puede ser por el viento, agua, por su pequeño tamaño y por su poco peso, sin embargo según estudios realizados por Seyd (1962) indica que no hay argumentos suficientes para apoyar que oribatida sea favorecida por la dispersión del viento, a su vez otros estudios indican que pueden ser dispersadas por el viento hasta al menos 160 m sobre el nivel del suelo y que la probabilidad de que un ácaro oribátido del suelo se disperse por el viento depende de su microhábitat y su peso corporal (Lehmitz et al., 2011).

Además, que su sobrevivencia depende de su gran capacidad de tolerar condiciones severas (Skubala 2004), y que solo algunas especies son capaces de sobrevivir en algunos tipos de suelos, pero los que sobreviven lo hacen potencialmente fundadores de nuevas poblaciones, la tasa (aproximadamente es 0.3 y 2.1 cm / día) y el mecanismo de dispersión es específica para cada especie (Lehmitz et al., 2011, 2012); sin embargo, en otros estudios realizados a artrópodos indican que la disminución en la diversidad genética considerando los usos de la tierra agrícola podrían verse afectadas por altas perturbaciones, que podría aumentar la importancia de la deriva genética (Hartl & Clark, 2007).

La diversidad haplotípica como la nucleotídica están afectadas por eventos demográficos históricos y contemporáneos, los valores altos y bajos o las combinaciones de ambas diversidades pueden ser indicativos de características de la historia de vida de las poblaciones. Altos valores en ambas diversidades pueden ser atribuibles a un contacto secundario entre linajes alopátricos previamente diferenciados, o bien a una gran población estable con una larga historia evolutiva (Grant & Bowen, 1998). La alta diversidad nos permite suponer un tamaño poblacional efectivo considerable, ya que la variabilidad de la molécula de ADN es muy sensible a fenómenos como cuellos de botella, y en poblaciones de tamaño efectivo pequeño la variabilidad suele ser muy baja (Avise et al., 1984).

Se identificaron 8 haplotipos en suelos orgánicos, 6 en suelos nativos y 7 en suelos con manejo convencional, con un número promedio de diferencias nucleotídica bajas. Con la red de haplotipos se observa la presencia de 2 grandes grupos corresponden a los subórdenes Brachypylina y Mixonomata. En los tres sistemas evaluados, varios haplotipos estaban presentes en más de un sistema, por lo que no se observa una agrupación definida según los tipos de manejo evaluados, posiblemente porque el grupo de ácaros oribátidos fue diverso, encontrándose integrado por varias especies, sin embargo nos da una aproximación para su identificación taxonómica, los haplotipos que se comparten en los sistemas evaluados, posiblemente sea porque quizás los oribátidos pertenezcan a una misma especie, género y/o pertenezcan algún nivel taxonómico similar. Para poder tener un resultado más robusto en encontrar las relaciones

filogenéticas entre las secuencias teniendo en cuenta la el tipo de manejo del suelo, se podría realizar la investigación con especies identificadas y determinar cómo esta varía en los diferentes sistemas.

Los análisis filogenéticos identificaron clados bastante compatibles dentro del orden oribatida que representan especies distintas, en el que se pudo identificar a los géneros de Oppiella, Protoribates, Chamobates, Epilohmannia, Rhysotritia, además de la familia Lohmanniidae y 2 haplotipos con el que nos contaba con mucha información en la base de datos que podría sugerir la presencia de individuos nuevos o no muy estudiado. basadas en métodos de delimitación de especies moleculares.

Se encontró una alta diversidad genética de ácaros Oribátidos en los viñedos orgánicos y convencionales, y que las poblaciones presentaban una selección balanceada y que no existencias diferencias significativas entre las poblaciones; sin embargo podrían considerarse como una taxa indicadora a fin de relacionar los efectos de sistemas con manejo orgánico y convencional con dicha taxa; debido a que se puede distinguir cambios de estos individuos muchas generaciones atrás, y porque el nivel de polimorfismo muestra que depende de muchos factores, incluidos los bióticos; sin embargo, oribatida parece ser muy variable a nivel molecular, y podrían ser más efectivos poder hacer estas comparaciones en un nivel taxonómico más específico a nivel de especie y/o género. No hay estudios a nivel genético que indique la diversidad genética de este grupo en suelos con manejo orgánico y convencional.

El tiempo es otro factor importante porque más de 40 años de actividad intensiva agrícola y ganadera pueden aislar poblaciones (Días et al., 2018). Una posible explicación para esto, aunque no es la única, es el aislamiento de la población. Muchos procesos pueden explicar las diferencias en la composición genética de las poblaciones. Los marcadores genéticos son útiles porque pueden proporcionar altos niveles de polimorfismo, pero, en general, los procesos en segundo plano siguen siendo inciertos. Dentro de los oribátidos identificados la familia Oppiidae representa el grupo más abundante de oribátidos del suelo y también tiene el mayor espectro de especies en agroecosistemas, el éxito de su supervivencia en hábitats simplificados puede deberse a una mayor plasticidad y un ciclo de vida más rápido. Por lo tanto, podrían ser muy adecuados para evaluar el efecto de las prácticas de manejo en la fauna del suelo

microfófono. Son cosmopolitas, abundantes en todos los continentes, y no se ven afectados por la reducción de hojarasca. A menudo se la cita como una especie pionera y dominante en sistemas altamente perturbados (Siepel, 1996) y es altamente tolerante a la sequía. Es partenogénico y tiene el tiempo de desarrollo más rápido de todas las especies.

Chamobates son géneros que prefieren suelos forestales. También se encontraron individuos georgianos en el musgo y la hojarasca del bosque mixto de hoja ancha en el lago Bateti en una altitud comparable a 1350 m.s.n.m. (Weigmann, 2006); Protoribates es un género que tiene una distribución cosmopolita (Subías 2004, versión en línea 2016), se encuentra en la hojarasca (Ermilov & Stary, 2017)

Sin embargo, la identificación a altos niveles taxonómicos ayuda a identificar los individuos de estudio y las principales funciones que cumple el individuo en el sistema monitoreado, además la alta diversidad genética ayuda a que pueda tolerar cambios generados en el ambiente. A pesar de que en este estudio no hay una evidencia de cómo los diferentes manejos afectan la diversidad genética, existe evidencia de la contaminación ambiental podría afectar a la diversidad genética (Yang et al., 2020), Otros estudios indican que la degradación del suelo y la relación con las comunidades de la fauna del suelo son importantes en la gestión de los recursos, e indican que la variabilidad genética es alta en las poblaciones naturales y menor en los usos de tierras agrícolas (Díaz et al., 2018).

Según Rosenberger et al., (2012) investigó la diversidad genética y la estructura filogeográfica del ácaro oribátido de suelo de la especie *Steganacarus magnus* (Acari, Oribatida) en Europa, mostraron una alta diversidad genética y nucleotídica que respalda la existencia de linajes genéticos distintos en Europa y que individuos de Asia contribuyeron sólo marginalmente a las altas distancias genéticas que indican que las principales diversificaciones entre linajes se originaron en Europa. La pérdida de la variabilidad genética, la diferenciación y la estructura en esta especie puede ser un buen indicador de la alteración del sistema. Es evidente la generación de cambios en las comunidades de microartrópodos en los sistemas orgánicos y convencionales; por lo tanto, podríamos considerar nuestros resultados como un estímulo para poder realizar

una producción más sostenible en el tiempo y disminuyendo impactos negativos en el ambiente.

También se han estudiado efectos similares en invertebrados como Hemiptera, Diptera (Abbot, 2001), lombrices de tierra (Kautenburger, 2006) y Lepidóptera (Palma et al., 2015). Sin embargo, aún no está claro, cómo estos factores ambientales afectan la estructura genética (Foll & Gaggiotti, 2006). En Chile se han reportado familias de Phthiracaridae, Nothridae y Camisiidae Liodidae, Anderemaeidae, Tectocephidae, Otocephidae, Oppiidae, Sternoppiidae y Cymbaeremaeidae.

5. CONCLUSIONES

En el estudio se determinó que las prácticas agrícolas orgánicas y convencionales ejercen cambios sobre las comunidades de microartrópodos edáficos. Sin embargo, no se pudo comprobar si existe un efecto de las prácticas de manejo sobre la diversidad biológica de los microartrópodos; por lo que considerar sólo los índices de diversidad no son suficientes. La relación de los principales grupos de microartrópodos indicaron cambios en ambos sistemas, por lo que podríamos sugerir que el marco de desarrollo de este estudio los viñedos orgánicos y convencionales tenían patrones similares, que indica que ambos sistemas son saludables.

La diversidad genética de ácaros oribátidos fue alta para ambos sistemas por lo que podrían considerarse como un indicadores del sistema, con la finalidad de relacionarlos con el manejo orgánico y convencional; debido a que se puede distinguir cambios de estos individuos. La taxa de oribatida parece ser muy variable a nivel molecular, y podrían ser más efectivos poder hacer estas comparaciones en un nivel taxonómico más específico a nivel de especie y/o género. La pérdida de la variabilidad genética, la diferenciación y la estructura en esta especie puede ser un buen indicador de la alteración del sistema.

Es evidente la generación de cambios en las comunidades de microartrópodos en los sistemas orgánicos y convencionales; por lo tanto, podríamos considerar los resultados como una base para que se consideren ambos indicadores para evaluar la calidad de suelo.

También se podría indicar que los viñedos orgánicos son sistema más estable que los convencionales y que la actividad biológica en estos viñedos podría ser útil para proporcionar una representación más clara de la actividad biológica en términos de tasas de descomposición, respiración del suelo y como agentes que contribuyen a la conservación de la diversidad edáfica. A largo plazo se ha demostrado que la agricultura orgánica mejora la biodiversidad más que los sistemas de manejo convencional. Algunos grupos y/o especies identificadas pueden ser buenos indicadores de sistemas orgánicos y convencionales, pudiendo ser relevantes en la conservación de la fauna del suelo en sistemas agrícolas.

Título tesis: Diversidad biológica y genética de microartrópodos edáficos asociados a cultivos de vid en Chile Central.

Autor: Milena Carpio Mamani

RESUMEN

Milena Carpio Mamani. Diversidad biológica y genética de microartrópodos edáficos asociados a cultivos de vid en Chile Central. Tesis, *Magíster* en Recursos Naturales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 90 pp. El manejo agrícola provoca efectos en los agroecosistemas, alterando las características del suelo. Nuestro objetivo fue determinar la diversidad biológica y diversidad genética de microartrópodos asociados a viñedos orgánicos y convencionales, para determinar si el manejo orgánico favorece la biodiversidad de los suelos e identificar molecularmente los ácaros oribátidos. La extracción de los individuos se realizó mediante el método de berlese-tullgren modificado y se amplificó el ADN ambiental (eDNA). La abundancia y la riqueza de taxones tuvo diferencias significativas en viñedos con manejo orgánico en comparación con los convencionales. Además, la relación entre los principales grupos de Acari y Collembola indicó que ambos sistemas son saludables. Sin embargo, para este estudio, solo las prácticas agrícolas no explicaron estas variaciones entre ambos sistemas. La diversidad genética de oribátidos fue alta en todos los sistemas. El análisis bayesiano y median-joining network sugieren que los 14 haplotipos identificados pertenecían a los géneros de Oppiella, Protoribates, Chamobates, Epilohmannia, Rhysotritia y haplotipos de la familia Lohmanniida, que pertenece al Suborden Brachypylina y Mixonomata, todos pertenecen al orden oribatida, sin embargo, no se definieron haplotipos específicos por cada tipo de manejo. Por tanto, la diversidad biológica y genética de las poblaciones de microartrópodos (oribatida), pueden ser buenos indicadores de los cambios que se producen en diferentes ecosistemas, específicamente la diversidad genética puede ser considerado como un indicador de alteración del suelo, permitiéndonos determinar su nivel de productividad, haciéndolos sostenibles en el tiempo, ayudando a mantener la biodiversidad en estos sistemas.

Palabras claves: Microartrópodos edáficos, manejo agrícola, diversidad genética, ecosistemas.

6. REFERENCIAS

- Abbas, M. J., & Parwez, H. (2019). Diversity of Microarthropods in Different Habitats: An Ecological Perspective. *BioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/668707>
- Abbot, P. (2001). Individual and population variation in invertebrates revealed by Inter-simple Sequence Repeats (ISSRs). *Journal of Insect Science*, 1(8), 1–3. <https://doi.org/10.1673/031.001.0108>
- Alatalo, J. M., Jagerbrand, A. K., & Cuchta, P. (2015). Collembola at three alpine subarctic sites resistant to twenty years of experimental warming. *Scientific Reports*, 5, 3–10. <https://doi.org/10.1038/srep18161>
- Álvarez-Varas, R., González-Acuña, D., & Vianna, J. A. (2015). Comparative phylogeography of co-distributed Phrygilus species (Aves, Thraupidae) from the Central Andes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 90(October 2016), 150–163. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2015.04.009>
- Alves, P. R. L., Cardoso, E. J. B. N., Martines, A. M., Sousa, J. P., & Pasini, A. (2014). Seed dressing pesticides on springtails in two ecotoxicological laboratory tests. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 105(1), 65–71. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.04.010>
- Andrievskii, V. S., & Syso, A. I. (2013). The effect of different types of anthropogenic changes in soils on communities of oribatids in urban ecosystems. *Contemporary Problems of Ecology*, 5(6), 574–579. <https://doi.org/10.1134/s1995425512060030>
- Andrievskii, V. S., Barsukov, P. A., & Bashkin, V. N. (2015). Application of Soil Oribatid Mites as Bioindicators in Impact Areas of the Gas Industry in the West Siberian Tundra. *The Open Ecology Journal*, 8(1), 32–39. <https://doi.org/10.2174/1874213001508010032>
- Andrés, P., & Mateos, E. (2006). Soil mesofaunal responses to post-mining restoration treatments. *Applied Soil Ecology*, 33(1), 67–78. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2005.08.007>
- Arbor, A. (1978). *Uncertainty : Clues From Geographic Parthenogenesis*. 112(986), 659–673.

- Árnason, E., & Pálsson, S. (1996). Mitochondrial cytochrome b DNA sequence variation of Atlantic cod *Gadus morhua*, from Norway. *Molecular Ecology*, 5(6), 715–724. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.1996.tb00368.x>
- Arriaga, F. J., Guzman, J., & Lowery, B. (2017). Systems and Soil Functions, 109–125.
- Austruy, A., Laplanche, C., Mombo, S., Dumat, C., Deola, F., & Gers, C. (2016). Ecological changes in historically polluted soils: Metal(loid) bioaccumulation in microarthropods and their impact on community structure. *Geoderma*, 271, 181–190. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.02.011>
- Austruy, A., Laplanche, C., Mombo, S., Dumat, C., Deola, F., & Gers, C. (2016). Ecological changes in historically polluted soils: Metal(loid) bioaccumulation in microarthropods and their impact on community structure. *Geoderma*, 271, 181–190. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.02.011>
- Avice, J. C. (1994). *Molecular Markers, Natural History and Evolution*. doi:10.1007/978-1-4615-2381-9
- Bachelier, G. (1971). La vie animale dans les sols. *Pesson P. (Ed), La Vie Dans Les Sols: Aspects Nouveaux, Études Expérimentales*, 1–82.
- Bandelt, H.-J., Forster, P., & Rohl, A. (1994). Median-Joining Networks for Inferring Intraspecific Phylogenies. *Molecular Biology*, 16(1), 37–48. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.molbev.a026036>
- Barbercheck, M. E., Neher, D. A., Anas, O., El-Allaf, S. M., & Weicht, T. R. (2009). Response of soil invertebrates to disturbance across three resource regions in North Carolina. *Environmental Monitoring and Assessment*, 152(1–4), 283–298. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0315-5>
- Bardgett, R. D. (2002). Causes and consequences of biological diversity in soil. *Zoology*, 105(4), 367–375. <https://doi.org/10.1078/0944-2006-00072>
- Bardgett, E., 2005. *The Biology of Soil: A Community and Ecosystem Approach*. Oxford University Press.
- Battigelli, J. P., Spence, J. R., Langor, D. W., & Berch, S. M. (2004). Short-term impact of forest soil compaction and organic matter removal on soil mesofauna density and oribatid mite diversity. *Canadian Journal of Forest Research*, 34(5), 1136–1149. <https://doi.org/10.1139/x03-267>

- Behan-Pelletier, V. M., & Norton, R. A. (1983). Epidamaeus (Acari: Damaeidae) of Arctic Western North America and Extreme Northeast, U.S.S.R. *The Canadian Entomologist*, 115(10), 1253–1289. <https://doi.org/10.4039/Ent1151253-10>
- Behan-pelletier, V. M. (1999). Oribatid mite biodiversity in agroecosystems - role for bioindication_Behan-Pelletier_1999, 74(December 1998), 411–423.
- Bender, S. F., Wagg, C., & van der Heijden, M. G. A. (2016). An Underground Revolution: Biodiversity and Soil Ecological Engineering for Agricultural Sustainability. *Trends in Ecology and Evolution*, 31(6), 440–452. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.02.016>
- Bengtsson, J., Ahnström, J., & Weibull, A. C. (2005). The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 42(2), 261–269. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01005.x>
- Brittain, C., Bommarco, R., Vighi, M., Settele, J., & Potts, S. G. (2010). Organic farming in isolated landscapes does not benefit flower-visiting insects and pollination. *Biological Conservation*, 143(8), 1860–1867. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.04.029>
- Bruggisser, O. T., Schmidt-entling, M. H., & Bacher, S. (2010). *Effects of vineyard management on biodiversity at three trophic levels*. 143, 1521–1528. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.03.034>
- Çakir, M., & Makineci, E. (2017). Community structure and seasonal variations of soil microarthropods during environmental changes. *Applied Soil Ecology*, (November 2016). <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.06.036>
- Caprio, E., Nervo, B., Isaia, M., Allegro, G., & Rolando, A. (2015). Organic versus conventional systems in viticulture: Comparative effects on spiders and carabids in vineyards and adjacent forests. *Agricultural Systems*, 136, 61–69. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.02.009>
- Cepeda-Pizarro et al., (2017). Variability of the Oribatida/Prostigmata ratio in altered patches of the coastal matorral of the transitional desert of Chile. *Idesia (Arica)*, versión On-line ISSN 0718-3429. 10.4067/S0718-34292017005000022
- Chamberlain, P. M., Bull, I. D., Black, H. I. J., Ineson, P., & Evershed, R. P. (2006). Collembolan trophic preferences determined using fatty acid distributions and compound-specific stable carbon isotope values. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(6), 1275–1281. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.09.022>

- Clough, Y., Holzschuh, A., Gabriel, D., Purtauf, T., Kleijn, D., Kruess, A., ... Tscharntke, T. (2007). Alpha and beta diversity of arthropods and plants in organically and conventionally managed wheat fields. *Journal of Applied Ecology*, 44(4), 804–812. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01294.x>
- Cluzeau, D., Guernion, M., Chaussod, R., Martin-Laurent, F., Villenave, C., Cortet, J., ... Pérès, G. (2012). Integration of biodiversity in soil quality monitoring: Baselines for microbial and soil fauna parameters for different land-use types. *European Journal of Soil Biology*, 49, 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2011.11.003>
- Coleman, D.C. (1994). Compositional analysis of microbial communities. In: Ritz, K., Dighton, J., Giller, K. (Eds.), *Beyond the Biomass*. Wiley-Sayce, Chichester, pp. 201–220.
- Coleman, D.C., Crossley Jr., D.A., Hendrix, P.F., 2004. *Fundamentals of Soil Ecology*. Elsevier Academic Press, USA.
- Coleman, D. C., & Wall, D. H. (2015). Soil Fauna: Occurrence, Biodiversity, and Roles in Ecosystem. In *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-415955-6.00005-0>
- Coleman, D., Callahan M., Crossley, D. (2018). *Fundamentals of soil Ecology*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805251-8.00004-1>
- Cuellar O. (1977). Animal Parthenogenesis. *Science*, 197(4306), 837–843.
- Dabert, M., Witalinski, W., Kazmierski, A., Olszanowski, Z., & Dabert, J. (2010). Molecular phylogeny of acariform mites (Acari, Arachnida): Strong conflict between phylogenetic signal and long-branch attraction artifacts. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 56(1), 222–241. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2009.12.020>
- Dalzochio, M. S., Baldin, R., Stenert, C., & Maltchik, L. (2016). Can organic and conventional agricultural systems affect wetland macroinvertebrate taxa in rice fields? *Basic and Applied Ecology*, 17(3), 220–229. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2015.10.009>
- Dequiedt, S., Saby, N. P. A., Lelievre, M., Jolivet, C., Thioulouse, J., Toutain, B., ... Ranjard, L. (2011). Biogeographical patterns of soil molecular microbial biomass as influenced by soil characteristics and management. *Global Ecology and Biogeography*, 20(4), 641–652. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00628.x>

- Detsis, V. (2000). Vertical distribution of Collembola in deciduous forests under mediterranean climatic conditions. *Belgian Journal of Zoology*, 130(SUPPL. 1), 55–59.
- de Vries FT, Thébault E, Liiri M et al. (2013) Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110, 14296–14301.
- Díaz Porres, M., Rionda, M., Madrid, E., Bedano, J. C., Momo, F., & Fernández Iriarte, P. (2018). Genetic variability in populations of the terrestrial isopod *Armadillidium vulgare* living in soils with different land uses. *Pedobiologia*, 71(July), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2018.07.001>
- Duges, 1834. Recherches sur l'ordre des Acariens en général et la famille des Trombididés en particulier. *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie* (2) 1: 5-46 (1834)
- Edwards A.L. y Sharitz R.R. 2000. Population genetics of two rare perennials in isolated wetlands: *Sagittaria isoetiformis* and *S. teres* (Alismataceae). *American Journal of Botany* 87:1147-1158.
- Edwards A., & Sharitz, R. E. R. S. (2000). Genetics of Two Rare Perennials in Isolated Wetlands : and, 87(8), 1147–1158.
- Elam D. 1998. Population genetics of vernal pool plants: Theory, data and conservation implications. En: Witham C.W., Bauder E., Belk D., Ferren W. y Ornduff R. Eds. *Ecology, Conservation and Management of Vernal Pool Ecosystems*, pp.180–189, California Native Plants Society. Sacramento, CA.
- Excoffier, L., Laval, G., & Schneider, S. (2007). Arlequin (version 3.0): an integrated software package for population genetics data analysis. *Evolutionary Bioinformatics Online*, 1(December 2014), 47–50. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19325852>
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC2658868>
- Excoffier, L., Laval, G., & Schneider, S. (2007). Arlequin (version 3.0): an integrated software package for population genetics data analysis. *Evolutionary Bioinformatics Online*, 1(December 2014), 47–50. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19325852>
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC2658868>
- FAO. (2015). Suelos y Biodiversidad. *Folleto*, 2015.

- Filser, J., Dette, A., Fromm, H., Lang, A., Mebes, K.H., Munch, J.C., Nagel, R., Winter, K., Beese, F., 1999. Reactions of soil organisms to site-specific management: the first long-term study at the landscape scale. In: Windhorst, W., Enckell, P.H. Eds. , Proceedings of the 3rd Conference ASustainable Landuse Management—The Challenge of Ecosystem ProtectionB, 28.9.–1.10.99, Salzau Federal Cultural Center, Organizers: University of KielrEuropean Ecological Federation. Verein Zur Forderung der Okosystem forschung an Kiele. V., ISSN "" 0940-7782. Ecosys Suppl. Bd., vol. 28, pp. 139–147.
- Fischer, C., Thies, C., & Tschardtke, T. (2011). Small mammals in agricultural landscapes: Opposing responses to farming practices and landscape complexity. *Biological Conservation*, 144(3), 1130–1136. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.12.032>
- Fließbach, A., Nietlispach, B., Messmer, M., Rodríguez-Romero, A. S., & Mäder, P. (2013). Microbial response of soils with organic and conventional management history to the cultivation of *Bacillus thuringiensis* (Bt)-maize under climate chamber conditions. *Biology and Fertility of Soils*, 49(7), 829–837. <https://doi.org/10.1007/s00374-013-0776-8>
- Foll, M., & Gaggiotti, O. (2006). Identifying the environmental factors that determine the genetic structure of populations. *Genetics*, 174(2), 875–891. <https://doi.org/10.1534/genetics.106.059451>
- Flores C. & Sarandón S. (2014). La energía en los agroecosistemas. En: SJ Sarandón & CC Flores (ed.) Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Colección libros de cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Capítulo 7: 190- 210. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>.
- Freckman, D.W. (1994). Life in the soil/soil biodiversity: its importance to ecosystem processes. Report on a workshop held at The Natural HistoryMuseum, London. NREL, Colorado State University, Ft. Collins, Colorado.
- Frimpong, J. O., Ofori, E. S. K., Yeboah, S., Marri, D., Offei, B. K., Apaatah, F., ... Osae, M. (2018). Evaluating the impact of synthetic herbicides on soil dwelling macrobes and the physical state of soil in an agro-ecosystem. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 156(March), 205–215. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.03.034>

- Froidevaux, J. S. P., Louboutin, B., & Jones, G. (2017). Does organic farming enhance biodiversity in Mediterranean vineyards? A case study with bats and arachnids. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 249(April), 112–122. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.08.012>
- Fromm, H., Winter, K., Filser, J., Hantschel, R., Beese, F., 1993. The influence of soil type and cultivation system on the spatial distributions of the soil fauna and microorganisms and their interactions. *Geoderma* 60, 109–118.
- Frouz, J., Roubířková, A., Heděnc, P., & Tajovský, K., (2015). Do soil fauna really hasten litter decomposition? A meta-analysis of enclosure studies. *European Journal of Soil Biology*, 68(March), 18–24. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2015.03.002>
- Frouz, J. (2017). Effects of soil macro- and mesofauna on litter decomposition and soil organic matter stabilization. *Geoderma*, (March), 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.08.039>
- Fujii, S., & Takeda, H. (2017). Succession of soil microarthropod communities during the aboveground and belowground litter decomposition processes. *Soil Biology and Biochemistry*, 110, 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.03.003>
- Fu, Y., (1997). Statistical Tests of Neutrality of Mutations Against Population Growth, Hitchhiking and Background Selection. Human Genetics Center, University of Texas, Houston, Texas 77225 . Copyright 1997 by the Genetics Society of America
- García-Segura, D., Castillo-Murrieta, I. M., Martínez-Rabelo, F., Gomez-Anaya, A., Rodríguez-Campos, J., Hernández-Castellanos, B., ... Barois, I. (2018). Macrofauna and mesofauna from soil contaminated by oil extraction. *Geoderma*, 332(November 2016), 180–189. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.06.013>
- García-Palacios, P., Maestre, F. T., Kattge, J., & Wall, D. H. (2013). Climate and litter quality differently modulate the effects of soil fauna on litter decomposition across biomes. *Ecology Letters*, 16(8), 1045–1053. <https://doi.org/10.1111/ele.12137>
- García-Segura, D., Castillo-Murrieta, I. M., Martínez-Rabelo, F., Gomez-Anaya, A., Rodríguez-Campos, J., Hernández-Castellanos, B., ... Barois, I. (2018). Macrofauna and mesofauna from soil contaminated by oil extraction. *Geoderma*, 332(November 2016), 180–189. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.06.013>
- Gardi, C., Montanarella, L., Arrouays, D., Bispo, A., Lemanceau, P., Jolivet, C., ... Menta, C. (2009). Soil biodiversity monitoring in Europe: Ongoing activities and challenges.

- European Journal of Soil Science*, 60(5), 807–819. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2009.01177.x>
- George, P. B. L., Keith, A. M., Creer, S., Barrett, G. L., Lebron, I., Emmett, B. A., ... Jones, D. L. (2017). Evaluation of mesofauna communities as soil quality indicators in a national-level monitoring programme. *Soil Biology and Biochemistry*, 115, 537–546. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.09.022>
- Gerg, V. (2016). European Journal of Soil Biology The effect of microarthropods on litter decomposition depends on litter quality, 75, 24–30. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2016.04.008>
- Gergócs, V., & Hufnagel, L. (2016). The effect of microarthropods on litter decomposition depends on litter quality. *European Journal of Soil Biology*, 75, 24–30. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2016.04.008>
- Gerlach, J., Samways, M., & Pryke, J. (2013). Terrestrial invertebrates as bioindicators: An overview of available taxonomic groups. *Journal of Insect Conservation*, 17(4), 831–850. <https://doi.org/10.1007/s10841-013-9565-9>
- Giroto, S., Comin, M., & Pizzi, C. (2017). Metagenomic reads binning with spaced seeds. *Theoretical Computer Science*, 698, 88–99. <https://doi.org/10.1016/j.tcs.2017.05.023>
- Gjuvslund, A. B., Hayes, B. J., Omholt, S. W., & Carlborg, Ö. (2007). Statistical epistasis is a generic feature of gene regulatory networks. *Genetics*, 175(1), 411–420. <https://doi.org/10.1534/genetics.106.058859>
- Glesener, R. R., & Tilman, D. (1978). Sexuality and the Components of Environmental Uncertainty: Clues from Geographic Parthenogenesis in Terrestrial Animals. *The American Naturalist*, 112(986), 659–673. <https://doi.org/10.1086/283308>
- Gormsen, D., Hedlund, K., Korthals, G. W., Mortimer, S. R., Pizl, V., Smilauerova, M., & Sugg, E. (2005). Management of plant communities on set-aside land and its effects on earthworm communities. *European Journal of Soil Biology*, 40(3–4), 123–128. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2004.08.001>
- Gruber, N., & Galloway, J. N. (2008). An Earth-system perspective of the global nitrogen cycle. *Nature*, 451(7176), 293–296. <https://doi.org/10.1038/nature06592>
- Gulvik, M. E. (2007). Mites (Acari) as indicators of soil biodiversity and land use monitoring: A review. *Polish Journal of Ecology*, 55(3), 415–440.

- Hartl, D., & Clark, A., 2007. Principles of Population Genetics. *Écoscience*, 14(4), pp. 544–545
- Heidemann, K., Hennies, A., Schakowske, J., Blumenberg, L., Ruess, L., Scheu, S., & Maraun, M. (2014). Free-living nematodes as prey for higher trophic levels of forest soil food webs. *Oikos*, 123(10), 1199–1211. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2013.00872.x>
- Hermosilla W, I Rubio. 1974. Prospección preliminar de la fauna edáfica de la estancia El Vecino (cuenca del Salado, Prov. Buenos Aires, Argentina). *Physis* 33: 259- 265.
- Huelsenbeck, J., & Ronquist, F., (2001). MRBAYES: Bayesian inference of phylogenetic trees. *Bioinformatics*, 17(8), 754–755. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11524383>
- Hülsmann, A., & Wolters, V. (1998). The effects of different tillage practices on soil mites , with particular reference to Oribatida . *Appl Soil Ecol* 9 : 327-332, 9(September), 327–332. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(98\)00084-5](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(98)00084-5)
- Hummel, R. L., Walgenbach, J. F., Hoyt, G. D., & Kennedy, G. G. (2002). Effects of production system on vegetable arthropods and their natural enemies. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 93(1–3), 165–176. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00345-0](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00345-0)
- http://www.ungs.edu.ar/ms_ici/wp-content/uploads/2015/11/mesofauna-del-suelo-Momo-Falco.pdf
- Iturrondobeitia, J. C., Caballero, A. I., & Arroyo, J. (2004). Avances en la utilización de los Ácaros Oribátidos como indicadores de las condiciones edáficas. *Munibe. Suplemento*, 21, 70–91. Retrieved from <http://www.aranzadizientziak.org/fileadmin/docs/Munibe/2005001171.pdf#page=66>
- Jacomini, C., Nappi, P., Sbrilli, G., Mancini, L., 2000. Indicatori ed Indici Ecotossicologici e Biologici Applicati al Suolo: Stato Dell'arte. Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA). RTI CTN_SSC 3/2000.
- Jucevica, E., & Melecis, V. (2006). Global warming affect Collembola community: A long-term study. *Pedobiologia*, 50(2), 177–184. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2005.10.006>
- Kardol, P., Reynolds, W. N., Norby, R. J., & Classen, A. T. (2011). Climate change effects on soil microarthropod abundance and community structure. *Applied Soil Ecology*, 47(1), 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.11.001>

- Karg, W. 1963. Die edaphischen Acarina in ihren Beziehungen zur Mikroflora und ihren Eignung also Anzeiger für Prozesse der Bodenbildung. In: Soil organisms. (Eds. J. Doeksen and J. van der Drift). North-Holland Publishing Co. Amsterdam, p. 305
- Karg, W., Freier, B., 1995. Parasitiforme Raubmilben als Indikatoren für den ökologischen Zustand von Ökosystemen. Mittlg. BBA f. Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, Heft 308, p. 96.
- Kautenburger, R. (2006). Impact of different agricultural practices on the genetic structure of *Lumbricus terrestris*, *Arion lusitanicus* and *Microtus arvalis*. *Animal Biodiversity and Conservation*, 29(1), 19–32.
- Karunaratna, M., & Wilson, C. (2017). Agricultural biodiversity and farm level technical efficiency: An empirical investigation. *Journal of Forest Economics*, 29, 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.jfe.2017.08.002>
- Karyanto, A., C. Rahmadi, E. Franklin, F.X. Susilo, and J. Wellington-de-Morais. (2008). Soil collembola, acari and other mesofauna – The Berlesse method. In: M.S. Moreira et al., editors, A handbook of tropical soil biology. Earthscan, London. GBR. p. 85-94.
- Kearney, M. (2005). Hybridization, glaciation and geographical parthenogenesis. *Trends in Ecology and Evolution*, 20(9), 495–502. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.06.005>
- Khan, A., Bashir, M., Khan, B., & Javed, N. (2017). Biodiversity of Soil Inhabiting Mesostigmata Ecological Zones of Punjab, Pakistan, 49(2), 677–683.
- Koehler, H.H., 1992. The use of soil mesofauna for the judgement of chemical impact on ecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 40, 193–205.
- Lacy, R. (1997). Importance of Genetic Variation to the Viability of Mammalian Populations. *Journal of Mammalogy*, 78(2), 320–335. <https://doi.org/10.2307/1382885>
- Lavelle, P., Decaëns, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F., ... Rossi, J. P. (2006). Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, 42(SUPPL. 1). <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2006.10.002>
- Laikre L, Allendorf FW, Aroner LC, Baker CS, Gregovich DP, Hansen MM, ... Waples, R.s. (2009). Neglect of genetic diversity in implementation of the convention on biological diversity: Conservation in 1. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01425.x>

- Lehmitz, R., Russell, D., Hohberg, K., Christian, A., & Xylander, W. E. R. (2011). Wind dispersal of oribatid mites as a mode of migration. *Pedobiologia*, 54(3), 201–207. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2011.01.002>
- Lehmitz, R., Russell, D., Hohberg, K., Christian, A., & Xylander, W. E. R. (2012). Active dispersal of oribatid mites into young soils. *Applied Soil Ecology*, 55, 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2011.12.003>
- Li, B., Wu, S., Zhou, S., Wang, T., & Chen, H. (2017). Quantifying and mapping threats to soil biodiversity in Nanjing, China. *European Journal of Soil Biology*, 82, 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2017.08.007>
- Librado, P. and Rozas, J. (2009). DnaSP v5 a Software for Comprehensive Analysis of DNA Polymorphism Data. *Bioinformatics*, 25, 1451–1452. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btp187>
- Lindquist, E., Krantz G. y Walter G. (2009). Classification. In A manual of Acarology, G. W. Krantz y D. E. Walter (eds.). Texas Tech University Press, Lubbock, Texas. p. 97–103.
- Lindberg, N., & Bengtsson, J. (2005). Population responses of oribatid mites and collembolans after drought. *Applied Soil Ecology*, 28(2), 163–174. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2004.07.003>
- Liu, J. L., Li, F. R., Liu, L. L., & Yang, K. (2017). Responses of different Collembola and mite taxa to experimental rain pulses in an arid ecosystem. *Catena*, 155, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.03.008>
- Li S, Liu SL, Pei SY, Ning MM, Tang SQ. (2020) Genetic diversity and population structure of *Camellia huana* (Theaceae), a limestone species with narrow geographic range, as deduced from chloroplast DNA sequence and microsatellite markers. *Plant Divers.* 2020;(xxxx). Practice and policy. *Conserv Biol.* 2010;24(1):86–8. 8. <https://doi.org/10.1016/j.pld.2020.06.003>
- Lóšková J, Ľuptáčík P, Miklisová D, Kováč L. The effect of clear-cutting and wildfire on soil Oribatida (Acari) in windthrown stands of the High Tatra Mountains (Slovakia). *Eur J Soil Biol.* 2013;55:131. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2013.01.001>
- Maaß, S., Caruso, T., & Rillig, M. C. (2015). Functional role of microarthropods in soil aggregation. *Pedobiologia*, 58(2–3), 59–63. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2015.03.001>

- Maisto, G., Santorufo, L., Milano, V., & Arena, C. (2016). Relationships between *Quercus ilex* L. litter characteristics and soil microarthropod community in an urban environment at different climatic conditions. *Applied Soil Ecology*, 99, 98–109. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2015.11.025>
- Maldague, M., 1961. Relation entre le couvert végétal et la microfaune, leur importance dans la conservation biologiques des sols tropicaux. Publ. Inst. Natn. Etude agron. Congo (I.N.E.A.C.), Sér. scientifique, 90: 1-122.
- Mandal, A., & Sathyaseelan, N. (2012). Impact of Climate Change on Soil Biodiversity-a Review. *Agri. Reviews*, (4), 33–33.
- Malone, L. A., Burgess, E. P. J., Barraclough, E. I., Poulton, J., & Todd, J. H. (2017). Comparison of invertebrate biodiversity in New Zealand apple orchards using integrated pest management, with or without codling moth mating disruption, or organic pest management. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 247(April), 379–388. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.06.046>
- Manoharan, L., Kushwaha, S. K., Ahrén, D., & Hedlund, K. (2017). Agricultural land use determines functional genetic diversity of soil microbial communities. *Soil Biology and Biochemistry*, 115, 423–432. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.09.011>
- Manu, M., Băncilă, R. I., Iordache, V., Bodescu, F., & Onete, M. (2017). Impact assessment of heavy metal pollution on soil mite communities (Acari: Mesostigmata) from Zlatna Depression – Transylvania. *Process Safety and Environmental Protection*, 108(May), 121–134. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2016.06.011>
- Margalef, R. (1958) Information Theory in Ecology. *General Systems*, 3, 36-71.
- Marian, F., Sandmann, D., Krashevskaya, V., Maraun, M., & Scheu, S. (2018). Altitude and decomposition stage rather than litter origin structure soil microarthropod communities in tropical montane rainforests. *Soil Biology and Biochemistry*, 125(May), 263–274. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.07.017>
- Masoni, A., Frizzi, F., Brühl, C., Zocchi, N., Palchetti, E., Chelazzi, G., & Santini, G. (2017). Management matters: A comparison of ant assemblages in organic and conventional vineyards. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 246(January), 175–183. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.05.036>
- Masoni, A., Frizzi, F., Brühl, C., Zocchi, N., Palchetti, E., Chelazzi, G., & Santini, G. (2017). Management matters: A comparison of ant assemblages in organic and

- conventional vineyards. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 246(January), 175–183. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.05.036>
- Maraun, M., Heethoff, M., Schneider, K., Scheu, S., Weigmann, G., Cianciolo, J., ... Norton, R. A. (2004). Molecular phylogeny of oribatid mites (Oribatida, Acari): Evidence for multiple radiations of parthenogenetic lineages. *Experimental and Applied Acarology*, 33(3), 183–201. <https://doi.org/10.1023/B:APPA.00000032956.60108.6d>
- Meehan, M. L., Song, Z., Lumley, L. M., Cobb, T. P., & Proctor, H. (2019). Soil mites as bioindicators of disturbance in the boreal forest in northern Alberta, Canada: Testing taxonomic sufficiency at multiple taxonomic levels. *Ecological Indicators*, 102(January), 349–365. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.02.043>
- Melnychuk, N. a, Olfert, O., Youngs, B., & Gillott, C. (2013). Agriculture, Ecosystems {&} Environment - Abundance and diversity of Carabidae (Coleoptera) in different farming systems, 95, 69–72. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880902001196>
- Menta, C., Leoni, A., Gardi, C., & Delia Conti, F. (2011). Are grasslands important habitats for soil microarthropod conservation? *Biodiversity and Conservation*, 20(5), 1073–1087. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0017-0>
- Menta, C., Conti, F. D., & Pinto, S. (2016). Microarthropods biodiversity in natural, seminatural and cultivated soils-QBS-ar approach. *Applied Soil Ecology*, (May), 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.05.020>
- Menta, C., Conti, F. D., & Pinto, S. (2016). Microarthropods biodiversity in natural, seminatural and cultivated soils-QBS-ar approach. *Applied Soil Ecology*, (May), 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.05.020>
- Mineiro, J. & Moraes, G. 2001. Gamasida (Arachnida: Acari) edáficos de Piracicaba, Estado de São Paulo. *Neotropical Entomology* 30(3):379-385.
- Minor, M. A., Volk, T. A., & Norton, R. A. (2004). Effects of site preparation techniques on communities of soil mites (Acari: Oribatida, Acari: Gamasida) under short-rotation forestry plantings in New York, USA. *Applied Soil Ecology*, 25(3), 181–192. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2003.10.002>
- Minor, M. A. (2011). Spatial patterns and local diversity in soil oribatid mites (Acari: Oribatida) in three pine plantation forests. *European Journal of Soil Biology*, 47(2), 122–128. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2011.01.003>

- Mitchell, R. J., Urpeth, H. M., Britton, A. J., & Taylor, A. R. (2017). Soil microarthropod-plant community relationships in alpine moss- sedge heath. *Applied Soil Ecology*, 111, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2016.10.010>
- Momo, F., & Falco, L. (2003). La mesofauna del suelo: biología y ecología. *Biology and Ecology of the Soil Mesofauna*, 51–58. Retrieved from
- Momo, F., & Falco, L. (2015). La Mesofauna del Suelo, Biología y Ecología, 8. Retrieved from http://www.ungs.edu.ar/ms_ici/wp-content/uploads/2015/11/mesofauna-del-suelo-Momo-Falco.pdf
- Montanarella, L., Badraoui, M., Chude, V., Costa, I. D. S. B., Mamo, T., Yemefack, M., ... Mckenzie, N. (2015). *The Status of the World's Soil Resources (Main Report)*. <https://doi.org/ISBN 978-92-5-109004-6>
- Morriën, E., 2016. Understanding soil food web dynamics, how close do we get? *Soil Biol. Biochem.* 102, 10-13
- Murrell, A., Dobson, S. J., Walter, D. E., Campbell, N. J. H., Shao, R., & Barker, S. C. (2005). Relationships among the three major lineages of the Acari (Arthropoda:Arachnida) inferred from small subunit rRNA: paraphyly of the Parasitiformes with respect to the Opilioacariformes and relative rates of nucleotide substitution. *Invertebrate Systematics*, 19(5), 383. <https://doi.org/10.1071/is05027>
- Murray, P. J., Cook, R., Currie, A. F., Dawson, L. A., Gange, A. C., Grayston, S. J., & Treonis, A. M. (2006). Interactions between fertilizer addition, plants and the soil environment: Implications for soil faunal structure and diversity. *Applied Soil Ecology*, 33(2), 199–207. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2005.11.004>
- Nascimbene, J., Marini, L., & Paoletti, M. G. (2012). Organic farming benefits local plant diversity in vineyard farms located in intensive agricultural landscapes. *Environmental Management*, 49(5), 1054–1060. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9834-5>
- Neher, D.A., Barbercheck, M.E. 1999. Diversity and function of soil mesofauna. In: Biodiversity in Agroecosystems. Collins, W.W., Qualset, CO. CRC Press. USA. 27-47.
- Nei, M. (1987) *Molecular Evolutionary Genetics*. Columbia University Press, New York.
- Nielsen, U., Wall, D. H., & Six, J. (2015). Soil Biodiversity and the Environment. *Ssrn*. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102014-021257>

- ODEPA (2019). Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. <https://www.odepa.gob.cl/rubro/vinos/catastro-viticola-nacional>
- Orgiazzi, A., Dunbar, M. B., Panagos, P., de Groot, G. A., & Lemanceau, P. (2015). Soil biodiversity and DNA barcodes: Opportunities and challenges. *Soil Biology and Biochemistry*, 80, 244–250. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.10.01>
- Paoletti, M. G., Pimentel, D., Stinner, B. R., & Stinner, D. (1992). Agroecosystem biodiversity: matching production and conservation biology. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 40(1–4), 3–23. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(92\)90080-U](https://doi.org/10.1016/0167-8809(92)90080-U)
- Pfingstl, T., & Baumann, J. (2017). Morphological diversification among island populations of intertidal mites (Acari, Oribatida, Fortuyniidae) from the Galápagos archipelago. *Experimental and Applied Acarology*, 72(2), 115–131. <https://doi.org/10.1007/s10493-017-0149-3>
- Potapov, A. M., Goncharov, A. A., Semenina, E. E., Korotkevich, A. Y., Tsurikov, S. M., Rozanova, O. L., ... Tiunov, A. V. (2017). Arthropods in the subsoil: Abundance and vertical distribution as related to soil organic matter, microbial biomass and plant roots. *European Journal of Soil Biology*, 82, 88–97. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2017.09.001>
- Peredo, S., C. Barrera, E. Parada and M. Vega. (2012). Taxocenotic and biocenotic analysis over time of edaphic mesofauna in organic *Vaccinium* sp. plantations southern central Chile. *Agrociencia* 46(2): 163–173.
- Petersen, H. (2002). *General aspects of collembolan ecology at the turn of the millennium*. *Pedobiologia*, 46(3-4), 246–260. doi:10.1078/0031-4056-00131
- Petersen, H. (2011). Collembolan communities in shrublands along climatic gradients in Europe and the effects of experimental warming and drought on population density, biomass and diversity. *Soil Organisms*, 83(3), 463–488.
- Pielou, E. C. 1975. Ecological Diversity. Wiley Interscience, New York, 385 pp.
- Ponge, J. F., Pérès, G., Guernion M., Ruiz-Camacho N., Cortet J., Pernin C., ... Cluzeau, D., (2013). The impact of agricultural practices on soil biota: A regional study. *Soil Biology and Biochemistry*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.08.026>
- Puig-Montserrat, X., Stefanescu, C., Torre, I., Palet, J., Fàbregas, E., Dantart, J., ... Flaquer, C. (2017). Effects of organic and conventional crop management on

- vineyard biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 243(April), 19–26.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.04.005>
- Rambaut A. 2012. FigTree. (version1.4.0). Available
 at <http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/>
- Real, R., & M. Vargas, J. (2012). The Probabilistic Basis of Jaccard's Index of Similarity. *Society of Systematic Biologists The Proba*, 45(3), 380–385.
- Reeve, J. R., Schadt, C. W., Carpenter-Boggs, L., Kang, S., Zhou, J., & Reganold, J. P. (2010). Effects of soil type and farm management on soil ecological functional genes and microbial activities. *ISME Journal*, 4(9), 1099–1107.
<https://doi.org/10.1038/ismej.2010.42>
- Renker, C., Otto, P., Schneider, K., Zimdars, B., Maraun, M., & Buscot, F. (2005). Oribatid mites as potential vectors for soil microfungi: Study of mite-associated fungal species. *Microbial Ecology*, 50(4), 518–528. <https://doi.org/10.1007/s00248-005-5017-8>
- Roschewitz, I., Gabriel, D., Tschardt, T., & Thies, C. (2005). The effects of landscape complexity on arable weed species diversity in organic and conventional farming. *Journal of Applied Ecology*, 42(5), 873–882. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01072.x>
- Rosenberger, M., Maraun, M., Scheu, S., & Schaefer, I. (2013). Pre- and post-glacial diversifications shape genetic complexity of soil-living microarthropod species. *Pedobiologia*, 56(2), 79–87. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2012.11.003>
- Russell, D. J., Hohberg, K., Potapov, M., Bruckner, A., Otte, V., & Christian, A. (2014). Native terrestrial invertebrate fauna from the northern Antarctic Peninsula : new records , state of current knowledge and ecological preferences – Summary of a German federal study. *Soil Organisms*, 86(1), 1–58.
- Rusterholz, H. P., Salamon, J. A., Ruckli, R., & Baur, B. (2014). Effects of the annual invasive plant *Impatiens glandulifera* on the collembola and acari communities in a deciduous forest. *Pedobiologia*, 57(4–6), 285–291.
<https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2014.07.001>
- Sadzwarka, A., Carrasco, M., Demanet, R., Flores, H., Grez, R., Mora, M., & Neaman, A. (2007). Metodos de analisis de tejidos vegetales. *CNA Comisión de Normalización y Acreditación. Sociedad Chilena de La Ciencia Del Suelo*. Retrieved from <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR34664.pdf>

- Salomone, N., Avanzati, A. M., Baratti, M., & Bernini, F. (2003). Genetic and morphological analysis of some European species of the ``coriaceus group {''} of Carabodes (Acari, Oribatida, Carabodidae) and description of C-tyrrhenicus sp nov. *Zoologischer Anzeiger*, 242(2), 121–136. <https://doi.org/10.1078/0044-5231-00092>
- Santos, P., & Whitford, W., (1981). The Effects of Microarthropods on Litter Decomposition in a Chihuahuan Desert Ecosystem Author (s): Perseu F. Santos and Walter G. Whitford Reviewed work (s): Published by: Ecological Society of America Stable. <https://doi.org/10.2307/1937733>
- Santorufu, L., Van Gestel, C. A. M., Rocco, A., & Maisto, G. (2012). Soil invertebrates as bioindicators of urban soil quality. *Environmental Pollution*, 161, 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.09.042>
- Santorufu, L., Van Gestel, C. A. M., & Maisto, G. (2014). Sampling season affects conclusions on soil arthropod community structure responses to metal pollution in Mediterranean urban soils. *Geoderma*, 226–227(1), 47–53. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.02.001>
- Schatz, H. (1998). Oribatid mites of the Galapagos Islands - Faunistics, ecology and speciation. *Experimental and Applied Acarology*, 22(7), 373–409. <https://doi.org/10.1023/A:1006097928124>
- Seniczak, S., Graczyk, R., Seniczak, A., Faleńczyk-Koziróg, K., Kaczmarek, S., & Marquardt, T. (2018). Microhabitat preferences of Oribatida and Mesostigmata (Acari) inhabiting lowland beech forest in Poland and the trophic interactions between these mites. *European Journal of Soil Biology*, 87(April), 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2018.04.004>
- Seyd, E.L., 1962. The moss mites of Kinder Scout, Derbyshire (Acari: Oribatei). *Zool. J. Linn. Soc.* 44, 585–591.
- Schaal BA, Leverich WJ, Rogstad SH. 1991. Comparison of methods for assessing genetic variation in plant conservation biology. In: Falk DA, Holsinger KE, eds. *Genetics and conservation of rare plants*. New York, NY: Oxford University Press, 123–134.
- Schaal BA, Leverich WJ, Rogstad SH. 1991. Comparación de métodos para evaluar la variación genética en la biología de la conservación de plantas. En: Falk DA, Holsinger KE, eds. *Genética y conservación de plantas raras* . Nueva York, NY: Oxford University Press, 123–134.

- Schäffer, S., Koblmüller, S., Pfingstl, T., Sturmbauer, C., & Krisper, G. (2010). Contrasting mitochondrial DNA diversity estimates in Austrian *Scutovertex minutus* and *S. sculptus* (Acari, Oribatida, Brachypylina, Scutoverticidae). *Pedobiologia*, 53(3), 203–211. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2009.09.004>
- Schäffer S, Kerschbaumer M, Koblmüller S. Multiple new species: Cryptic diversity in the widespread mite species *Cymbaeremaeus cymba* (Oribatida, Cymbaeremaeidae). *Mol Phylogenet Evol.* 2019;135(March):185–92. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.03.008>
- Scott R, Gras R. A simulation study shows impacts of genetic diversity on establishment success of digital invaders in heterogeneous environments. *Ecol Modell.* 2020;431(June). <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109173>
- Schwilch, G., Bestelmeyer, B., Bunning, S., Critchley, W., Herrick, J., Kellner, K., ... Winslow, M. (2011). Experiences in monitoring and assessment of sustainable land management. *Land Degradation and Development*, 22(2), 214–225. <https://doi.org/10.1002/ldr.1040>
- Seastedt, T. (2002). The Role of Microarthropods in Decomposition and Mineralization Processes. *Annual Review of Entomology*, 29(1), 25–46. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.29.1.25>
- Simoni, S., Nannelli, R., Castagnoli, M., Goggioli, D., Moschini, V., Vazzana, C., ... Migliorini, P. (2013). Abundance and biodiversity of soil arthropods in one conventional and two organic fields of maize in stockless arable systems. *Redia*, 96(October), 37–44.
- Skubała, P., 2004. Colonization and Development of Oribatid Mite Communities (Acari, Oribatida) on Post-industrial Dumps. Wydawnictwo Uniwersytetu Skaskiego, Katowice, pp. 1–208
- Slatkin, M. (2010). Gene flow and the Geographic Structure of natural populations. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 82(2), 235–242. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2010.09-0588>
- Smith, T.D., McE. Kevan, D.K., Hill, S.B., 1980. Effects of six biocides on non-target soil mesoarthropods from pasture on Ste. Rosalie clay loam St. Clet, Quebec. In: Dindal, D.L. (Ed.), Soil Biology as Related to Land Use Practices. Office of Pesticide and Toxic Substances, EPA, Washington, DC, pp. 56–70

- Socorras & Izquierdo. (2014). Evaluación de sistemas agroecológicos mediante indicadores biológicos de la calidad del suelo: mesofauna edáfica. *Pastos y Forrajes*, Vol. 37, No. 1, enero-marzo, 47-54, 2014.
- Socarrás, A. (2013). Soil mesofauna: biological indicator of soil quality. *Pastos y Forrajes*, 36(1), 5–13(Es), 14–21(En).
- Socarras, A. (2013). Soil mesofauna: biological indicator of soil quality. *Pastos y Forrajes*, 36(1), 5–13(Es), 14–21(En).
- Soong, J. L., & Nielsen, U. N. (2016). The role of microarthropods in emerging models of soil organic matter. *Soil Biology and Biochemistry*, 102, 37–39. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.06.020>
- Soong, J. L., & Nielsen, U. N. (2016). The role of microarthropods in emerging models of soil organic matter. *Soil Biology and Biochemistry*, 102, 37–39. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.06.020>
- Soong, J. L., Vandegehuchte, M. L., Horton, A. J., Nielsen, U. N., Deneff, K., Shaw, E. A., ... Cotrufo, M. F. (2016). Soil microarthropods support ecosystem productivity and soil C accrual: Evidence from a litter decomposition study in the tallgrass prairie. *Soil Biology and Biochemistry*, 92, 230–238. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.10.014>
- Suárez Salazar, J. C., Durán Bautista, E. H., & Rosas Patiño, G. (2015). Macrofauna edáfica asociada a sistemas agroforestales en la Amazonia Colombiana. *Acta Agronómica*, 64(3), 214–220. <https://doi.org/10.15446/acag.v64n3.38033>
- Tajima, F. (1983). Evolutionary relationship of DNA sequences in finite populations. *Genetics*, 105(2), 437–460. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6628982> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC1202167>
- Tajima F. (1989). Statistical method for testing the neutral mutation hypothesis by DNA polymorphism. *Genetics*, 123(3), 585–595.
- Tao, H., Slade, E. M., Willis, K. J., Caliman, J., & Snaddon, J. L. (2016). Agriculture, Ecosystems and Environment Effects of soil management practices on soil fauna feeding activity in an Indonesian oil palm plantation. *"Agriculture, Ecosystems and Environment,"* 218, 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.11.012>
- Thompson, J. D., Gibson, T. J., Plewniak, F., Jeanmougin, F. and Higgins, D. G. (1997). The CLUSTAL_X windows interface: flexible strategies for multiple sequence

- alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic Acids Res.* (Online) 25, 4876-4882.
- Torri, S., Alvarez, R., Lavado, R., 2003. Mineralization of carbon from sewage sludge in three soils of the Argentine pampas. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 34, 20352043.
- Tsagkarakou, A., Tsigenopoulos, C. S., Gorman, K., Lagnel, J., & Bedford, I. D. (2007). Biotype status and genetic polymorphism of the whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in Greece: Mitochondrial DNA and microsatellites. *Bulletin of Entomological Research*, 97(1), 29–40.
<https://doi.org/10.1017/S000748530700466X>
- Tsiafouli, M. A., Thébault, E., Sgardelis, S. P., de Ruiter, P. C., van der Putten, W. H., Birkhofer, K., ... Hedlund, K. (2015). Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology*, 21(2), 973–985.
<https://doi.org/10.1111/gcb.12752>
- Tuck, S. L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L. A., & Bengtsson, J. (2014). Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: A hierarchical meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 51(3), 746–755.
<https://doi.org/10.1111/1365-2664.12219>
- Van der Hammen, L., 1972. A revised classification of the mites (Arachnidea, Acarida) with diagnoses, a key, and notes on phylogeny. — *Zool. Meded. Leiden*, 47: 273-292, fig. 1.
- Verhoef, H. (2004). Soil biota and activity.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., ... Umaña, A. M. (2004). Manual De Métodos Para El Desarrollo De Inventarios De Biodiversidad. *Programa Inventarios de Biodiversidad; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*, 236.
- Visioli G., Menta C., Gardi C., Conti F. D. (2013). Metal toxicity and biodiversity in serpentine soils: application of bioassay tests and microarthropod index. *Chemosphere* 90 1267–1273. 10.1016/j.chemosphere.2012.09.081
[PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Wall, D. H., Bradford, M. A., St. John, M. G., Trofymow, J. A., Behan-Pelletier, V., Bignell, D. E., ... Zou, X. (2008). Global decomposition experiment shows soil animal impacts on decomposition are climate-dependent. *Global Change Biology*, 14(11), 2661–2677. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01672.x>

- Wang, S., Tan, Y., Fan, H., Ruan, H., & Zheng, A. (2015). Responses of soil microarthropods to inorganic and organic fertilizers in a poplar plantation in a coastal area of eastern China. *Applied Soil Ecology*, 89, 69–75. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2015.01.004>
- Wasserstrom, H., & Steinberger, Y. (2016). Does distance from the sea affect a soil microarthropod community? *Acta Oecologica*, 76, 39–46. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2016.08.005>
- Wei, W., Yan, Y., Cao, J., Christie, P., Zhang, F., Fan, M., 2016. Effects of combined application of organic amendments and fertilizers on crop yield and soil organic matter: an integrated analysis of long-term experiments. *Agric. Ecosyst. Environ.* 225, 8692.
- Weigmann, G., Kratz, W., 1987. Oribatid mites in urban zones of West Berlin. *Biol. Fertil. Soils* 3, 81–84.
- Weigmann G. (2006). Hornmilben (Oribatida), Die Tierwelt Deutschlands.
- Whalen, J., & Sampedro, L., (2010). *Soil Ecology and Management*. CABI
- White, C. S., & Marinakis, Y. D. (1990). Biology and Fertility of Soils A flexible model for quantitative comparisons of nitrogen mineralization patterns. *Time*, 239–244.
- Willig, M. R., & Presley, S. J. (2018). *Biodiversity and Disturbance. Encyclopedia of the Anthropocene* (Vol. 3). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809665-9.09813-X>
- Winter, J.P. and Behan-Pelletier, V.M. (2007). "Microarthropods.", in Gregorich, E.G. and Carter, M.R. (eds.) - *Soil Sampling and Methods of Analysis*, 2nd Edition., CRC Press Taylor & Francis, Boca Raton, FL, USA, Chapter 32, pp. 399-415.
- Winkler, D., & Tóth, V. (2012). Effects of afforestation with pines on collembola diversity in the Limestone hills of Szárhalom (West Hungary). *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 8(1), 9–20. <https://doi.org/10.2478/v10303-012-0001-8>
- Wolfenbarger, L. L. R., Naranjo, S. E., Lundgren, J. G., Bitzer, R. J., & Watrud, L. S. (2008). Bt crop effects on functional guilds of non-target arthropods: A meta-analysis. *PLoS ONE*, 3(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002118>
- Vis, M. L., Carr, S. M., Bowering, W. R., & Davidson, W. S. (2011). Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) in the North Atlantic are genetically homogeneous. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54(8), 1813–1821. <https://doi.org/10.1139/f97-088>

- Yan, X., Ni, Z., Chang, L., Wang, K., & Wu, D. (2015). Soil warming elevates the abundance of Collembola in the Songnen plain of China. *Sustainability (Switzerland)*, 7(2), 1161–1171. <https://doi.org/10.3390/su7021161>
- Yang, B., Liu, X., Ge, F., Bao, W., Fu, S., & Liang, W. (2015). Do shifts in soil Oribatida (Acari, Oribatida) give information on differences in fruit yield of Chinese star anise? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 207, 211–217. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.04.013>
- Yang W, Ding J, Wang S, Yang Y, Song G, Zhang Y. (2020). Variation in genetic diversity of tree sparrow (*Passer montanus*) population in long-term environmental heavy metal polluted areas. *Environ Pollut.* 2020;263. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114396>
- Zalazar, L., & Salvo, A. (2007). Entomofauna asociada a cultivos hortícolas orgánicos y convencionales en Córdoba, Argentina. *Neotropical Entomology*, 36(5), 765–773. <https://doi.org/10.1590/s1519-566x2007000500019>
- Zhang, F., Chen, Z., Dong, R. R., Deharveng, L., Stevens, M. I., Huang, Y. H., & Zhu, C. D. (2014). Molecular phylogeny reveals independent origins of body scales in Entomobryidae (Hexapoda: Collembola). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 70(1), 231–239. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2013.09.024>
- Zhu, X., & Zhu, B. (2015). Diversity and abundance of soil fauna as influenced by long-term fertilization in cropland of purple soil, China. *Soil and Tillage Research*, 146(PA), 39–46. <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.07.004>
- Ermilov, S. G. (2019). New species of oribatid mites of the family Oppiidae (Acari, Oribatida) from Chile. *Zootaxa*, 4656(2), zootaxa-4656.
- Ermilov, S. G. (2020). A New Species of *Pseudotocepheus* Balogh 1960 from Chile and a Redescription of *Leptotocepheussexidimorphus* (Vasiliu et Călugăr 1977) comb. n. from Cuba (Acari, Oribatida, Otocepheidae). *Зоологический журнал*, 99(12), 1375-1385.
- Norton, R. A., & Ermilov, S. G. (2019). *Anderemaeus* (Acari, Oribatida)—overview, three new species from South America and reassessment of *Anderemaeidae* supported by ontogeny. *Zootaxa*, 4647(1), 241-289.
- Zuniga-Reinoso, A., Munoz-Escobar, C., & Hernandez, C. E. (2013). Patterns and causes of geographical latitudinal structure of oribatid (Acari: Oribatida) in Patagonia and Antarctica. *Revista Chilena De Historia Natural*, 86(3), 279-289.

- Wehner, K., Scheu, S., & Maraun, M. (2014). Resource availability as driving factor of the reproductive mode in soil microarthropods (Acari, Oribatida). *PloS one*, 9(8), e104243.
- Schneider, K., Migge, S., Norton, R. A., Scheu, S., Langel, R., Reineking, A., & Maraun, M. (2004). Trophic niche differentiation in soil microarthropods (Oribatida, Acari): evidence from stable isotope ratios ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$). *Soil Biology and Biochemistry*, 36(11), 1769-1774.

7. ANEXOS

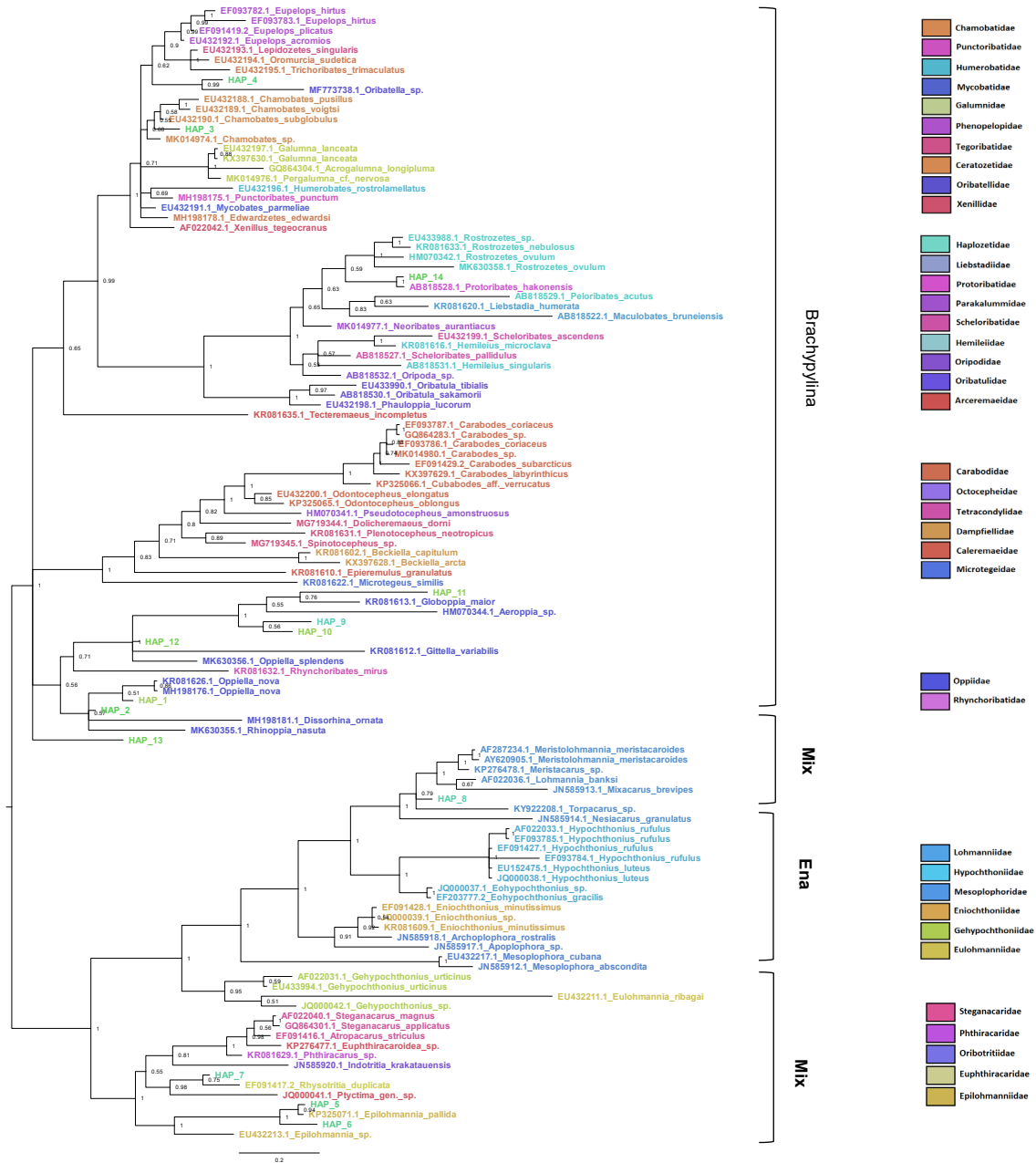


Figura 5. Reconstrucción filogenética bayesiana del orden oribátida. se muestra el soporte encima de 0.5 (IB). los taxones son Brachypylina, Mix: Mixonomata, Ena: Enarthronota.

Tabla 8.

Individuos incluidos en este estudio. Secuencias extraídas del GenBank

Accession	Nombre	Phyllum	Subdivisiones	Subphylum	Subclase	Superorden	Orden	Suborden	Superfamilia	Familia	Género
AB818522.1	Maculobates_b runeiensis	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Liebstadiidae	Maculobates
AB818527.1	Schelolibates_ pallidulus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Schelolibatidae	Schelolibates
AB818528.1	Protolibates_h akonensis	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Protolibatidae	Protolibates
AB818529.1	Pelolibates_ac utus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Haplozetidae	Pelolibates
AB818530.1	Oribatula_saka morii	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Oribatulidae	Oribatula
AB818531.1	Hemileius_sing ularis	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Hemileiidae	Hemileius
AB818532.1	Oripoda_sp._S K-2013	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Oripodidae	Oripoda
AF022031.1	Gehypochthoni us_urticinus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Parhypochthoni oidea	Gehypochthoniidae	Gehypochthonius
AF022033.1	Hypochthonius _rufulus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Enarthronota	Hypochthonoi dea	Hypochthoniidae	Hypochthonius
AF022036.1	Lohmannia_ba nksi	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Lohmannioide a	Lohmanniidae	Lohmannia
AF022040.1	Steganacarus_ magnus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Phthiracaroi dea	Steganacaridae	Steganacarus
AF022042.1	Xenillus_tegeo cranus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Gustavioidea	Xenillidae	Xenillus
AF287234.1	Meristolohman nia_meristacar oides	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Lohmannioide a	Lohmanniidae	Meristolohmannia
AY620905.1	Meristolohman nia_meristacar oides	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Lohmannioide a	Lohmanniidae	Meristolohmannia
EF091416.1	Atropacarus_st riculus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Phthiracaroi dea	Steganacaridae	Atropacarus
EF091417.2	Rhysotritia_dup licata	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Euphthiracaroi dea	Euphthiracaridae	Rhysotritia
EF091419.2	Eupelops_plica tus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Phenopelopoi dea	Phenopelopidae	Eupelops
EF091427.1	Hypochthonius _rufulus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Enarthronota	Hypochthonoi dea	Hypochthoniidae	Hypochthonius
EF091428.1	Eniochthonius_ minutissimus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Enarthronota	Hypochthonoi dea	Eniochthoniidae	Eniochthonius
EF091429.2	Carabodes_su barcticus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Carabodoidea	Carabodidae	Carabodes

EF093782.1	Eupelops_hirtus_isolate_08EH	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Phenopelopoida	Phenopelopidae	Eupelops
EF093783.1	Eupelops_hirtus_isolate_07EH	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Phenopelopoida	Phenopelopidae	Eupelops
EF093784.1	Hypochthonius_rufulus_isolate_06HR	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Enarthronota	Hypochthoniida	Hypochthoniidae	Hypochthonius
EF093785.1	Hypochthonius_rufulus_isolate_01HR	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Enarthronota	Hypochthoniida	Hypochthoniidae	Hypochthonius
EF093786.1	Carabodes_coriaceus_isolate_02CC	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Carabodoidea	Carabodidae	Carabodes
EF093787.1	Carabodes_coriaceus_isolate_01CC	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Carabodoidea	Carabodidae	Carabodes
EF203777.2	Eohypochthonius_gracilis	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Enarthronota	Hypochthoniida	Hypochthoniidae	Eohypochthonius
EU152475.1	Hypochthonius_luteus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Enarthronota	Hypochthoniida	Hypochthoniidae	Hypochthonius
EU432188.1	Chamobates_pusillus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Ceratozetoidea	Chamobatidae	Chamobates
EU432189.1	Chamobates_voigtsi	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Ceratozetoidea	Chamobatidae	Chamobates
EU432190.1	Chamobates_subglobulus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Ceratozetoidea	Chamobatidae	Chamobates
EU432191.1	Mycobates_parmelliae	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Ceratozetoidea	Mycobatidae	Mycobates
EU432192.1	Eupelops_acromios	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Phenopelopoida	Phenopelopidae	Eupelops
EU432193.1	Lepidozetes_singularis	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Achipterioidea	Tegoribatidae	Lepidozetes
EU432194.1	Oromurcia_sudetica	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Ceratozetoidea	Ceratozetidae	Oromurcia
EU432195.1	Trichoribates_trimaculatus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Ceratozetoidea	Ceratozetidae	Trichoribates
EU432196.1	Humerobates_rostrolamellatus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Ceratozetoidea	Humerobatidae	Humerobates
EU432197.1	Galumna_lanceata	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Galumnoidea	Galumnidae	Galumna
EU432198.1	Phauloppia_lucorum	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Oripodoidea	Oribatulidae	Phauloppia
EU432199.1	Scheloribates_ascendens	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Oripodoidea	Scheloribatidae	Scheloribates
EU432200.1	Odontocephalus_elongatus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Carabodoidea	Carabodidae	Odontocephalus
EU432211.1	Eulohmannia_ribagai	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Eulohmanniida	Eulohmanniidae	Eulohmannia

EU432213.1	Epilohmannia_sp._1_KD-2008	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia
EU432217.1	Mesoplophora_cubana	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Enarthronota	Mesoplophorida	Mesoplophoridae	Mesoplophora
EU433988.1	Rostrozetes_sp._1_IS-2008	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Oripodoidea	Haplozetidae	Rostrozetes
EU433990.1	Oribatula_tibialis	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Oripodoidea	Oribatulidae	Oribatula
EU433994.1	Gehypochthonius_urticinus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Parhyposomata	Parhypochthonioidea	Gehypochthoniidae	Gehypochthonius
GQ864283.1	Carabodes_sp._AMUOR020	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Carabodoidea	Carabodidae	Carabodes
GQ864301.1	Steganacarus_applicatus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Phthiracaroida	Steganacaridae	Steganacarus
GQ864304.1	Acrogalumna_longiopluma	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Galumnoidea	Galumnidae	Acrogalumna
-	HAP-1	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	unknown	unknown	unknown	unknown
-	HAP-10	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	unknown	unknown	unknown	unknown
-	HAP-11	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	unknown	unknown	unknown	unknown
-	HAP-12	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	unknown	unknown	unknown	unknown
-	HAP-13	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	unknown	unknown	unknown	unknown
-	HAP-14	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	unknown	unknown	unknown	unknown
-	HAP-2	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	unknown	unknown	unknown	unknown
-	HAP-3	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	unknown	unknown	unknown	unknown
-	HAP-4	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	unknown	unknown	unknown	unknown
-	HAP-5	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	unknown	unknown	unknown	unknown
-	HAP-6	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	unknown	unknown	unknown	unknown
-	HAP-7	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	unknown	unknown	unknown	unknown
-	HAP-8	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	unknown	unknown	unknown	unknown
-	HAP-9	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	unknown	unknown	unknown	unknown
HM070341.1	Pseudotocepheus_amonstruosus_voucher_MZSPAC_00002	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Carabodoidea	Otocepheidae	Pseudotocepheus
HM070342.1	Rostrozetes_ovulum_voucher_MZSPAC_00003	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Oripodoidea	Haplozetidae	Rostrozetes

HM070344.1	Aeroppia_sp._ AP- 2010_voucher_ MZSPAC_0000 5	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypyliina	Oppioidea	Oppiidae	Aeroppia
JN585912.1	Mesoplophora_ abscondita	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Enarthronota	Mesoplophoro idea	Mesoplophoridae	Mesoplophora
JN585913.1	Mixacarus_bre vipes	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Lohmannioide a	Lohmanniidae	Mixacarus
JN585914.1	Nesiacarus_gra nulatus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Lohmannioide a	Lohmanniidae	Nesiacarus
JN585917.1	Apoplophora_s p._PP-2012	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Enarthronota	Mesoplophoro idea	Mesoplophoridae	Apoplophora
JN585918.1	Archoplophora _rostralis	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Enarthronota	Mesoplophoro idea	Mesoplophoridae	Archoplophora
JN585920.1	Indotritia_kraka tauensis	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Euphthiracaroi dea	Oribotritiidae	Indotritia
JQ000037.1	Eohypochthoni us_sen._str._s p._AD1321	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Enarthronota	Hypochthonoi dea	Hypochthoniidae	Eohypochthonius
JQ000038.1	Hypochthonius _luteus_vouche r_UMMZ_BMO C_06-0910- 004_AD700	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Enarthronota	Hypochthonoi dea	Hypochthoniidae	Hypochthonius
JQ000039.1	Eniochthonius_ sp._AD1066	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Enarthronota	Hypochthonoi dea	Eniochthoniidae	Eniochthonius
JQ000041.1	Ptyctima_gen._ sp._AD1287	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	unknown	unknown	unknown
JQ000042.1	Gehypochthoni us_sp._AD135 8	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Parhyposom ata	Parhypochtho nioidea	Gehypochthoniidae	Gehypochthonius
KP276477.1	Euphthiracaroid ea_sp._ARP- 2015_isolate_A C47	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Euphthiracaroi dea	unknown	unknown
KP276478.1	Meristacarus_s p._ARP- 2015_isolate_A C104	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Lohmannioide a	Lohmanniidae	Meristacarus
KP325065.1	Odontocepheu s_oblongus_vo ucher_BMOC_ 07-0615- 017_AD1105	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypyliina	Carabodoidea	Carabodidae	Odontocephus
KP325066.1	Cubabodes_aff _verrucatus_A RP- 2015_voucher_ BMOC_08- 0515- 049_AD1221	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypyliina	Carabodoidea	Carabodidae	Cubabodes

KP325071.1	Epilohmannia_pallida_voucher_BMOC_08-0812-001_AD1282	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidea	Epilohmanniidae	Epilohmannia
KR081602.1	Beckiella_capitulum	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Carabodoidea	Dampfiellidae	Beckiella
KR081609.1	Eniochthonius_minutissimus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Enarthronota	Hypochthonoidea	Eniochthoniidae	Eniochthonius
KR081610.1	Epiheremus_granulatus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Oppioidea	Caleremaeidae	Epiheremus
KR081612.1	Gittella_variabilis	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Oppioidea	Oppiidae	Gittella
KR081613.1	Globoppia_maior	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Oppioidea	Oppiidae	Globoppia
KR081616.1	Hemileius_microclava	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Oripodoidea	Hemileiidae	unknown
KR081620.1	Liebstadia_humerata	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Oripodoidea	Liebstadiidae	Liebstadia
KR081622.1	Microtegeus_similis	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Charassobatoidea	Microtegeidae	Microtegeus
KR081626.1	Oppiella_nova	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Oppioidea	Oppiidae	Oppiella
KR081629.1	Phthiracarus_spp_PP-2016	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Phthiracaroida	Phthiracaridae	Phthiracarus
KR081631.1	Plenotocepheus_neotropicus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Carabodoidea	Tetracondylidae	Plenotocepheus
KR081632.1	Rhynchoribates_mirus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Trizetoidea	Rhynchoribatidae	Rhynchoribates
KR081633.1	Rostrozetes_nebulosus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Oripodoidea	Haplozetidae	Rostrozetes
KR081635.1	Tecteremaeus_incompletus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Eremelloidea	Arceremaeidae	Tecteremaeus
KX397628.1	Beckiella_arcta	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Carabodoidea	Dampfiellidae	Beckiella
KX397629.1	Carabodes_labyrinthicus	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Carabodoidea	Carabodidae	Carabodes
KX397630.1	Galumna_lanceolata	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Galumnoidea	Galumnidae	Galumna
KY922208.1	Torpacarus_sp._AD1220_voucher_UMMZ_BMOC_08-0515-049_AD1220	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Lohmannioidea	Lohmanniidae	Torpacarus
MF773738.1	Oribatella_sp._XG-2017	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Oribatelloidea	Oribatellidae	Oribatella
MG719344.1	Dolicheremaeus_dorni_isolate_DdR2_3	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Carabodoidea	Tetracondylidae	Dolicheremaeus
MG719345.1	Spinotocepheus_sp._SS-2018_isolate_Sp1	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylyna	Carabodoidea	Tetracondylidae	Spinotocepheus

MH198175.1	Punctoribates_punctum	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Ceratozetoidea	Punctoribatidae	Punctoribates
MH198176.1	Oppiella_nova	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Oppioidea	Oppiidae	Oppiella
MH198178.1	Edwardzetes_edwardsi	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Ceratozetoidea	Ceratozetidae	Edwardzetes
MH198181.1	Dissorhina_ornata	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Oppioidea	Oppiidae	Dissorhina
MK014974.1	Chamobates_sp. BMOC_17-0901-033	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Ceratozetoidea	Chamobatidae	Chamobates
MK014976.1	Pergalumna_cf._nervosa_BMO C_17-0901-036	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Galumnoidea	Galumnidae	Pergalumna
MK014977.1	Neoribates_aurantiacus_voucher_BMOC_17-0901-037	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Galumnoidea	Parakalummidae	Neoribates
MK014980.1	Carabodes_sp._BMOC_17-0901-038	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Carabodoidea	Carabodidae	Carabodes
MK630355.1	Rhinoppia_nasuta_voucher_AGS-MM_Phyl00002	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Oppioidea	Oppiidae	Rhinoppia
MK630356.1	Oppiella_splendens_voucher_AGS-MM_Phyl00003	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Oppioidea	Oppiidae	Oppiella
MK630358.1	Rostrozetes_ovulum_voucher_AGS-MM_Phyl00005	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylna	Oripodoidea	Haplozetidae	Rostrozetes

Tabla 9.

Identificación de los oribátidos

Nombre	Dominio	Reino	Superphyllum	Phyllum	Subdivisions	Subphylum	Subclase	Superorder	Orden	Suborden	Superfamilia	Familia	Género
Hap1	Eukaryota	Metazoa	Ecdysozoa	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Oppioidae	Oppiidae	Oppiella
Hap10	Eukaryota	Metazoa	Ecdysozoa	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Oppioidae	Oppiidae	unknown
Hap11	Eukaryota	Metazoa	Ecdysozoa	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Oppioidae	Oppiidae	unknown
Hap12	Eukaryota	Metazoa	Ecdysozoa	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Oppioidae	Oppiidae	unknown
Hap13	Eukaryota	Metazoa	Ecdysozoa	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	unknown	unknown	unknown
Hap14	Eukaryota	Metazoa	Ecdysozoa	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Oripodoidea	Protoribatidae	Protoribat
Hap2	Eukaryota	Metazoa	Ecdysozoa	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Oppioidae	Oppiidae	unknown
Hap3	Eukaryota	Metazoa	Ecdysozoa	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Ceratozetidae	Chamobatidae	Chamobates
Hap4	Eukaryota	Metazoa	Ecdysozoa	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	unknown	unknown	unknown
Hap5	Eukaryota	Metazoa	Ecdysozoa	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidae	Epilohmanniidae	Epilohmannia
Hap6	Eukaryota	Metazoa	Ecdysozoa	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Epilohmannioidae	Epilohmanniidae	Epilohmannia
Hap7	Eukaryota	Metazoa	Ecdysozoa	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Euphthiracaroidae	Euphthiracaridae	Rhysotritia
Hap8	Eukaryota	Metazoa	Ecdysozoa	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Mixonomata	Lohmannioidea	Lohmanniidae	unknown
Hap9	Eukaryota	Metazoa	Ecdysozoa	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acari	Acariformes	Oribatida	Brachypylina	Oppioidae	Oppiidae	unknown