

Los Carábidos (Coleoptera) como Indicadores de Sustentabilidad en Agroecosistemas. Los Sistemas de Vid de Berisso, Buenos Aires (Argentina), como un estudio de caso

María Fernanda Paleologos^{1,2,*}, Armando Conrado Cicchino³, María Luz Blandi^{1,2}, Santiago Javier Sarandón^{2,4}

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina; ² LIRA, FCAyF-UNLP, Bs. As., Argentina; ³ Laboratorio de Artrópodos, GENEBSO-UNMDP, INBIOTEC-CONICET, Mar del Plata, Argentina; ⁴ Comisión de Investigaciones de la Provincia de Buenos Aires (CIC), Bs As., Argentina * ferpaleologos@gmail.com

Paleologos María Fernanda, Armando C. Cicchino, M. Luz Blandi, Santiago J. Sarandón (2020). Los Carábidos (Coleoptera) como indicadores de sustentabilidad en agroecosistemas. Los sistemas de vid de Berisso, Buenos Aires (Argentina), como un estudio de caso. Rev. Fac. Agron. Vol 119 (2): 1-12. <https://doi.org/10.24215/16699513e059>

La evaluación de la sustentabilidad de los agroecosistemas requiere el desarrollo de indicadores que permitan inferir el cumplimiento de los procesos involucrados en su estabilidad y resiliencia. Se estudió el ensamble de carábidos (Coleoptera) en un agroecosistema vitivinícola de Berisso, Buenos Aires, como una herramienta estimativa de su funcionamiento y sustentabilidad. Los carábidos se recolectaron con trampas pitfall. Su riqueza representó el 16,6% del total de estos insectos del partido de Berisso y el 9,94 % de la propia de la provincia de Buenos Aires, lo cual representa mucha de la diversidad de la región. Se encontró una estructura con distribución escalonada de la dominancia específica. En la parcela de vid se observó una mayor riqueza y abundancia que en los ambientes aledaños. Tanto el elenco como las preferencias de hábitats de las especies integrantes reflejan un importante grado de heterogeneidad microambiental local. Las especies dominantes y eudominantes se mantuvieron en los períodos anuales muestreados y, estas especies y gran parte de las restantes, se asocian a bosques ribereños y/o ambientes hidrófilos, indicando condiciones de uniformidad ambiental generadas por las inundaciones. Por sus características bioecológicas, las especies particulares y el ensamble en su conjunto, respondieron positivamente a variables ambientales y de disturbio, actuando como eficaces bioindicadores del funcionamiento del agroecosistema. La complejidad microambiental vinculada a la biodiversidad dentro de estos agroecosistemas, favorece la presencia de organismos que contribuyen al cumplimiento de procesos ecológicos asociados con su sustentabilidad.

Palabras clave: bioindicadores; sistemas agrícolas; ensamble de carábidos; roles ecológicos; biodiversidad funcional

Paleologos María Fernanda, Armando Conrado Cicchino, María Luz Blandi, Santiago Javier Sarandón (2020) The Carabid beetles (Coleoptera) as indicators of sustainability in agroecosystems. The vineyard systems of Berisso, Buenos Aires (Argentina), as a case study. Rev. Fac. Agron. Vol 119 (2): 1-12. <https://doi.org/10.24215/16699513e059>

Evaluation of the sustainability of agroecosystems requires development of indicators that allow inferring compliance with the processes involved in their stability and resilience. The assemblage of carabids (Coleoptera) in a wine agroecosystem of Berisso, Buenos Aires, was studied as an estimative tool of its operation and sustainability. Carabids were collected with pitfall traps. Its richness represents 16,6% of the total of these insects of the Berisso district and 9.94% of that of the Buenos Aires province, which represents much of the region's diversity. Its structure shows a staggered distribution of specific dominance. A greater richness and abundance in the plot of vine than in the surrounding environments was observed. Both the cast and the habitat preferences of the integrating species reflect an important degree of local micro-environmental heterogeneity. The dominant and eudominant species were the same the annual periods sampled and, these species and many of the others are associated with riparian forests and / or hydrophilic environments, indicating conditions of environmental uniformity generated by flood pulses. For all the bioecological characteristics, both the particular species and the assemblage as a whole have responded positively to environmental and disturbance variables, acting as effective bioindicators of the biotic functioning of this agroecosystem. The microenvironmental complexity linked to biodiversity within these agroecosystems favors the presence of organisms that contribute to the fulfillment of ecological processes associated with their sustainability.

Key words: bioindicators; agricultural systems; carabid assemblages; ecological functions; functional biodiversity

<https://revistas.unlp.edu.ar/revagro>

Recibido: 29/09/2019

Aceptado: 15/11/2019

Disponible on line: 07/12/2020

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina.



INTRODUCCIÓN

La preservación de la biodiversidad está estrechamente relacionada con la sustentabilidad de los agroecosistemas (Swift et al., 2004; Balvanera et al., 2006), no sólo por proveer bienes (fibras y alimentos), sino además, sus componentes clave son responsables de las funciones involucradas en su estabilidad (Swift et al., 2004; Guerish et al., 2012; Handa et al., 2014), entre ellas, la regulación biótica, la descomposición de la materia orgánica y el ciclado de nutrientes (UNEP, 2000; Tschamtker et al., 2012). En el diseño y manejo de los agroecosistemas, el aumento de la diversidad vegetal, tanto cultivada como espontánea, en composición y estructura, a distintos niveles de escala, favorecen la presencia de organismos que, por sus hábitos, contribuyen al cumplimiento de diversos procesos ecológicos (Thomson & Hoffmann, 2009; Marasas et al., 2010; Pearsons & Tooker, 2017). Los ambientes seminaturales colindantes a las parcelas cultivadas aseguran la necesaria conectividad y repoblación con el sitio productivo actuando como refugio, ámbitos de reproducción y alimentación para organismos clave como son los enemigos naturales de especies plagas (Fournier & Loreau, 2001; Schmidt & Tschamtker, 2005; Hatt, 2017).

Es decir, existe una relación positiva entre la diversidad vegetal, la complejidad del hábitat y los procesos ecosistémicos (Asteraki et al., 2004; Woodcock et al., 2006; Rahman et al., 2009; Pakeman & Stockan, 2014; Norris et al., 2016). Este vínculo se ha basado en la relación positiva entre parámetros (abundancia, riqueza) e índices (diversidad, equitatividad) de organismos y la composición y características de la vegetación presente (Asteraki et al., 2004; Goulet et al., 2004; Marasas et al., 2010; Paleologos, 2012). Sin embargo, propiedades complejas y difícilmente medibles o cuantificables, como son la estabilidad y sustentabilidad, implican desarrollar instrumentos que permitan inferir más fielmente el cumplimiento de los procesos y las condiciones ambientales de los agroecosistemas, a fin de contar con una herramienta que nos permita predecir, evaluar, diseñar y manejar los sistemas de manera más sustentable. En lo referente a la resiliencia disponemos de herramientas tales como la redundancia funcional de organismos bioindicadores eficaces para este fin (Gerisch, 2012; Gerisch et al., 2012; Gerisch, 2014).

En esta dirección, se han venido realizando estudios destinados al desarrollo y aplicación de indicadores (Torquebian, 1992; Smyth & Dumansky, 1995; Gómez et al., 1996; López-Riduara et al., 2002; Zhen et al., 2005; Abbona et al., 2007). En este contexto, es posible utilizar artrópodos como indicadores (Ribera & Foster 1997; McGeoch, 1998; Koivula, 2011; Jerez-Valle et al., 2014), ya que alteraciones ecológicas difíciles de medir resultan en cambios en la estructura comunitaria de estos invertebrados (Noss, 1990; Brown, 1991; Lavalle et al., 2006; Sharley et al., 2008; Koivula, 2011; Castiglioni et al., 2017).

Entre los Coleopteros, la Familia Carabidae se reconoce como indicadora de condiciones ambientales, del grado de disturbio y de factores antrópicos, a distintos niveles de escala (Luff, 1996; Agosti & Sciaky, 1998; Woodcock et al., 2006; Paleologos et al., 2007; Canepuccia et al., 2009; Pakeman & Stockan, 2014; Mickaël et al., 2015; Castiglioni et al., 2017; Cavaliere et al., 2019), por lo que esta familia constituye una buena herramienta para el análisis ambiental y ecológico de los agroecosistemas (Canepuccia et al.,

2009; Koivula, 2011; Castro, 2014; Porrini et al., 2014; Mickaël et al. 2015).

En Argentina, existe una gran diversidad de formas de manejo dentro de la producción vitivinícola (Sarandón & Flores, 2014). En el sector nordeste de la provincia de Buenos Aires, en el partido de Berisso se encuentra el único centro de producción vitivinícola importante de la provincia. Aquí, los sistemas de producción del Vino de la Costa (con denominación de origen certificado (DOC)) (Velarde et al., 2013) constituyen agroecosistemas singulares. El manejo de los mismos, desde sus orígenes a principios del siglo XX (Paleologos, 2012) hasta la actualidad (Municipalidad de Berisso, 2019), se ha basado en la conservación de los recursos naturales y un bajo uso de insumos. Estos viñedos, situados en zonas inundables, son económicamente importantes y constituyen un escenario de aparente "sustentabilidad" muy interesante para ser estudiado (Gliessman, 2000; Sarandón & Flores, 2014). Tomando en consideración lo antedicho, el conocimiento integral de la carabidofauna de estos sistemas, con criterio biocenológico, aportará por un lado, elementos para entender su funcionamiento y, por el otro, entender los criterios necesarios para el uso de los carábidos como indicadores de complejidad microambiental y de sustentabilidad.

Teniendo en cuenta lo arriba expuesto, se plantean dos objetivos principales: 1) analizar los parámetros propios del ensamble de carábidos (riqueza, composición y estructura) y aquellos de las especies particulares (abundancia, fenología estacional y particularidades bioecológicas), en estos ecosistemas vinícolas, integrados por el área cultivada y sus ambientes colindantes (monte ribereño y canal de agua) 2) evaluar el rol de estos ensambles como eficaces indicadores de condiciones ambientales, disturbios y procesos ecológicos, tanto en las parcelas cultivadas como en los ambientes naturales colindantes a ellas.

METODOLOGÍA

Área de Estudio: El Partido de Berisso (135 km²) se encuentra en el nordeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (34° 53' Sur, 57° 54' Oeste) (Figura 1). El clima es subtropical húmedo, con temperaturas medias extremas anuales de 14° y 18° C, precipitación media anual de 910 mm (Abbona et al., 2007). Es una planicie costera (0-5 msnm) y posee una vegetación natural de monte ribereño que ocupa más del 70 % total del área (Horlent et al., 2009; Paleologos, 2012). Los suelos son Fluvisoles hidromorficos, con una secuencia de horizonte (Oi)-A-CG1-2Cg2-3Cg3- (Martínez et al., 2000).

El estudio se realizó en una finca vinícola de este partido (34°52'18"S; 57°50'56" O) (Figura 1). Esta y otras fincas están inmersas en el monte ribereño y explotan exclusivamente *Vitis labrusca* L., (Vitaceae) (Cabrera & Willink, 1980). Promedian 1 ha y poseen una cobertura vegetal espontánea con especies de Ranunculaceae, Iridaceae, Apiaceae y Fabaceae (Paleologos, 2012). Presentan un sistema de canales colectores de 2,5 m de ancho x 1 m de profundidad, que descargan el agua luego de las inundaciones del Río de La Plata. Sus márgenes presentan vegetación palustre (Paleologos, 2012).

En este trabajo se analizaron la parcela de vid (V) conjuntamente con los ambientes naturales aledaños

(monte ribereño (M) y canal colector (C)) localizados como muestra la Figura 1.

Relevamiento de la carabidofauna: Se utilizaron trampas "pitfall" de 850 cm³ (Thiele, 1977; Edwards, 1991; Jarosik, 1992; Spence & Niemelä, 1994; Phillips & Cobb, 2005) con 200 cm³ de una solución no atrayente de 250 ml de formol 4%, 2 kg de sal gruesa y trazas de detergente doméstico en 10 litros de agua corriente. Se muestreó de julio de 2004 a diciembre de 2005. Para V también se muestreó el 2006 para comparar años consecutivos para la misma parcela productiva. La hostilidad natural, pedológica y meteorológica del ambiente, sumado al manejo, han limitado el muestreo en los ambientes aledaños (M y C). No obstante, el esfuerzo muestral logrado permitió comparar ambientes y años. Para el análisis a nivel de finca, las estaciones de invierno (I) y primavera (P) de 2004 se compararon con las mismas del 2005 y, en V, además, se comparó el año calendario 2005 con el 2006. En función al tamaño de cada ambiente (Den Boer, 2002), se colocaron 47 trampas dispuestas en transectas, 20 en V, 19 en M y 8 en C, recambiándose todas cada 30 días. En V en 2006 se colocaron 12 trampas. Las especies de Carabidae se identificaron mediante bibliografía específica (e. g. Lawrence & Britton, 1994; Marasas, 2002) y claves taxonómicas para todas las especies del área rioplatense (Cicchino, com. pers., 2019).

Aspectos estacionales durante 2004, 2005 y 2006: La temperatura media para los años de muestreo (2004, 2005 y 2006) varió entre 11° y 23°C. La temperatura media estacional fue de 23° para el verano, 14° para el Otoño, 12° para Invierno y 19° para Primavera. Se manifestaron diferencias en el número de días con heladas entre años (Paleologos, 2012) y en el número de días en cada estación en el cual el viñedo permaneció encharcado a causa de los pulsos de inundación del río. Para el 2004 fueron 148 días de encharcamiento (Verano:

56; Otoño: 21; Invierno: 20; Primavera: 51), en el 2005 fueron 172 (Verano: 48; Otoño: 61; Invierno: 18; Primavera: 45) y 145 días para el 2006 (Verano: 55; Otoño: 27; Invierno: 15; Primavera: 48). También se observaron diferencias en la pluviosidad invernal para estos años, siendo 40 mm para el 2004, 95 mm para el 2005 y 35 mm para el 2006.

Análisis de los datos: Se calculó la abundancia de carábidos (A) y la riqueza o número de especies (S) totales y para cada ambiente (V, M, C) y año (2004, 2005, 2006). Se compararon ambientes y años mediante ANOVA de dos vías y test de comparaciones múltiples Tukey (Alfa=0,05). Para la comparación entre años se consideró el período de junio a diciembre de 2004 y 2005. La A y S del V además se comparó entre los años completos de 2005 y 2006 utilizando el test de Student para datos no apareados (Alfa=0,05). En todos los casos los datos fueron transformados previamente a través de log (x+1). Los valores de medias ± ES se presentan como datos originales sin transformar. Los análisis estadísticos se realizaron a través del Software GraphPad Prism 6.

Estructura de la comunidad: Se estableció la dominancia específica (porcentaje relativo de cada especie) según la escala de Tischler (1949): Eudominante: > 10 %; Dominante: 5 a 10 %; Subdominante: 2 a 5 %; Recedente: 1 a 2 %; Subrecedente: < 1 %. Para comparar la dominancia entre años a nivel de finca se consideraron las estaciones de I y P de 2004 y 2005. Para la comparación entre ambientes (V, M, C) se consideró el año 2005 y, para la comparación del V entre años se consideraron los años 2005 y 2006 completos. Para comparar ambientes y años con diferente esfuerzo de muestreo se tomó en cuenta la fórmula de Densidad- actividad (DA) de Brandmayr et al., (2005), la cual fue adaptada en función a un período de muestreo de 30 días.



Figura 1. Ubicación geográfica de partido de Berisso, Buenos Aires, Argentina y del viñedo analizado en el margen costero del Río de La Plata. También se muestran los distintos ambientes analizados.

Las especies halladas se caracterizaron según sus preferencias de hábitat, ubicuismo, grado de sinantropía y fenología estacional (Paleologos, 2012).

RESULTADOS

En el período total muestreado, se capturaron 1711 individuos de 35 especies, 1205 de 31 especies en el viñedo, 348 de 16 especies en el monte y 158 de once especies en canal. Las preferencias básicas de hábitat de cada especie (requerimientos), la densidad- actividad y la dominancia relativa total y por ambiente se muestran en la Tabla 1.

El análisis de A por año y ambiente no mostró diferencias entre años (ANOVA: $F = 8,07$, $gl = 1$, $404 P < 0,05$) ni entre ambientes (ANOVA: $F = 4,97$, $gl = 2$, $404 P < 0,05$). Además, no se observó interacción año x ambiente (ANOVA: $F = 1,09$, $gl = 2$, $404 P > 0,05$). El test de Tuckey mostró un A significativamente mayor (Alfa: 0,05) en V (media $\pm ES = 2,96 \pm 0,53$) que M ($1,44 \pm 0,66$) pero no mostró diferencias con C ($1,73 \pm 0,09$). Tampoco se observaron diferencias entre M y C. Respecto a los años, A fue mayor en 2004 ($2,47 \pm 0,51$) que en 2005 ($1,61 \pm 0,48$).

Lo mismo fue observado para S, donde hubo diferencias significativas entre años (ANOVA: $F = 10,2$, $gl = 1$, $404 P < 0,05$) y entre ambientes (ANOVA: $F = 4,4$, $gl = 2$, $404 P < 0,05$), pero no así interacción año x ambiente (ANOVA: $F = 0,84$, $gl = 2$, $404 P > 0,05$). El test de Tuckey mostró un S significativamente mayor (Alfa: 0,05) en V (media $\pm ES = 1,13 \pm 0,15$) que M ($0,8 \pm 0,26$) pero no mostró diferencias con C ($1,02 \pm 0,05$). Tampoco se observaron diferencias en S entre el M y C. Respecto a los años, S fue mayor en 2004 ($1,14 \pm 0,07$) que en 2005 ($0,82 \pm 0,14$).

En el V en 2006 se capturaron 232 individuos de 18 especies, de las cuales cuatro se sumaron a las 31 especies halladas anteriores (Tabla 1). La comparación en V entre los años 2005 y 2006 no mostró diferencias significativas ni en A: 2005: $3,05 \pm 0,41$, 2006: $2,19 \pm 0,47$ (t Student = 1,358; $P > 0,05$) ni en S: 2005 ($0,95 \pm 0,07$) y el 2006 ($0,96 \pm 0,10$) (t Student = 0,10; $P > 0,05$).

Estructura de dominancia de la finca y los ambientes considerados:

La estructura de dominancia para el total de la finca y, considerando el período muestreado 2004 y 2005, mostró una distribución de la dominancia escalonada entre especies. No obstante esto, tres de las especies constituyeron por sí solas el 70% de las capturas (Tabla 1). Cada ambiente (V, M, C) muestra una estructura que se corresponde con la observada para el total de la zona, consistente en un escalonamiento gradual de la dominancia, protagonizada en todos los casos por las mismas especies (Tabla 1).

Estructura de dominancia biestacional I-P de la finca para el 2004 y 2005:

Ambos años mostraron una riqueza específica diferente (24 vs. 15) y también un acusado incremento en la densidad-actividad para las especies de mayor dominancia durante el 2004. La estructura de dominancia entre estos años mostró en ambos tres especies eudominantes siendo las restantes más baja. Además, en 2004 se colectaron once especies netamente riparias o anfíbias que no fueron halladas durante el 2005. Independientemente de esto, *Incaognum discosulcatum*, *Loxandrus pseudomajor* y *Aspidoglossa intermedia*

representaron más del 80 % de las capturas en ambos años (Tabla 2).

Estructura de dominancia en los distintos ambientes para el año 2005:

Se observó que V mostró una estructura con especies en todos los grados de dominancia, mientras que M y C mostraron cuatro especies eudominantes y las restantes con dominancia menor. A pesar de esto, en M y C la densidad actividad (DA) de las especies presentes mostraron estructuras de la comunidad más escalonadas que en V, ambiente en el cual las dos especies eudominantes superaron por sí solas el 70% de las capturas. Con respecto a S fue diferente entre ambientes (19 V, 12 M, 7C). A pesar de estas diferencias, en los tres ambientes *I. discosulcatum* y *O. chrysis* fueron las especies con mayor DA.

La fenologías de las especies con dominancia mayor el 5% se muestran en las Figuras 2.

Estructura de dominancia en el viñedo en los años 2005 y 2006:

En V, la S mostró similitudes entre 2005 y 2006 (19 vs. 18). Sólo *I. discosulcatum* se mostró como eudominante (>10%) en ambos años, mientras que *O. chrysis* y *L. pseudomajor* variaron en dominancia de un año al otro. *A. intermedia* que se mostró subdominante (2 a 5 %) en 2005 fue dominante (5 a 10%) en 2006. Se observó un cambio en la composición de las especies presentes en la cola de la dominancia (Tabla 3).

DISCUSIÓN

Composición específica de Carabidae:

Para el Partido de Berisso se han identificado a hoy 210 especies de Carabidae (Cicchino, com. pers., 2019). Las 35 especies halladas en dos años y seis meses de muestreo en estos sistemas de vid (2 ha), representan el 16,66 % de la riqueza específica del partido de Berisso (135 km²) y alrededores y el 9,94 % del total de la provincia de Buenos Aires (307.572 Km²), de las 352 especies relevadas hasta el presente (Cicchino, com. pers., 2019). La riqueza en este predio, que constituye menos del 1 % de la superficie total del partido, indica que estos agroecosistemas pueden considerarse ambientes que conservan una buena parte de la diversidad de la región.

Los carábidos locales como indicadores de las condiciones del hábitat:

Una de las condiciones de los bioindicadores es que deben ser abundantes (Koivula, 2011). Esta condición se ha demostrado para los carábidos de Europa y América del Norte. En nuestro caso, dado a la falta de muestreos o estudios previos en estos agroecosistemas vitivinícolas, tener referencia acerca de la representatividad de la abundancia observada en esta zona y sistemas se hace dificultoso. La comparación en el número de individuos entre sistemas con desiguales condiciones y manejo debe ser cautelosa. Tomando en cuenta estas consideraciones, la abundancia y riqueza observada en esta finca de la zona de Berisso, es comparable a la hallada en otros viñedos de regiones templadas de Europa y el Hemisferio Norte y con un manejo y características de la cobertura vegetal comparable (Agosti & Sciaky, 1998; Goulet et al., 2004; Talmaciu & Talmaciu, 2005).

Tabla 1. Especies de Carabidae y sus particularidades ecológicas halladas en la finca de vid en 2004 y 2005 (Berisso, Argentina) y por ambiente (Viñedo (2004, 2005, 2006), Monte y Canal (2004, 2005)). Hum.: Preferencias de humedad (H: hidrófila; M: mesófila; MH: mesófila con preferencia por sitios húmedos; HA: hidrófila acuática; HR: hidrófila riparia; XE: xerófila); Sin.: Sinantropismo (S y HS: sinantrópica y hemisinantrópica); Eu.: Euritopismo; Ubi.: Ubicuismo; DA: Densidad-actividad; %: Abundancia relativa porcentual; Dom.: Dominancia (Eud: Eudominante; D: Dominante; Sd: Subdominante; R: Recedente; Sr: Subrecedente).

Especies de Carabidae	Particularidades de las especies				Total finca		Total viñedo		Total monte		Total canal	
	Hum.	Sin	Eu.	Ubi.	DA	%-D	DA	%-D	DA	%-D	DA	%-D
<i>Incagonum discosulcatum</i> (Dejean, 1828)	H	HS		X	14,70	46,8-Eud	34,37	50,1-Eud	7,53	41,1-Eud	8,63	43,7-Eud
<i>Odontocheila chrysis</i> (Fabricius, 1801)	HR			X	6,36	20,2-Eud	13,08	20,7-Eud	2,21	12,1-Eud	3,38	17,1-Eud
<i>Loxandrus pseudomajor</i> (Straneo, 1991)	HR				3,64	11,6-Eud	7,07	10,1-Eud	2,47	13,5-Eud	3,88	19,6-Eud
<i>Aspidoglossa intermedia</i> (Dejean, 1831)	H	HS	X	X	2,62	8,3-D	3,48	5,1-D	3,21	17,5-Eud	1,75	8,9-D
<i>Argutoridius bonariensis</i> (Dejean, 1831)	M	S	X	X	1,17	3,7-Sd	2,68	3,9-Sd	0,58	3,2-Sd	0,88	4,4-Sd
<i>Semiardistomis semipunctatus</i> (Dejean, 1831)	H				0,74	2,4-Sd	0,57	0,8-Sr	1,37	7,5-D	0,13	0,6-Sr
<i>Paranortes cordicollis</i> (Dejean, 1828)	MH	S	X	X	0,55	1,8-R	1,15	1,9-R	0,16	0,9-Sr		
<i>Incagonum lineatopunctatum</i> (Dejean, 1831)	M	HS		X	0,28	0,9-Sr	0,47	0,7-Sr	0,21	1,1-R	0,38	1,9-R
<i>Scarites anthracinus</i> (Dejean, 1831)	M	S	X	X	0,23	0,7-Sr	0,80	1,2-R				
<i>Pachymorphus striatulus</i> (Fabricius, 1792)	MH	S	X	X	0,15	0,5-Sr	0,78	0,9-Sr	0,11	0,6-Sr	0,13	0,6-Sr
<i>Bradycellus sp. n° 1</i>	HR			X	0,11	0,3-Sr	0,23	0,3-Sr	0,05	0,3-Sr	0,13	0,6-Sr
<i>Whiteheadiana stenocephala</i> (Brullé, 1836)	HR				0,09	0,3-Sr	0,53	0,7-Sr	0,11	0,6-Sr		
<i>Argutoridius chilensis</i> (Dejean, 1828)	MH	HS	X	X	0,09	0,3-Sr	1,03	1,2-R				
<i>Paratachys bonariensis</i> (Steinheil, 1869)	HR			X	0,09	0,3-Sr	0,15	0,2-Sr	0,05	0,3-Sr		
<i>Pericompsus metallicus</i> (Bates, 1871)	HR				0,09	0,3-Sr	0,20	0,3-Sr				
<i>Eumara obscura</i> (Putzeys, 1875)	X				0,06	0,2-Sr	0,15	0,2-Sr				
<i>Notaphus servillei</i> (Solier, 1849)	HR			X	0,06	0,2-Sr					0,38	1,9-R
<i>Pericompsus crossodmos</i> (Erwin, 1974)	HR				0,04	0,1-Sr	0,18	0,2-Sr				
<i>Paraclivina breviscula</i> (Putzeys, 1866)	MH				0,04	0,1-Sr	0,05	0,1-Sr	0,05	0,3-Sr		
<i>Paratachys laevigatus</i> (Boheman, 1858)	HR				0,04	0,1-Sr			0,11	0,6-Sr		
<i>Polpochila flavipes</i> (Dejean, 1831)	MH			X	0,04	0,1-Sr	0,10	0,2-Sr				
<i>Selenophorus chalcosomus</i> (Reiche, 1843)	M			X	0,04	0,1-Sr	0,10	0,2-Sr				
<i>Clivina laeta</i> (Putzeys, 1866)	H				0,02	0,1-Sr	0,08	0,1-Sr	0,05	0,3-Sr		
<i>Loxandrus brullei</i> (Tschischérine, 1900)	H				0,02	0,1-Sr	0,05	0,1-Sr				
<i>Loxandrus confusus</i> (Dejean, 1831)	H	HS			0,02	0,1-Sr	0,05	0,1-Sr				
<i>Loxandrus planicollis</i> (Straneo, 1991)	H				0,02	0,1-Sr	0,05	0,1-Sr				
<i>Loxandrus posticus</i> (Brullé, 1838)	H				0,02	0,1-Sr	0,05	0,1-Sr				
<i>Metius circumfusus</i> (Germar, 1824)	H	HS			0,02	0,1-Sr	0,05	0,1-Sr				
<i>Notaphus fischeris</i> (Solier, 1849)	HR			X	0,02	0,1-Sr			0,05	0,3-Sr		
<i>Pericompsus callicalymma</i> (Erwin, 1974)	HR				0,02	0,1-Sr	0,05	0,1-Sr				
<i>Semiardistomis aeneus</i> (Putzeys, 1886)	HR			X	0,02	0,1-Sr					0,13	0,6-Sr
<i>Stenocrepis punctatostriata</i> (Brullé, 1838)	HA						0,17	0,2-Sr				
<i>Galerita collaris</i> (Dejean, 1826)	M	HS					0,08	0,1-Sr				
<i>Selenophorus anceps</i> (Putzeys, 1878)	X			X			0,08	0,1-Sr				
<i>Selenophorus lugubris</i> (Putzeys, 1878)	M						0,08	0,1-Sr				
RIQUEZA TOTAL					31		31		16		11	

Esto refleja que en el viñedo aquí estudiado, el número de individuos recuperado constituye una muestra fehaciente de su abundancia en esta comunidad, siendo esta una propiedad importante de todo bioindicador.

La composición y estructura de la vegetación fijan las condiciones microclimáticas presentes en el ambiente, y en consecuencia, la composición y estructura de la comunidad de carábidos (Thiele, 1977; Magura, 2002; Fournier &

Loreau, 2002; Piffner & Luka, 2000; Leslie et al., 2014; Pakeman & Stockan, 2014; Porrini et al., 2014). A su vez, los sistemas disturbados, ya sea por acción antrópica (incorporación de insumos, manejo de la cobertura vegetal, etc.) o por sucesos naturales (temperatura e inundaciones) pueden ver modificados directa o indirectamente las condiciones del suelo condicionando la abundancia, riqueza, estructura y/o composición de la comunidad de

estos coleópteros (Marasas, 2002; Jerez-Valle et al., 2014; Leslie et al., 2014; Mickaël et al., 2015; Eyre et al., 2016; Castiglioni et al., 2017).

En estos sistemas berissenses la estructura comunitaria mostró una distribución escalonada de la dominancia específica, lo que se observó tanto al mirar el total de la finca (Tabla 1) como los distintos ambientes, aunque en el viñedo *Incagonum discosulcatum* y *Odontocheila chrysis* representaron más del 60% de las capturas (Tabla 3).

Está bien documentado que las actividades antrópicas modifican el componente vegetal y en consecuencia las condiciones microambientales presentes. Esto determina cambios en la comunidad de carábidos presentes (Eyre et al., 2013; Eyre et al., 2016; Castiglioni et al., 2017). Por el contrario, en sistemas poco modificados, como el aquí estudiado, la presencia de una vegetación diversa, tanto en estructura como en composición, ofrece condiciones favorables para la presencia de una mayor riqueza y abundancia de carábidos. El elenco del ensamble de

carábidos analizado sumado a la distribución de las preferencias de hábitat de las especies que lo forman refleja fehacientemente un importante grado de heterogeneidad microambiental local, otra propiedad importante de los organismos indicadores (Luff, 1996; Agosti & Sciaky, 1998; Rainio, 2009; Cicchino, 2009a; Leslie et al., 2014; Eyre et al., 2016).

Independientemente del año, las especies dominantes y eudominantes han sido las mismas (*L. pseudomajor*; *A. intermedia*; *I. discosulcatum* y *A. bonariensis*), variando únicamente la abundancia estacional de cada una en función de las condiciones macroambientales de temperatura y humedad de los respectivos años. Las especies dominantes y eudominantes se compartieron entre los tres ambientes de la zona durante el 2005. Para el caso particular de *O. chrysis*, especie netamente estival (Figura 2), su comportamiento fue análogo, y para el caso especial del viñedo también mostró un comportamiento similar entre el 2005 y 2006.

Tabla 2. Especies de Carabidae halladas durante las estaciones de invierno (I) y primavera (P) de 2004 y 2005 en la finca de vid de la zona de Berisso, Argentina. DA: Densidad- actividad; %: Abundancia relativa porcentual; Dom.: Dominancia (Eud.: Eudominante; D: Dominante; Sd: Subdominante; R: Recedente; Sr: Subrecedente).

Especies de Carabidae	Finca 2004 I-P		Finca 2005 I-P	
	DA	%-Dom.	DA	%-Dom.
<i>Incagonum discosulcatum</i>	8,21	60,3-Eud	3,34	54,0-Eud
<i>Loxandrus pseudomajor</i>	1,68	12,3-Eud	1,15	18,6-Eud
<i>Aspidoglossa intermedia</i>	1,53	11,3-Eud	0,68	11,0-Eud
<i>Argutoridius bonariensis</i>	0,89	6,6-D	0,17	2,7-Sd
<i>Semiardistomis semipunctatus</i>	0,53	3,9-Sd	0,09	1,4-R
<i>Scarites anthracinus</i>	0,09	0,6-Sr	0,11	1,7-R
<i>Paratachys bonariensis</i>	0,09	0,6-Sr		
<i>Paranortes cordicollis</i>	0,06	0,5-Sr	0,26	4,1-Sd
<i>Notaphus servillei</i>	0,06	0,5-Sr		
<i>Eumara obscura</i>	0,04	0,3-Sr		
<i>Pachymorphus striatulus</i>	0,04	0,3-Sr		
<i>Incagonum lineatopunctatum</i>	0,04	0,3-Sr	0,23	3,8-Sd
<i>Whiteheadiana stenocephala</i>	0,04	0,3-Sr	0,02	0,3-Sr
<i>Pericompsus crossodmos</i>	0,04	0,3-Sr		
<i>Paraclivina breviscula</i>	0,04	0,3-Sr		
<i>Polpochila flavipes</i>	0,04	0,3-Sr		
<i>Bradycellus</i> sp. n° 1	0,02	0,2-Sr	0,04	0,7-Sr
<i>Pericompsus metallicus</i>	0,02	0,2-Sr		
<i>Selenophorus chalcosomus</i>	0,02	0,2-Sr	0,02	0,3-Sr
<i>Clivina laeta</i>	0,02	0,2-Sr		
<i>Loxandrus brullei</i>	0,02	0,2-Sr		
<i>Loxandrus planicollis</i>	0,02	0,2-Sr		
<i>Notaphus fischeris</i>	0,02	0,2-Sr		
<i>Pericompsus callicalymma</i>	0,02	0,2-Sr		
<i>Argutoridius chilensis</i>			0,02	0,3-Sr
<i>Loxandrus confusus</i>			0,02	0,3-Sr
<i>Loxandrus posticus</i>			0,02	0,3-Sr
<i>Semiardistomis aeneus</i>			0,02	0,3-Sr
RIQUEZA TOTAL	24		15	

El 62,8 % del elenco de carábidos capturado, está compuesto por especies netamente hidrófilas (de las cuáles el 34% son también riparias), el 31,4% son mesófilas (de las cuales 4 prefieren microambientes relativamente húmedos), y el 5,7 % restante es xerófilo y minoritario. Así mismo, el 83% son estenótopas y el 17% restante eurítocas (Tabla 1). En lo que atañe a la densidad- actividad estacional preponderante de las especies dominantes y eudominantes podemos agruparla en tres categorías: estival (únicamente *O. chrysis*), otoño- invernal (*I. discosulcatum*; *A. bonariensis* y *L. pseudomajor*) e Invierno- primaveral (*A. intermedia*) (Figura 2).

La mayoría de las especies halladas, son especialistas de hábitat, restringiendo su presencia a ambientes particulares, lo que concuerda con lo hallado para ambientes poco disturbados y con una importante diversidad vegetal (Agosti & Sciaky, 1998; Schmidt y Tschamtkke, 2005).

El componente vegetal, en todos los ambientes de la zona se caracteriza por la presencia de una estructura y composición particular. En todos ellos existe un estrato arbóreo y uno herbáceo representado por varias familias de fanerógamas, como Fabaceae, Asteraceae y Apiaceae, con diferente morfología y talla.

Estas condiciones de la cobertura generan una gran complejidad microambiental, sobre todo en la parcela de vid donde el suelo se cubre casi un 100%, lo que tiene su correlato con la mayor riqueza y abundancia de esta familia de coleópteros en relación a la observada en los ambientes seminaturales. En relación a esto último, distintos autores (Thiele, 1977; Pfiffner & Luka, 2000; Schmidt & Tschamtkke, 2005; Pakeman & Stockan, 2014) han documentado que la composición y estructura de la cobertura vegetal es el factor determinante para la disponibilidad de una gran variedad de nichos, donde estas especies de carábidos encuentran las condiciones necesarias para su desarrollo, y que, a su vez, bajo estas condiciones, las especies generalistas están poco representadas. Lo mismo fue observado en este trabajo en la zona estudiada. La composición del ensamble está representada por una mayoría de especies estenótopas e hidrófilas, muchas riparias, anfíbias o mesófilas con preferencia por áreas húmedas, indicando condiciones de uniformidad ambiental. Esto, se relaciona con las inundaciones periódicas que saturan el suelo de agua, sumado a la densa cobertura de la vegetación, y a la presencia de un importante canopeo en el monte.

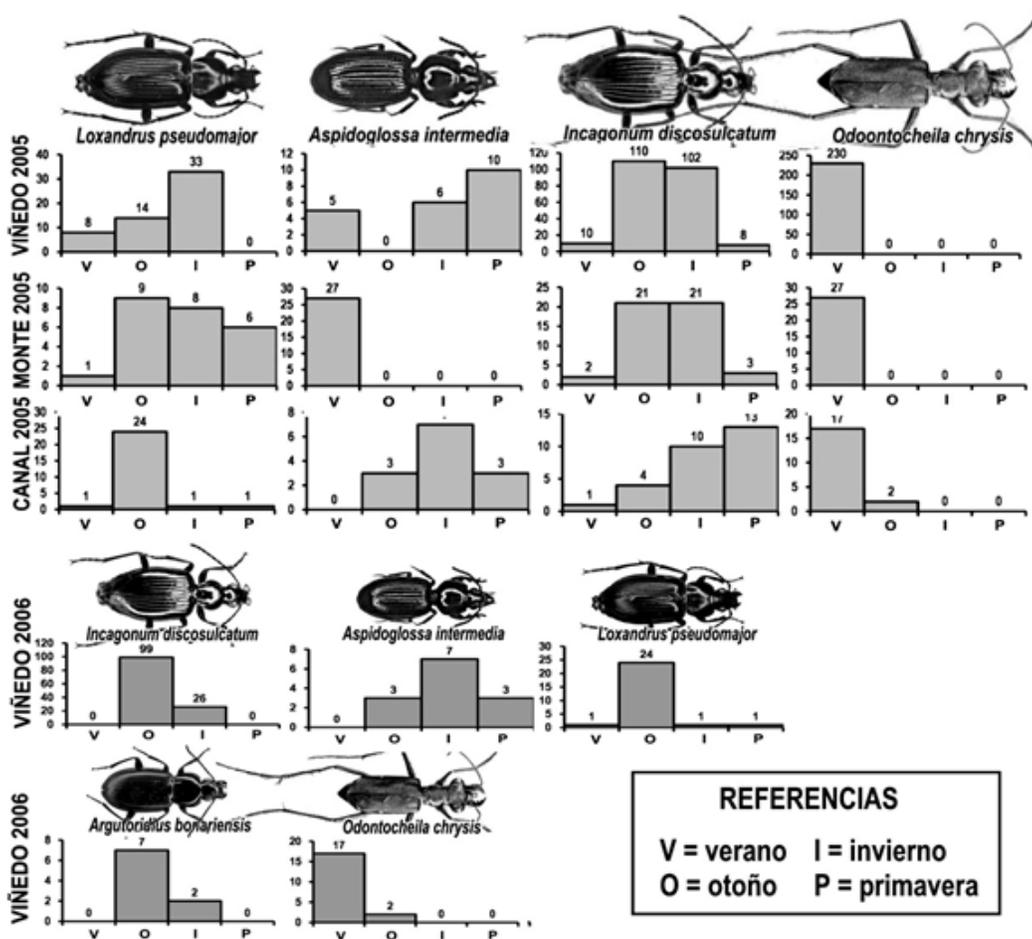


Figura 2. Fenología y densidad-actividad de carábidos con dominancia mayor al 5% para los años 2005 y el 2006 en el viñedo y para el 2005 en el monte y el canal de agua, en una finca de vid de Berisso, Buenos Aires (Argentina). Eje-x: Estaciones del año. Eje-y: número de carábidos capturados. Sobre cada barra se indica el número de carábidos capturados en la estación correspondiente.

Tabla 3. Especies de Carabidae y riqueza hallados en los tres ambientes (Viñedo, Monte, Canal) en 2005 y en el viñedo en 2006 en la finca de vid de la zona de Berisso, Argentina. N= número de trampas. A: Abundancia; DA: Densidad actividad; %: Abundancia relativa porcentual; D: Dominancia (Eud: Eudominante; D: Dominante; Sd: Subdominante; R: Recedente; Sr: Subrecedente).

Sp. carábidos	Viñedo		Monte		Canal		Viñedo	
	2005 (N=20)		2005 (N=19)		2005 (N=8)		2006 (N=12)	
	DA	%-D	DA	%-D	DA	%-D	DA	%-D
<i>Incagonum discosulcatum</i>	11,5	38,0-Eud	2,47	31,8-Eud	3,5	32,9-Eud	10,42	53,9-Eud
<i>Odontocheila chrysis</i>	11,5	38,0-Eud	2,21	28,4-Eud	3,4	31,8-Eud	1,58	8,2-D
<i>Loxandrus sp. n° 1</i>	2,75	9,1-D	1,26	16,2-Eud	1,63	15,3-Eud	2,42	12,5-Eud
<i>Paranortes cordicollis</i>	1,1	3,6-Sd	0,05	0,7-Sr				
<i>Aspidoglossa intermedia</i>	1,05	3,5-Sd	0,89	11,5-Eud	1,38	12,9-Eud	1,08	5,6-D
<i>Argutoridius bonariensis</i>	0,6	2,0-Sd	0,05	0,7-Sr	0,25	2,4-Sd	0,83	4,3-Sd
<i>Scarites anthracinus</i>	0,35	1,2-R					0,25	1,3-R
<i>Semiardistomis semipunctatus</i>	0,25	0,8-Sr	0,26	3,4-Sd			0,17	0,9-Sr
<i>Incagonum lineatopunctatum</i>	0,2	0,7-Sr	0,21	2,7-Sd	0,38	3,5-Sd	0,17	0,9-Sr
<i>Argutoridius chilensis</i>	0,2	0,7-Sr					0,83	4,3-Sd
<i>Pachymorphus striatulus</i>	0,15	0,5-Sr	0,11	1,4-R			0,58	3,0-Sd
<i>Pericompsus metallicus</i>	0,15	0,5-Sr						
<i>Bradycellus sp. n° 1</i>	0,15	0,5-Sr	0,05	0,7-Sr			0,08	0,4-Sr
<i>Whiteheadiana stenocephala</i>	0,1	0,3-Sr	0,11	1,4-R			0,33	1,7-R
<i>Eumara obscura</i>	0,05	0,2-Sr						
<i>Selenophorus chalcosomus</i>	0,05	0,2-Sr						
<i>Loxandrus confusus</i>	0,05	0,2-Sr						
<i>Loxandrus posticus</i>	0,05	0,2-Sr						
<i>Metius circumfusus</i>	0,05	0,2-Sr						
<i>Paratachys laevigatus</i>			0,11	1,4-R				
<i>Semiardistomis aeneus</i>					0,13	1,2-R		
<i>Stenocephis punctatostrata</i>							0,17	0,9-Sr
<i>Pericompsus crossodmos</i>							0,08	0,4-Sr
<i>Clivina laeta</i>							0,08	0,4-Sr
<i>Galerita collaris</i>							0,08	0,4-Sr
<i>Selenophorus anceps</i>							0,08	0,4-Sr
<i>Selenophorus lugubris</i>							0,08	0,4-Sr
RIQUEZA TOTAL	19		12		7		18	

Todas estas condiciones minimizan la radiación solar y dificultan la evaporación. Como consecuencia, se homogeneizan las condiciones microambientales del hábitat, limitando la presencia de aquellas especies con bajos requerimientos de humedad.

Se ha señalado que, aquellos ambientes con inundaciones regulares, sufren cambios en las condiciones ambientales y en la comunidad de plantas (Plum, 2005; Gerisch, 2014). Como resultado, los organismos son afectados tanto a nivel individual como poblacional por la modificación transitoria y recurrente del hábitat (Canepuccia et al., 2009). En nuestro caso, las crecidas del Río de la Plata, con la consecuente inundación de todos los ambientes considerados, generan un disturbio constante modificando las condiciones del hábitat. Esto se vio reflejado en las variaciones de la abundancia y riqueza de las especies entre los años. A pesar de esto, los ensambles de carábidos han mostrado mantener las especies de mayor dominancia y con alta

capacidad de dispersión. Esta estrategia de supervivencia se torna fundamental en sitios con disturbio de este tipo (Plum, 2005; Canepuccia et al., 2009; Gerisch, 2014), tal es el caso de *I. discosulcatum* en la finca estudiada (Cicchino et al., 2003; Cicchino & Farina, 2007a; Paleologos, 2012). En humedales donde las crecidas del río permiten períodos de inundación y secos, los organismos adaptados a estos pulsos son capaces de sobrevivir exitosamente (Emmerling, 1993; Middleton, 2002; Gerisch, 2014). La fase seca de inundación es fundamental, ya que, de no existir, incluso los organismos mejor adaptados morirían en condiciones anaeróbicas prolongadas. Teniendo en cuenta lo antedicho, en los sistemas de Berisso, la presencia de una dinámica hidrológica anual relativamente estable, con períodos cortos de inundación (Paleologos, 2012) y un ascenso y descenso lento del agua, ha influido en el desarrollo de una comunidad de carábidos particular y adaptada a sobrellevar la dinámica del río.

Los requerimientos ecológicos de las especies halladas, reflejan las condiciones de inundación y complejidad ambiental presentes en estos agroecosistemas. Tanto las dominantes (*I. discosulcatum*, *O. chrysis*, *L. pseudomajor*, *A. intermedia*) como la mayor parte de las restantes, se asocian a ambientes de bosques ribereño y/o ambientes vegetados próximos o de las orillas de los cuerpos de agua (Paleólogos, 2012). *Incagonum discosulcatum* fue la especie más abundante en todos los ambientes. Su excelente capacidad de volar (Cicchino & Farina, 2007a; Cicchino et al., 2003), le permite en los momentos de inundación desplazarse a otros sitios próximos. Canepuccia et al., (2009) y Gerisch, (2014) han señalado que la capacidad de desplazamiento es una estrategia exitosa para hacer frente a las inundaciones, lo que explicaría su mayor dominancia en todos los ambientes de la zona baja. *Odontocheila chrysis*, caza al acecho y es propia de sitios abiertos y parcialmente soleados (Cicchino, com. pers., 2019). Estas condiciones se encuentran fundamentalmente en el viñedo, lo que es coherente con su mayor abundancia en relación a los otros ambientes. Considerando el esfuerzo de muestreo, *Loxandrus pseudomajor*, presentó una mayor abundancia en el viñedo y en el canal en relación al monte. Esta especie es propia de sitios vegetados y abiertos en los márgenes de cuerpos de agua loticos (Cicchino & Farina, 2007a; Cicchino, 2009b). En este sentido, el canal que rodea la parcela cultivada y los zanjillos que atraviesan el viñedo cumplen con las condiciones propicias para el desarrollo de esta especie. *A. intermedia*, es propia de sitios con espeso mantillo donde pasa la mayor parte del tiempo. La composición y densidad del mantillo constituyen un factor de selección para las especies en función a su talla y morfo corporal, determinando de esta forma la composición de carábidos presente (Magura, 2002). En estos sistemas, la mayoría de las especies halladas poseen un tamaño de mediano a pequeño y un morfo deprimido. Estas características se conciben con las observadas en suelos con mantillo denso y espeso producto, en nuestro caso, de la frondosa cobertura vegetal, donde las especies de este tamaño y morfo no encuentran un obstáculo para su movimiento (Cicchino & Farina, 2007b).

Desde el punto de vista funcional, se sabe que la fauna edáfica tiene un rol fundamental en el cumplimiento de procesos en los agroecosistemas (Wagg et al., 2014). En estos sistemas de Berisso, todas las especies halladas, son especies de hábito predador u omnívoro oportunista, muchas además poseen hábitos fosores, por lo que claramente intervienen activamente en el cumplimiento de procesos ecológicos en estos sistemas, como el mejoramiento de la estructura del suelo, la regulación biótica y el ciclado de nutrientes (Lavelle et al., 2006). La ausencia de especies fitófagas o seminívoras indicaría que los carábidos no contribuyen de manera directa en el movimiento de la mayor parte del material vegetal en el sistema, aunque por sus hábitos participan en activar este proceso.

CONCLUSIONES

- En el viñedo analizado, los ensambles de carábidos de la parcela cultivada y los ambientes aledaños, han mostrado una comunidad con una estructura y composición definida y particular, reflejando la presencia de

una heterogeneidad microambiental en todos los sitios estudiados.

- Los ensambles de carábidos de los viñedos de Berisso, responden eficazmente a las características de la vegetación y a los disturbios, tanto antrópicos (manejo de la cobertura) como naturales (inundaciones), mediante cambios en su riqueza, abundancia, estructura (abundancia relativa) y/o composición (requerimientos de las especies) de la comunidad.

- Por las características arriba indicadas, el ensamble de carábidos aquí evaluado cumple todas las condiciones para ser considerado como “cajas negras”, esto es que permiten inferir que otros grupos de artrópodos que cohabitan con ellos también participan de manera análoga en el funcionamiento de este ecosistema singular de viñedo.

- En estos viñedos del Partido de Berisso, el manejo con una baja dependencia de insumos externos se explica por la importante biodiversidad presente, la cual refleja una complejidad microambiental. Por ende, una gran disponibilidad de nichos para la presencia de organismos, entre ellos los carábidos, que cumplen numerosas funciones ecológicas, como la regulación biótica, la descomposición de la materia orgánica y la aireación del suelo, entre otras. A su vez, el ensamble de carábidos evidencia una redundancia funcional para los roles considerados, siendo un argumento fiable de su sustentabilidad.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al CONICET por la beca de tesis doctoral que motivo esta investigación, a la UNLP por el espacio y recursos económicos para realizar este trabajo y a los agricultores de Berisso que nos permitieron realizar los estudios en sus fincas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbona, E., Sarandón, S. J., Marasas, M. E. & M. Astier.** 2007. Ecological sustainability evaluation of traditional management in different vineyard systems in Berisso, Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 119: 335-345.
- Agosti, M. & R. Sciaky.** 1998. Carabidocenosi dei vigneti: rapporti con le zone limitrofe ed evoluzione nel tempo. *Nat. Bresciana. Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., Brescia*, 31:69-86.
- Asteraki, E.J., Hart, B.J., Ings, T.C. & W.J. Manley.** 2004. Factors influencing the plant and invertebrate diversity of arable field margins. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 102, 219-231.
- Balvanera, P., Pfisterer, A. B., Buchmann, N., He J. S., Nakashizuka, T., Raffaelli, D. & B. Schmid.** 2006. Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters* 9, 1146–1156.
- Brandmayr, P., Zetto, T. & R. Pizzolotto.** 2005. I Coleotteri Carabidi per la valutazione ambientale e la conservazione della biodiversità. *Manuale operativo*. Roma: APAT, Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici. 240 pp
- Brown, K. S. Jr.** 1991. Conservation of neotropical environments: insects as indicators. En *The conservation of*

- insects and their habitats. Collins N.M. & Thomas J.A., Eds. Academic Press London. pp. 350-404.
- Cabrera, A. L. & A. Willink.** 1980. Biogeografía de América Latina. Washington DC. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. 120 pp
- Canepuccia, A. D., Cicchino, A., Escalante, A., Novaro, A. & J.P. Isacch.** 2009. Differential Responses of Marsh Arthropods to Rainfall-Induced Habitat Loss. *Zoology Studies* 48 (2): 174-183.
- Castiglioni, E., García, L. F., Burla, J. P., Arbuló, N. & C. Fagúndez.** 2017. Arañas y carábidos como potenciales bioindicadores en ambientes con distinto grado de intervención antrópica en el este uruguayo: un estudio preliminar. *Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay* 13: 106-114.
- Castro, A.** 2014. Ensamble de Carabidae del talar más austral del sudeste bonaerense. M. Sc. Tesis. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UN Mar del Plata, Balcarse. 126 pp
- Cavaliere, F., Brandmayr, P. & A. Giglio.** 2019. DNA damage in haemocytes of *Harpalus* (*Pseudophonus*) *rufipes* (De Geer, 1774) (Coleoptera, Carabidae) as an indicator of sublethal effects of exposure to herbicides. *Ecological Indicators* 98: 88-91.
- Cicchino, A.C.** 2009a. Los carábidos edáficos (Insecta: Coleoptera, Carabidae) de una vivienda urbana típica del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. VII REBIOS. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/19331462.pdf> Último acceso: julio de 2019.
- Cicchino, A.C.** 2009b. Materiales de estudio de las especies de Carabidae (Insecta: Coleoptera) del Parque Costero del Sur. En: Parque Costero del Sur. Naturaleza, conservación y patrimonio cultural. Athor J., Ed. Buenos Aires. Fundación de Historia Natural Félix de Azara. Capítulo 2: 149- 169.
- Cicchino, A.C. & J.L. Farina.** 2007a. Los Carabidos (Insecta, Coleoptera) de los suelos serranos y periserranos de las estancias Paititi y El Abrojo, sierra de Difuntos, partido de General Pueyrredón, Provincia de Buenos Aires. *Anales VI REBIOS* (CDs).
- Cicchino, A.C. & J.L. Farina.** 2007b. Riqueza, dominancia y fenología primaveral, estival y otoñal de los Carábidos edáficos (Insecta: Coleoptera) de los currales serranos y periserranos de las sierras de Mar del Plata, provincia de Buenos Aires. *Anales VI REBIOS*. (CDs).
- Cicchino, A.C., Marasas, M.E. & M.F. Paleologos.** 2003. Características e importancia de la carabidofauna edáfica de un cultivo experimental de trigo y sus bordes con vegetación espontánea en el partido de La Plata, Provincia de Buenos Aires. *Revista de Ciencia y Tecnología* 8: 41-54.
- Den Boer, P.J.** 2002. Carabid beetles, a master model for population dynamics. En: How to protect or what we know about carabid beetles? J. Szyszko, den Boer P.J. & Bauer T., Eds., Warsaw: Warsaw Agricultural University Press. pp. 345-376.
- Edwards, C.A.** 1991. The assessment of populations of soil-inhabiting invertebrates. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 34: 145-176.
- Emmerling, C.** 1993. Nährstoffhaushalt and mikrobiologische Eigenschaften von Auenböden sowie die Besiedlung durch Bodentiere unter differenzierter Nutzung und Überschwemmungsdynamik. Thesis. Germany. Berichte aus der Geowissenschaft, Verlag Shaker, Aachen/Trier.
- Eyre, M.D., Luff, M.L. & C. Leifert.** 2013. Crop, field boundary, productivity and disturbance influences on ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in the agroecosystem. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 165: 60-67.
- Eyre, M.D., McMillan, S.D. & C.N.R. Critchley.** 2016. Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) as indicators of change and pattern in the agroecosystems: Longer surveys improve understanding. *Ecological Indicators* 68: 82-88.
- Fournier, E. & M. Loreau.** 2001. Respective roles of recent hedges and forest patch remnants in the maintenance of ground- beetle (Coleoptera: Carabidae) diversity in an agricultural landscape. *Landscape Ecology* 16: 17-32.
- Gerisch, M.** 2012. Too complex to fail? Taxonomic and functional re-organization of ground beetle communities (Coleoptera, Carabidae) following an extreme flood event. M. Sc. Tesis. Germany. Universität Leipzig. 141 pp
- Gerisch, M., Dziock, F., Schanowski, A., Ilg, C. & K. Henle.** 2012. Community resilience following extreme disturbances: The response of ground beetles to a severe summer flood in a Central European lowland stream. *River Research and Application* 28: 81-92.
- Gerisch, M.** 2014. Non-random patterns of functional redundancy revealed in ground beetle communities facing an extreme flood event. *Functional Ecology* 28: 1504-1512.
- Gliessman, S.R.** 2000. Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sustentable. Segunda edición. Río Grande do Sul: Universidade Federal da Rio Grande do Sul. 653 pp
- Gómez, A.A., De Swete, K., Syers, J.K. & K.J. Coughland.** 1996. Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. En: Soil Science Society of America USA: Methods of Assessing Soil Quality, SSSA Special publication 49: 401-410.
- Goulet, H., Lesage, L., Bostanian, N., Vicent, C. & J. Lasnier.** 2004. Diversity and seasonal activity of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in two vineyards of goythem Quebec, Canada. *Annals of Entomological Society of America* 97: 1263-1272.
- Handa, T., Aerts, R., Berendse, F., Berg, M. P., Bruder, A., Butenschoen, O., Chauvet, E., Gessner, M.O., Jabiol, J., Makkonen, M., McKie, B. G., Malmqvist, B., Peeters, E. T. H. M., Scheu, S., Schmid, B., van Ruijven, J., Vos, V. C. A. & S. Hättenschwiler.** 2014. Consequences of biodiversity loss for litter decomposition across biomes. *Nature* 509: 208-221.
- Hatt, S.M.M.** 2017. Spatial diversification of agroecosystems towards biological control of insect pests: A focus on intercropping and wildflower strips. M. Sc. Tesis. Université de Liège-Gembloux Agro- Bio Tech. Bélgica. 211 pp
- Horlent, M., Bonicatto, M., Sarandón, S., Marasas, M. & S. Torrusio.** 2009. Uso agrícola de la tierra y su impacto sobre la agrobiodiversidad en el sector Costero del Partido de Berisso, Buenos Aires. Argentina: II Jornadas Argentinas de Ecología de Paisajes. Disponible en: ftp://ftp.wsl.ch/pub/kienast/iale/Libro_de_Resumenes_II_Jornadas_Ecologia_Paisajes.pdf Último acceso: julio de 2019.
- Jarosik, V.** 1992. Pitfall trapping and species-abundance relationships: a value for carabid beetles (Coleoptera, Carabidae). *Acta Entomologica Bohemoslovaca* 89: 1-12.
- Jerez-Valle, C., García, P.A., Campos, M. & F. Pascual.** 2014. A simple bioindication method to discriminate olive orchard management types using the soil arthropod fauna. *Applied Soil Ecology* 76: 42-51.
- Koivula, M. J.** 2011. Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) reflecting environmental conditions. *ZooKeys* 100: 287-317.

- Lavelle, P., Decaëns, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F., Margerie, P., Mora, P. & J.P. Rossi.** 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology* 42: 3–15.
- Lawrence, J.F. & E.B. Britton.** 1994. *Australian Beetles*. Carlton: Melbourne University Press. 192 pp.
- Leslie, T.W., Biddinger, D.J., Rohr, J.R., Hulting, A.G., Mortensen, D.A. & S.J. Fleischer.** 2014. Examining Shifts in Carabidae Assemblages Across a Forest-Agriculture Ecotone. *Environmental Entomology* 43: 18–28.
- López-Ridaura, S., Maserá, O. & M. Astier.** 2002. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. the MESMIS framework. *Ecological Indicator* 2: 135–148.
- Luff, M. L.** 1996. Use of Carabids as environmental indicators in grasslands and cereals. *Annales Zoologici Fennici* 33: 185-195.
- Magura T.** 2002. Carabids and forest edge: spatial pattern and edge effect. *Forest Ecology and Management* 157: 23-37.
- Marasas, M.** 2002. Efecto de los sistemas de labranza sobre la abundancia y diversidad de la coleopterofauna edáfica, con especial referencia a las especies de Carabidae, en un cultivo de trigo y los ambientes naturales circundantes. M. Sc. Tesis. Argentina. Universidad Nacional de La Plata. 113 pp
- Marasas, M.E., Sarandón, S. & A.C. Cicchino.** 2010. Semirural Habitats and Field Margins in a Typical Agroecosystem of the Argentinean Pampas as a Reservoir of Carabid Beetles. *Journal of Sustainable Agriculture* 34 (2): 153-168.
- Martínez, O.R., Hurtado, M.A., Cabral, M., Jiménez, M. & M. Da Silva.** 2000. Geología, geomorfología y suelos de la planicie costera en los partidos de Ensenada y Berisso (provincia de Buenos Aires). Mar del Plata: VII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. (CDs).
- Mcgeoch, M.A.** 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 73: 181-201.
- Mickaël, H., Christophe, M., Thibaud, D., Johanne, N., Benjamin, P., Jodie, T. & C. Yvan.** 2015. Orchard management influences both functional and taxonomic ground beetle (Coleoptera, Carabidae) diversity in South-East France. *Applied Soil Ecology* 88: 26-31.
- Middleton, B.A.** 2002. The flood pulse concept in wetland restoration. En: *Flood Pulsing in wetlands: Restoring the natural hydrological balance*. Middleton B.A., Ed. Louisiana: National Wetlands Research Center, USGS.
- Municipalidad de Berisso** (2019). Fiesta del Vino de la Costa, Berisso. Disponible en <http://www.berisso.gov.ar/fiestavino/> Ultimo acceso: Septiembre de 2019.
- Norris, S.L., Blackshaw, R.P., Dunna, R.M., Critchley, N.R., Smith, K.E., Williams, J.R., Randall, N.P. & P.J. Murray.** 2016. Improving above and below-ground arthropod biodiversity in maize cultivation systems. *Applied Soil Ecology* 108: 25–46.
- Noss, R.F.** 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4: 355-364.
- Pakeman, R.J. & J.A. Stockan.** 2014. Drivers of carabid functional diversity: abiotic environment, plant functional traits, or plant functional diversity? *Ecology* 95 (5): 1213-1224.
- Paleologos, M.F.** 2012. Los carábidos como componentes clave de la agrobiodiversidad. M. Sc. Tesis. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UN de La Plata, Argentina. 225 pp.
- Paleologos, M.F., Cicchino, A.C., Marasas, M.E. & S.J. Sarandón.** 2007. Las estructuras de dominancia de los ensamblajes carabidológicos como indicadores de disturbio en agroecosistemas. Un ejemplo en dos viñedos bajo diferente manejo en la costa de Berisso, Buenos Aires. *Revista Brasileira de Agroecología* 2(2): 655-659.
- Pearsons, K.A. & J.F. Tooker.** 2017. In-Field Habitat Management to Optimize Pest Control of Novel Soil Communities in Agroecosystems. *Insects* 8(3): 82.
- Pfiffner, L. & H. Luka.** 2000. Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent semi-natural habitats. *Agriculture Ecosystems and Environment* 78: 215-222.
- Phillips, L. D. & T.P. Coob.** 2005. Effects of habitat structure and lid transparency on pitfall catches. *Environmental Entomology* 34(4): 875-882.
- Plum, N.** 2005. Terrestrial Invertebrates in flooded grassland: a literature review. *Wetlands* 25(3), 721-737.
- Porrini, D.P., Castro, A.V. & A.C. Cicchino.** 2014. Los carábidos (Coleoptera: Carabidae) asociados a los remanentes de bosques nativos en la Reserva Natural Municipal Laguna de los Padres, Buenos Aires. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 73 (1-2): 35- 48.
- Rahman, L., Whitelaw-Weckert, M. A., Hutton, R. J. & B. Orchard.** 2009. Impact of floor vegetation on the abundance of nematode trophic groups in vineyards. *Applied Soil Ecology* 42(2): 96-106.
- Rainio, J.** 2009. Carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) as indicators of environmental change in Ranomafana National Park, Madagascar. M- Sc. Tesis. University of Helsinki, Finlandia. 34 pp
- Ribera, I. & G. Foster.** 1997. El uso de artrópodos como indicadores biológicos. *Sociedad Entomológica Argentina* 20: 265-276.
- Sarandón, S.J. & C.C. Flores.** 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Prensa de la Universidad Nacional de La Plata. Argentina. 466 pp
- Schmidt, M. H. & T. Tscharntke.** 2005. The role of perennial habitats for Central European farmland spiders. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 105: 235-242.
- Sharley, D.J., Hoffmann, A.A. & L.J. Thomson.** 2008. The effects of soil tillage on beneficial invertebrates within the vineyard. *Agricultural and Forest Entomology* 10: 233–243.
- Smyth, A.J. & J. Dumansky.** 1995. A framework for evaluating sustainable land management. *Canadian Journal of Soil Science* 75: 401-406.
- Spence, J.R. & J.K. Niemelä.** 1994. Sampling carabid assemblages with pitfall traps. The madness and the methods. *The Canadian Entomologist* 126: 881- 994.
- Swift, M.J., Izac, A.M.N. & M. Van Noordwijk.** 2004. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes- are we asking the right questions? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104: 113-134.
- Talmaciu, M. & N. Talmaciu.** 2005. Contribution to the cognition of the faunas of carabidae (Coleoptera: Carabidae) from the vineyards from the vinegrowing center on Copou-Iassy. *Central European Agriculture* 6, 269-276.
- Tischler, R.** 1949. *Grundzüge der terrestrischen Tierökologie*. Alemania: Springer Fachmedien Weistbaden GmbH. 486 pp
- Thiele, H.U.** 1977. *Carabid Beetles in their environments*. Berlin/ Heidelberg: Springer-Verlag, New York. 369 pp.

Thomson, L.J. & A.A. Hoffman. 2009. Vegetation increases the abundance of natural enemies in vineyards. *Biological Control* 49: 259-269.

Torquebian, E. 1992. Are tropical agroforestry home gardens sustainable? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 41: 189-207.

Tscharntke, T., Clough, Y., Wanger, T. C., Jackson, L., Motzke, I., Perfecto, I., Vandermeer, J. & A. Whitbread. 2012. Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological Conservation* 151: 53–59.

UNEP/CDB/COP. 2000. The Biodiversity Agenda. Decisiones adoptadas por la conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica en su quinta reunión. Nairobi.

Velarde, I., Muchnik, J. & R. Cittadini. 2013. ¡Al gran Pueblo Argentino, salud! El retorno del vino de la costa de Berisso. *Revista de la Facultad de Agronomía* 112 (SIAL): 45-61.

Wagg, C., Bender, S. F., Widmer, F. & M.G. Van Der Heijden. 2014. Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. *Proceeding of the National Academy of Sciences* 111(14): 5266-5270.

Woodcock, B. A., Lawson, C. S., Mann, D. J. & A.W. Mcdonald. 2006. Effects of grazing management on beetle and plant assemblages during the re-creation of a flood-plain meadow. *Agriculture Ecosystems and Environment* 116: 225-234.

Zhen, L., Routray, J.K., Zoebisch, M.A., Chen, G., Xie, G. & S. Cheng. 2005. Three dimensions of sustainability of farming practices in the North China Plain. A case study from Ningjin Country of Shandong Province, PR China. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 105: 507-522.