



Eje temático N° 2: Bienes naturales, problemas medioambientales y sostenibilidad del desarrollo agrario. Extractivismo, “sojización” y otros debates. Agroecología.

Título: La comunidad de carábidos como indicadora de complejidad microambiental y del cumplimiento de funciones ecológicas. Su importancia para la sustentabilidad.

Autor/a/es: María Fernanda Paleologos^{1,2}, María Luz Blandi^{1,2}

Pertenencia institucional: 1- CONICET- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; 2-Cátedra de Agroecología, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales -UNLP-

E-mails: ferpaleologos@gmail.com

Introducción

La estabilidad es una de las propiedades más buscadas para lograr sistemas agrícolas sustentables. La preservación de la biodiversidad está estrechamente relacionada con la estabilidad de los agroecosistemas (Yantao *et al.* 2014), ya que además de proveer bienes (fibras y alimentos), sus componentes clave son responsables de ciertas funciones involucradas en su estabilidad (Yantao *et al.* 2014), entre ellas, la regulación biótica, el ciclado de nutrientes y la descomposición de la materia orgánica (UNEP 2000; Tschardtke *et al.* 2012).

En los agroecosistemas, el aumento de la diversidad vegetal, tanto cultivada como espontánea, en composición y estructura y/o en pequeñas superficies como a escala de paisaje, se reconocen como factores importantes para favorecer la presencia de organismos que, por sus hábitos, contribuyen al cumplimiento de diversos procesos ecológicos en los agroecosistemas (Thomson & Hoffmann 2009; Marasas *et al.* 2010; Pearsons & Tooker 2017). Por ejemplo, los ambientes seminaturales actúan como sitios de refugio, reproducción y alimento para organismos que cumplen importantes roles en el agroecosistema, como son los enemigos naturales de plagas (Fournier & Loreau 2001; Schmidt & Tschardtke 2005).



Se ha señalado una relación positiva entre la diversidad de la vegetación, la complejidad del hábitat y los procesos del ecosistema (Asteraki *et al.* 2004; Woodcock *et al.* 2006; Rahman *et al.* 2009; Norris *et al.*, 2016). Estos estudios se han basado en la comparación y relación de parámetros como la abundancia, riqueza o diversidad de organismos y las características de la vegetación (Asteraki *et al.* 2004; Goulet *et al.* 2004; Marasas *et al.* 2010). Sin embargo, a menudo, la información a la que se pretende acceder consiste en variables difícilmente medibles o cuantificables, como la estabilidad y complejidad de un sistema, excepto para la resiliencia con la que contamos con alguna información (Gerisch *et al.*, 2012). En este contexto, aún se requiere el desarrollo de instrumentos que permitan inferir más fielmente el cumplimiento de los procesos y las condiciones ambientales de los agroecosistemas, a fin de poder predecir, evaluar, diseñar y manejar los sistemas de manera más sustentable.

Esta dificultad para evaluar la sustentabilidad ha motivado que, en los últimos años, se realizaran estudios tendientes al desarrollo y aplicación de indicadores de distintos aspectos de los agroecosistemas (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; Jerez-Valle *et al.* 2014), ya que los cambios en la comunidad pueden indicar alteraciones ecológicas difíciles de medir de otra forma (Noss 1990; Lavallo *et al.* 2006; Sharley *et al.* 2008).

Dentro de los Coleopteros, la Familia Carabidae ha demostrado ser buena indicadora del grado de disturbio, de ciertas condiciones ambientales y de factores antrópicos, tanto a nivel de parcela cultivada como de paisaje (Luff 1996; Agosti & Sciaky 1998; Woodcock *et al.* 2006; Canepuccia *et al.* 2009; Mickaël *et al.* 2015), por lo que esta familia constituye una buena herramienta para el análisis ambiental y ecológico de los agroecosistemas (Ribera & Foster 1997; Ribera *et al.* 2001).

En Argentina, los sistemas de producción del Vino de la Costa en el Partido de Berisso (Buenos Aires) constituyen agroecosistemas muy particulares, ya que se basan en la



conservación de los recursos naturales y, en particular, de la biodiversidad. Además, desde principios del siglo XX, se han mantenido productivos con un bajo uso de insumos (Gliessman 2000; Masera & López Ridaura, 2000). Los mismos se encuentran en el albardón costero del Río de La Plata, donde las crecidas del río causan inundaciones periódicas. Estos viñedos de zonas inundables, a la par de ser económicamente importantes para esta área (Velarde, 2010), constituyen un escenario interesante para ser estudiado (Gliessman 2000; Sarandón 2002) en términos de biodiversidad y de sustentabilidad. Tomando en consideración lo antedicho, el conocimiento integral de la carabidofauna de estos sistemas, con criterio biocenológico, aportará elementos para entender su funcionamiento y contar con las bases necesarias para detectar en el tiempo cambios que amenacen su subsistencia en el tiempo.

Consecuentemente con esto, en este trabajo se plantea evaluar el ensamble de carábidos en estos sistemas y, en particular, analizar la abundancia, riqueza, diversidad, estructura y composición de la comunidad de carábidos, así como la dominancia relativa y las particularidades de las especies presentes, como indicadores de condiciones ambientales y de disturbio, así como del cumplimiento de los procesos ecológicos, en parcelas cultivadas y ambientes naturales aledaños.

Metodología

Área de Estudio: El Partido de Berisso en la prov. de Buenos Aires (Argentina) (34° 53' Latitud Sur, 57° 54' Longitud Oeste) posee una superficie de 135 Km². La región es subtropical húmeda, con T° medias mínima de 14° C y máxima de 18° C al año. La precipitación media anual es de 910 mm (Abbona *et al.* 2007). La zona es una planicie costera de entre 0 y 5 m snm. Estos humedales, posee una vegetación natural típica del bosque costero, que ocupa más del 70 % total del área (Horlent *et al.* 2009). Los suelos son Fluvisoles, con una secuencia de horizonte (Oi)-A-CG1-2Cg2-3Cg3-, que han evolucionado en condiciones de hidromorfismo (Martínez *et al.* 2000). Este bosque está conformado por sauces (*Sáliz humboldtiana* Willd., Salicaceae) asociadas al humedal ribereño, ceibos (*Erythrina cristagalli* L., Fabaceae) laureles (*Laurus nobilis* Tourn ex L., Lauraceae), anacahuita (*Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg., Myrtaceae), totoras



(*Typha latifolia* L., Typhaceae) y paja brava (*Scirpus giganteus* Kunth, Ciperaceae). También se encuentran bulbosas como lirios amarillos (*Iris pseudacorus* L., Iridaceae). La región incluye un importante exponente de acervo histórico y cultural local.

El estudio se realizó en una finca vinícola del área costera de Berisso. Los viñedos de la zona son excluyentemente *Vitis labrusca* L., (Vitaceae), y se encuentran rodeados de monte ribereño (Cabrera, 1994), con una superficie de 1 ha aproximadamente, con una cobertura de vegetación espontánea, dominada por especies pertenecientes a las Fam. Ranunculaceae, Iridaceae, Apiaceae (Umbellíferas) y Fabaceae (Leguminosas). Del 100% de la cobertura que presenta el suelo, estas familias ocupan más del 65% (Bonicatto *et al.* 2006; Bonicatto & Marasas 2005). La producción de uva de la zona se realiza bajo el sistema de parral. El monte se encuentra compuesto por un estrato arbóreo de álamos (*Populus deltoides* W.Bartram ex Marshall; *Populus alba* L. (Silicaceae), sauces (*Salix babylonica* L. (Silicaceae) y frutales (manzanos, perales, ciruelos y vid), un estrato arbustivo con hortensias (*Hydrangea macrophylla* Thunb. Ser. (Hydrangeaceae), rosales (*Rosa* sp. L., Rosaceae) y ligustina (*Ligustrum sinense* Lour., 1979, Oleaceae) y el estrato herbáceo con gramíneas (Poaceae) (*Lolium multiflorum* Lam.; *Paspalum dilatatum* Poir.), Ranunculaceae (*Ranunculus muricatus* L.), Iridaceae (*Iris pseudacorus* L.), Fabaceae (*Trifolium repens* L.) y Apiaceae (*Eryngium pandanifolium* Cham. & Schldl) (Bonicatto & Marasas 2005).

Estas fincas se encuentran sometidas a inundaciones periódicas a causa de las crecidas del Río de La Plata y presentan un sistema de canales colectores para la descarga de agua luego de las inundaciones. Estos canales, rodean y atraviesan en su totalidad las parcelas cultivadas y presentan un ancho de aproximadamente 2,5 metros y una profundidad de 1 metro. En estos canales se observa un dominio de especies de la Familia Iridaceae, fundamentalmente representada por lirios amarillos y cola de caballo: *Equisetum giganteum* L. (Equisetaceae), saeta: *Sagittaria montevidensis* Cham. & Schldl. (Alismatacae) y caraguatá: *Eryngium pandanifolium* Cham. & Schldl. (Apiaceae) (Bonicatto, com. pers. 2004).



En este trabajo se analizaron la parcela de vid conjuntamente con los ambientes naturales aledaños localizados como muestra la Figura 1.

Relevamiento de la carabidofauna

Se utilizaron trampas “pitfall”, las que pese a sus limitaciones (Phillips y Cobb, 2005), constituyen la técnica más usada para evaluar el número y actividad de los coleópteros superficiales (Thiele, 1977; Edwards, 1991; Jarosik, 1992; Spence y Niemelä, 1994). Estas consisten en potes plásticos de 11 cm de diámetro por 12 cm de alto, con 8 orificios laterales de 2 cm de alto x 3 cm de ancho. Las trampas fueron enterradas hasta que el borde inferior de los orificios quedó 1 cm por debajo de la superficie del suelo. La boca de la trampa fue cubierta con una tapa plástica. Se colocó en su interior 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. El detergente disminuye la tensión superficial y concentra la muestra en el fondo de la trampa, permitiendo conservar el material aún durante las inundaciones.

El muestreo se realizó desde julio de 2004 a diciembre de 2005. Para el caso del viñero también se muestreó el 2006. Los datos se compararon entre ambientes y entre años. Las estaciones de invierno y primavera de 2004 se compararon con las mismas del 2005 y, en el viñedo, además, se comparó el 2005 con el 2006.

Las trampas se dispusieron en transectas y se colocaron un total de 47 trampas en la finca: 20 en el viñedo, 19 en el monte y 8 en el canal. Las mismas se recolectaron cada 25- 30 días. Las especies de Carabidae se identificaron mediante bibliografía específica (e. g. Lawrence y Britton, 1994; Marasas, 2002) y claves taxonómicas que se confeccionaron para todas las especies presentes de la zona de la Plata y alrededores (Cicchino, inédito).

Análisis de los datos

Se calculó la abundancia de carábidos y la riqueza o número de especies (S) totales para cada ambiente y año. También se midieron la abundancia (individuos/trampa) y la riqueza (especies/ trampa) para comparar, ambientes y años mediante ANOVA de una vía o dos



vías y test de comparaciones múltiples Tukey ($P < 0,05$), previa transformación $\log_{10}(x + 1)$. La diversidad específica fue estimada a través del Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H'). Para comparar diversidad entre años se utilizó el test no paramétricos de Kruskal- Wallis. Este último fue comparado de a pares por el test t de Student ($P < 0,05$) (Moreno, 2001). Se realizaron análisis de similitud entre especies, a través de coeficientes de similitud de Jaccard para datos cualitativos (presencia/ausencia) y de Sorensen y Morisita para datos cuantitativos, basado en el número de individuos de cada especie. Los parámetros se analizaron para el viñedo y los ambientes seminaturales circundantes (monte y canal) durante dos años (2004 y 2005).

Estructura de la comunidad

Se estableció la dominancia entre las especies para la finca y por ambiente y año. Se calculó de la distribución porcentual de cada especie sobre el total de capturas. Se comparó luego según la escala propuesta por Tischler (1949): Eudominante: $> 10\%$; Dominante: 5 a 10% ; Subdominante: 2 a 5% ; Recedente: 1 a 2% ; Subrecedente: $< 1\%$. Para comparar las estructuras de dominancia entre sí, se utilizó individuos/trampa.

Caracterización de las especies

Las especies halladas se caracterizaron según sus preferencias de hábitat, ubicuismo, grado de sinantropía y fenología estacional. Para esto, se tomó como referencia a Paleologos, 2012).

Resultados

Análisis de la finca

En la finca se capturaron un total de 1.711 carábidos de 35 especies, de las cuales 14 especies se hallaron tanto en el 2004 como en el 2005 (Tabla 1).

Al comparar los años, la abundancia (número de individuos/trampa) fue mayor en 2004 (media \pm ES= $2,53 \pm 0,30$) que en 2005 (media \pm ES= $1,75 \pm 0,17$) (ANOVA: $F = 10,45$, $gl = 1, 804$ $P < 0,0001$), al igual que la riqueza (número de especies/ trampa): en 2004 (media \pm ES= $1,15 \pm 0,07$) fue mayor que 2005 ($0,71 \pm 0,04$) (ANOVA: $F = 20,65$, $gl = 1,804$ P



<0,0001). Sin embargo, la diversidad fue mayor en 2005 ($H' = 1,65$) que en 2004 ($H' = 1,43$) ($t = 48,69$; $P < 0,05$).

El análisis de la estructura de dominancia mostró que, si bien hubo una distribución de la dominancia entre especies pausada, es decir tipo escalera, correspondiente a una estructura compleja, de las tres especies eudominantes, *I. discosulcatum*, *O. crisis* y *Loxandrus pseudomajor*, *I. discosulcatum* mostró por sí sola una abundancia mayor al 50% (Tabla 1).

Si se compara la estructura de dominancia entre años, este predio mostró la presencia de unas pocas especies eudominantes y las restantes con una dominancia más baja. En 2005 *Incagonum discosulcatum*, *Odontocheila chrysis* y *Loxandrus pseudomajor*, representaron el 80 % de las capturas. Luego hubo una especie dominante y una subdominante, cuatro recedentes y las restantes doce subrecedentes. En 2004, considerando invierno y primavera, la dominancia relativa de las especies fue similar a la de 2005. Las restantes diez especies fueron raras (Tabla 1).

Especies de Carabidae	Particularidades de las especies				Finca (47)		2004 Finca (47)		2005 Finca (47)	
	Hum.	Sin.	Eu.	Ubi.	Abun.	%-Dom.	Abun.	%-Dom.	Abun.	%-Dom.
<i>Incagonum discosulcatum</i> (Dejean, 1828)	H	HS		Si	816	48,2-Eud	386	59,6-eud	305	35,9-Eud
<i>Odontocheila chrysis</i> (Fabricius, 1801)	HR			Si	318	18,8-Eud			299	34,4-Eud
<i>Loxandrus pseudomajor</i> (Straneo, 1991)	HR				200	11,8-Eud	79	12,2-eud	92	10,8-Eud
<i>Aspidoglossa intermedia</i> (Dejean, 1831)	H	HS	Si	Si	136	8-D	74	11,7-eud	49	6,4-D
<i>Argutoridius bonariensis</i> (Dejean, 1831)	M	S	Si	Si	65	3,8-Sd	40	5,8-d	15	1,8-R
<i>Semiardistomis semipunctatus</i> (Dejean, 1831)	H				37	1,5-R	25	3,9-sd	10	1,3-R
<i>Paranortes cordicollis</i> (Dejean, 1828)	MH	S	Si	Si	26	1,2-R	3	0,5-sr	23	2,7-Sd
<i>Incagonum lineatopunctatum</i> (Dejean, 1831)	M	HS		Si	15	0,9-Sr	2	0,3-sr	11	1,6-R
<i>Argutoridius chilensis</i> (Dejean, 1828)	MH	HS	Si	Si	14	0,8-Sr			4	0,5-Sr
<i>Pachymorphus striatulus</i> (Fabricius, 1792)	MH	S	Si	Si	14	0,8-Sr	2	0,3-sr	5	0,6-Sr
<i>Scarites anthracinus</i> (Dejean, 1831)	M	S	Si	Si	14	0,8-Sr	4	0,7-sr	7	1,0-R
<i>Whiteheadiana stenocephala</i>	HR				10	0,6-Sr	2	0,3-sr	4	0,5-Sr



(Brullé, 1836)									
<i>Bradycellus sp. n° 1</i>	HR		Si	6	0,4-Sr	1	0,2-sr	4	0,6-Sr
<i>Paratachys bonariensis</i> (Steinheil, 1869)	HR		Si	4	0,2-Sr	4	0,6-sr		
<i>Pericompsus metallicus</i> (Bates, 1871)	HR			4	0,2-Sr	1	0,1-sr	3	0,3-Sr
<i>Eumara obscura</i> (Putzeys, 1875)	XE			3	0,2-Sr	2	0,3-sr	1	0,1-Sr
<i>Notaphus laticollis</i> (Brullé, 1838)	HR		Si	3	0,2-Sr	3	0,5-sr		
<i>Pericompsus crossodmus</i> (Erwin, 1974)	HR			3	0,2-Sr	2	0,3-sr		
<i>Clivina laeta</i> (Putzeys, 1866)	H			2	0,1-Sr	1	0,2-sr		
<i>Galerita collaris</i> (Dejean, 1826)	M	HS		2	0,1-Sr				
<i>Paraclivina breviscula</i> (Putzeys, 1866)	MH			2	0,1-Sr	2	0,3-sr		
<i>Paratachys laevigatus</i> (Boheman, 1858)	HR			2	0,1-Sr			2	0,3-Sr
<i>Polpochila flavipes</i> (Dejean, 1831)	MH		Si	2	0,1-Sr	2	0,3-sr		
<i>Selenophorus chalcosomus</i> (Reiche, 1843)	M		Si	2	0,1-Sr	1	0,2-sr	1	0,2-Sr
<i>Stenocrepis punctatostriata</i> (Brullé, 1838)	HA			2	0,1-Sr				
<i>Loxandrus brullei</i> (Tschischérine, 1900)	H			1	0,1-Sr	1	0,2-sr		
<i>Loxandrus confusus</i> (Dejean, 1831)	H	HS		1	0,1-Sr			1	0,2-Sr
<i>Loxandrus planicollis</i> (Straneo, 1991)	H			1	0,1-Sr	1	0,1-sr		
<i>Loxandrus posticus</i> (Brullé, 1838)	H			1	0,1-Sr			1	0,2-Sr
<i>Metius circumfusus</i> (Germar, 1824)	H	HS		1	0,1-Sr			1	0,1-Sr
<i>Notaphus fisheri</i> (Solier, 1849)	HR		Si	1	0,1-Sr	1	0,2-sr		
<i>Pericompsus callicalymma</i> (Erwin, 1974)	HR			1	0,1-Sr	1	0,2-sr		
<i>Selenophorus anceps</i> (Putzeys, 1878)	X		Si	1	0,1-Sr				
<i>Selenophorus lugubris</i> (Putzeys, 1878)	M			1	0,1-Sr				
<i>Semiardistomis aeneus</i> (Putzeys, 1886)	HR		Si	1	0,1-Sr			1	0,1-Sr

Tabla 1: Especies de Carabidae halladas en la finca de vid (Berisso, Argentina) y sus particularidades ecológicas. Se muestran las especies para el total del período muestreado y para cada año por separado. **Número de trampas pitfall:** 47, **Hum:** Preferencias por grado de humedad (**H:** hidrófila; **M:** mesófila; **MH:** mesófila con preferencia por ambientes húmedos; **HA:** hidrófila acuática; **HR:** hidrófila riparia; **XE:** xerófila); **Sin.:** Sinantropismo (**S** y **HS:** sinantrópica y hemisinantrópica); **Eu.:** Euritopismo; **Ubi.:**



Ubicuismo; **Abun.:** Abundancia (Individuos/trampa); **%:** Abundancia relativa porcentual; **Dom.:** Dominancia (Eud: Eudominante; D: Dominante; Sd: Subdominante; R: Recedente; Sr: Subrecedente).

Comparación entre ambientes:

Se capturaron 1205 individuos de 31 especies en el viñedo, 348 de 16 especies en el monte y 158 de 11 especies en el canal.

Los índices de similitud entre los distintos ambientes mostraron cierto grado de disimilitud entre ellos, lo que se evidenció más en el índice cuantitativo (Tabla 2).

	Especies comunes	Jaccard	Sorensoncuant.	Morisita
Viñedo - Monte+Canal	14	0,4	0,55	0,95
Viñedo - Canal	9	0,27	0,23	0,97
Viñedo - Monte	14	0,42	0,42	0,93
Monte - Canal	9	0,5	0,61	0,96

Tabla 2: Especies en común e índices de similitud de Jaccard, Sorenson cuantitativo y Morisita entre los distintos ambientes de la finca de vid (Berisso, Buenos Aires).

Al comparar el viñedo con el monte y el canal, el viñedo tuvo más abundancia (ANOVA: $F=37,04$; $gl= 1, 805$; $P<0,0001$) y riqueza (ANOVA: $F=24,14$; $gl= 1, 805$; $P<0,0001$) que el monte y el canal juntos.

Al comparar los tres ambientes entre sí, se observaron variaciones significativas en la abundancia (ANOVA: $F=17,91$; $gl: 2,689$; $P <0,0001$) y en la riqueza (ANOVA: $F=13,32$; $gl: 2,689$; $P <0,0001$) siendo mayor en el viñedo bajo que en el monte y el canal (Tabla 3).

Ambiente de zona baja	Abundancia	Riqueza
Viñedo	$3,20 \pm 0,37$ a	$1,06 \pm 0,06$ a
Monte	$1,26 \pm 0,15$ b	$0,68 \pm 0,05$ b
Canal	$1,36 \pm 0,18$ b	$0,80 \pm 0,08$ b

Tabla 3: Abundancia (número de individuos/trampa) y riqueza (número de especies/trampa) en los distintos ambientes de la finca de vid (Berisso, Buenos Aires). Los valores son medias \pm ES. Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas entre ambientes.

El análisis por año dentro de cada ambiente, mostró que en el viñedo bajo no hubo diferencias significativas en la abundancia entre años (ANOVA: $F = 2,36$, $gl = 2,401$; P



>0,05). Hubo diferencias en el monte, siendo más abundante en 2004 (U Mann-Whitney=5864,5; $P < 0,0001$), y lo mismo ocurrió en el canal (ANOVA: $F = 4,71$, $gl = 1,114$; $P < 0,05$). Con respecto a la riqueza se observaron diferencias significativas entre años en el viñedo bajo (ANOVA: $F = 4,27$, $gl = 2,401$; $P < 0,05$) siendo mayor en 2004; al igual que en el monte (ANOVA: $F = 13,92$, $gl = 1, 273$; $P < 0,0001$) y en el canal (ANOVA: $F = 6,09$, $gl = 1, 1142$, $P < 0,05$) (Tabla 4).

Ambiente de zona baja	Año	Abundancia	Riqueza
Viñedo	2004	$3,50 \pm 0,71$ a	$1,29 \pm 0,11$ a
	2005	$3,05 \pm 0,42$ a	$0,95 \pm 0,07$ b
	2006	$2,19 \pm 0,47$ a	$0,96 \pm 0,10$ b
Monte	2004	$2,10 \pm 0,36$ a	$1,06 \pm 0,11$ a
	2005	$0,83 \pm 0,11$ b	$0,48 \pm 0,05$ b
Canal	2004	$1,82 \pm 0,35$ a	$1,07 \pm 0,15$ a
	2005	$1,12 \pm 0,20$ b	$0,66 \pm 0,09$ b

Tabla 4: Abundancia (número de individuos/trampa) y riqueza (número de especies/trampa) en los distintos ambientes y años de la finca de vid (Berisso, Buenos Aires). Los valores son medias \pm ES. Letras diferentes en la columna y dentro de cada ambiente indican diferencias significativas entre años.

Al comparar la abundancia (número de individuos/trampa) teniendo en cuenta la interacción ambiente x año, se observó que en 2005 la abundancia del viñedo fue mayor que la del monte ($P < 0,0001$) y que la del canal ($P < 0,05$). En cuanto a la riqueza, en 2005, el número de especies del viñedo fue mayor que la del canal ($P < 0,0001$). Todas las demás interacciones, resultaron estadísticamente no significativas ($P > 0,05$). En términos de diversidad, observamos que los ambientes seminaturales tuvieron en 2004 una mayor diversidad ($H' = 1,5$) (t Student = $-2,42$), mientras que en 2005 no hubo diferencia entre la diversidad de los ambientes seminaturales en conjunto, ($H' = 1,68$) y el viñedo (t Student = $-1,42$; $P > 0,05$). En el viñedo, al comparar la diversidad entre los años 2005 y 2006, la diversidad fue mayor en 2006 que en 2005 (t Student = $-15,63$; $P < 0,05$).

La comunidad de carábidos en los distintos ambientes mostró estructuras similares a las presentes en el total de la zona, al igual que las especies eudominantes, excepto en el monte donde se sumó *A. intermedia* (Tablas 5).



Las estructuras de dominancia para los distintos años y ambientes marcaron una dominancia mayor de unas pocas especies por sobre las restantes. En ambos años, esto fue menos marcado para los ambientes de monte y canal que en el viñedo.

En el viñedo la estructura de dominancia mostró similitudes entre años: *Incagonum discosulcatum*, *Odontocheila chrysis* y *Loxandrus pseudomajor* fueron las especies mejor representadas superando el 70% de las capturas. Las restantes especies mostraron una baja abundancia.

Especies de Carabidae	Viñedo (N=20)		Monte (N=19)		Canal (N=8)	
	Abun.	%-Dom.	Abun.	%-Dom.	Abun.	%-Dom.
<i>Incagonum discosulcatum</i>	604	50,1 -Eud	143	41,1-Eud	69	43,7-Eud
<i>Odontocheila chrysis</i>	249	20,7 -Eud	42	12,1-Eud	27	17,1-Eud
<i>Loxandrus sp. n° 1</i>	122	10,1 -Eud	47	13,5-Eud	31	19,6-Eud
<i>Aspidoglossa intermedia</i>	61	5,1 -D	61	17,5-Eud	14	8,9-D
<i>Argutoridius bonariensis</i>	47	3,9 -Sd	11	3,2-D	7	4,4-Sd
<i>Paranortes cordicollis</i>	23	1,9-R	3	0,9-Sr		
<i>Argutoridius chilensis</i>	14	1,2-R				
<i>Scarites anthracinus</i>	14	1,2-R				
<i>Pachymorphus striatulus</i>	11	0,9-Sr	2	0,6-Sr	1	0,6-Sr
<i>Semiardistomis semipunctatus</i>	10	0,8-Sr	26	7,5-D	1	0,6-Sr
<i>Incagonum lineatopunctatum</i>	8	0,7-Sr	4	1,1-R	3	1,9-R
<i>Whiteheadiana stenocephala</i>	8	0,7-Sr	2	0,6-Sr		
<i>Bradycellus sp. n° 1</i>	4	0,3-Sr	1	0,3-Sr	1	0,6-Sr
<i>Pericompsus metallicus</i>	4	0,3-Sr				
<i>Eumara obscura</i>	3	0,2-Sr				
<i>Paratachys bonariensis</i>	3	0,2-Sr	1	0,3-Sr		
<i>Pericompsus crossodmus</i>	3	0,2-Sr				
<i>Polpochila flavipes</i>	2	0,2-Sr				
<i>Selenophorus chalcosomus</i>	2	0,2-Sr				
<i>Stenocrepis punctatostrata</i>	2	0,2-Sr				
<i>Clivina laeta</i>	1	0,1-Sr	1	0,3-Sr		
<i>Galerita collaris</i>	1	0,1-Sr				
<i>Loxandrus brullei</i>	1	0,1-Sr				
<i>Loxandrus confusus</i>	1	0,1-Sr				
<i>Loxandrus planicollis</i>	1	0,1-Sr				
<i>Loxandrus posticus</i>	1	0,1-Sr				
<i>Metius circumfusus</i>	1	0,1-Sr				
<i>Paraclivina breviuscula</i>	1	0,1-Sr	1	0,3-Sr		
<i>Pericompsus callicalymma</i>	1	0,1-Sr				



<i>Selenophorus anceps</i>	1	0,1-Sr		
<i>Selenophorus lugubris</i>	1	0,1-Sr		
<i>Paratachys laevigatus</i>			2	0,6-Sr
<i>Notaphus fisheri</i>			1	0,3-Sr
<i>Notaphus laticollis</i>				3 1,9-R
<i>Semiardistomis aeneus</i>				1 0,6-Sr

Tabla 5: Especies de Carabidae halladas en los tres ambientes de la finca de vid (Berisso, Argentina): Viñedo, Monte y Canal. N: número de trampas por ambiente. **Abun.:** Abundancia (Individuos/trampa); **%:** Abundancia relativa porcentual; **Dom.:** Dominancia (Eud: Eudominante; D: Dominante; Sd: Subdominante; R: Recedente; Sr: Subrecedente).

En los ambientes seminaturales, en 2005, *Incagonum discosulcatum* y *Odontocheila chrysis*, *Loxandrus* sp. n° 1 y *Aspidoglossa intermedia* representaron más del 80% de los individuos capturados. Las restantes especies mostraron abundancias bajas.

En 2004, en el monte, sólo *Incagonum discosulcatum* y *Aspidoglossa intermedia* constituyeron el 70% y junto con *Loxandrus* sp n°1 y *Semiardistomis semipunctatus*, alcanzaron el 92% del total (Tabla 4). En el canal, *Incagonum discosulcatum* y *Loxandrus* sp n°1 sumaron un 82% del total y las restantes especies mostraron abundancias menores al 6,9%.

Discusión:

Composición taxonómica de Carabidae:

Para la totalidad del Partido de Berisso se han identificado hasta el momento 210 especies de Carabidae (Cicchino, inédito). En este contexto, las 35 especies de carábidos halladas en un período de casi tres años de muestreo en estos sistemas de vid, representan el 16,66 % de la riqueza específica del partido de Berisso y aledaños y el 9,94 % del total de la provincia de Buenos Aires, de las 352 especies relevadas hasta el presente (Cicchino, inédito). Esta riqueza, en solo esta finca que constituyen menos del 1 % de la superficie total del partido, sugiere que estos agroecosistemas pueden considerarse ambientes que conservan una buena parte de la diversidad de la región.



Varias son las condiciones necesarias para el uso de organismos como indicadores y una de ellas es que deben ser abundantes (Koivula, 2011). Esto ha sido demostrado para los carábidos de Europa y América del Norte por lo que su uso como indicadores de sustentabilidad es cada vez más frecuente. En nuestro caso, dado a la falta de estudios previos en estos agroecosistemas, 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, podría señalarse que la abundancia y riqueza observada en esta finca de la zona de Berisso, sería similar o mayor a la hallada en otros sistemas de vid de zonas templadas y con un manejo y características de la cobertura vegetal bastante similares (Agosti y Sciaky, 1998; Talmaciu y Talmaciu, 2005). Es así que, en estos sistemas de Berisso, los carábidos también se encuentran bien representados cumpliendo así con las condiciones necesarias para su uso como indicadores de alteraciones ambientales y, en consecuencia, indicadores de sustentabilidad.

Los carábidos como indicadores

La composición y estructura de la vegetación determina las condiciones microclimáticas presentes en el ambiente, fijando así la composición y estructura de la comunidad de carábidos (Thiele, 1977; Magura, 2002; Fournier y Loreau, 2002; Pfiffner y Luka, 2000; Leslie *et al.* 2014). A su vez, los sistemas disturbados, ya sea por acción antrópica (agroecosistemas) o por eventos naturales (inundaciones) pueden ver modificadas las condiciones edáficas afectando la abundancia, riqueza, diversidad, estructura y composición de la comunidad de carábidos presente (Marasas, 2002; Jerez-Valle *et al.*, 2014; Leslie *et al.* 2014; Mickaël *et al.*, 2015).

En estos sistemas de Berisso se observó, tanto al mirar el total de la finca como cada ambiente por separado, una estructura de la comunidad con cierta complejidad, es decir, con una distribución escalonada de las especies, lo que se observó tanto (Tabla 5).



Se sabe que las actividades antrópicas pueden modificar el componente vegetal y en consecuencia las condiciones microambientales presentes alterando la comunidad de carábidos. Por el contrario, en sistemas poco disturbados, la presencia de una vegetación diversa, en estructura y composición ofrece condiciones favorables para la presencia de una mayor diversidad de carábidos. Esto se refleja en una estructura de dominancia compleja (Luff, 1996; Agosti y Sciaky, 1998; Pearsall, 2007; Rainio, 2009; Jerez- Valle et al, 2014; Leslie *et al.* 2014), concordando con lo observado en la zona baja.

La composición específica de las especies dominantes fue similar entre los tres ambientes de la zona. Esta estructura y su composición específica presente tanto en la zona como dentro de cada ambiente, se mantuvo a lo largo de los años muestreados.

En la zona, la totalidad de las especies dominantes, así como gran parte de las restantes, son estenótomas y 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 y Sciaky, 1998; Schmidt y Tschardtke, 2005). La composición vegetal en todos los ambientes de la zona, se caracteriza por la presencia de una estructura y composición particular. La presencia de un estrato arbóreo y uno herbáceo representado por varias familias vegetales fanerógamas, como Apiaceae, Poaceae y Fabaceae, con arquitecturas diferentes, generan una gran complejidad microambiental, fundamentalmente en la parcela de vid, donde la cobertura vegetal cubre por completo el suelo, concordando con la mayor abundancia y riqueza de carábidos observada en relación a los ambientes seminaturales. Varios autores (Thiele, 1977; Pfiffner y Luka, 2000; Schmidt y Tschardtke, 2005) 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. A pesar de que la composición del ensamble está representada por especies estenótomas, todas son anfíbias, hidrófilas, riparias o mesófilas con preferencia por sitios húmedos, indicando condiciones de uniformidad



ambiental. Esto, se relaciona con las inundaciones periódicas que saturan el suelo de agua, sumado a la densa cobertura vegetal, y a la presencia de un importante canopeo en el monte. Todas estas condiciones minimizan la radiación solar y retardan la evaporación. Como consecuencia, se homogeneizan las condiciones del hábitat, restringiendo la presencia de aquellas especies con bajos requerimientos de humedad.

Las inundaciones regulares, conllevan cambios en las condiciones ambientales y en la comunidad de plantas (Plum, 2005). En este escenario, los organismos son afectados tanto a nivel individual como poblacional por la pérdida consecuente del hábitat (Canepuccia et al, 2009), reduciendo así su abundancia y diversidad. En nuestro caso, las crecidas del Río de la Plata, con la consecuente inundación de todos los ambientes considerados, generan un disturbio constante en las condiciones del hábitat, lo que se ve reflejado en las variaciones de abundancia, riqueza de especies y diversidad entre los años. A pesar de esto, los ensamblajes de carábidos han mostrado conservar las especies de mayor dominancia y con alta capacidad de dispersión, como *I. discosulcatum* (Paleologos, 2012; Cicchino y Farina, 2007a; Cicchino et al, 2003), característica importante en sitios con disturbio de este tipo (Plum, 2005; Canepuccia et al, 2009). 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). La fase seca de inundación es fundamental, ya que, de no existir, hasta aquellos organismos mejor adaptados morirían en condiciones anaeróbicas. Es así que, en los sistemas de Berisso, la presencia de una dinámica hidrológica relativamente estable a lo largo del año, los pulsos de agua tipo “serrucho” con periodicidad muy corta (Paleologos, 2012) y el aumento y descenso lento de los niveles del agua, parece haber permitido el desarrollo de una comunidad de carábidos particular y adaptada a sobrellevar la dinámica del río.

Las particularidades de las especies halladas, se corresponden con las condiciones de inundación y complejidad ambiental presentes en estos sistemas. Todas las especies halladas poseen una fenología en la zona que se corresponde con la hallada en ambientes preferenciales (Paleologos, 2012). Las especies dominantes (*I. discosulcatum*, *O. chrysis*,



Loxandrus sp n° 1, *A. intermedia*) y, gran parte de las restantes, se caracterizan por estar asociadas a ambientes de bosques y/o ambientes vegetados próximos o de las orillas de los cuerpos de agua (Paleologos, 2012). *Incagonum discosulcatum* fue la especie más abundante en todos los ambientes. Esta especie es excelente voladora (Cicchino y Farina, 2007a; Cicchino et al, 2003), lo que le permite desplazarse a otros sitios próximos durante los momentos de inundación. Canepuccia et al, (2009) han señalado que la capacidad de desplazamiento es una estrategia 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 en sitios abiertos, en lo posible soleados (Cicchino, inédito), condiciones dadas fundamentalmente en el viñedo, coherente con su mayor abundancia en relación a los otros ambientes. *Loxandrus* sp n° 1, presentó, considerando el esfuerzo de muestreo, una mayor abundancia en el viñedo y en el canal en relación al monte. El canal que rodea la parcela cultivada, así como los zanjillos que atraviesan el viñedo ofrecerían las condiciones propicias para el desarrollo de esta especie, que requiere de sitios vegetados y abiertos en los márgenes de cuerpos de agua loticos (Cicchino y Farina, 2007a; Cicchino, 2009). *A. intermedia*, se encuentra asociada a ambientes con gran mantillo donde pasa la mayor parte del tiempo. Se sabe que la composición y densidad del mantillo constituyen un factor de selección específica en función a la talla y morfo corporal, determinando en cierta forma, la composición de carábidos presente (Magura, 2002). En todos los ambientes de la zona baja, la mayoría de las especies presentes poseen un tamaño de mediano a pequeño y un morfo en general aplanado. Estas características se corresponden con las observadas en suelos con mantillo denso y espeso, producto de la densa cobertura vegetal, donde las especies de este tamaño y morfo no encuentran un obstáculo para su movimiento (Cicchino y 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 predadoras u omnívoras oportunistas, muchas además de hábito fosor, por lo que probablemente intervengan en el cumplimiento de procesos ecológicos en estos sistemas, como la regulación biótica, el mejoramiento de la



estructura del suelo y el ciclado de nutrientes (Lavelle *et al.* 2006). La ausencia de especies exclusivamente fitófagas o seminívoras indicaría que los carábidos no contribuyen directamente en el movimiento de la mayor parte del material vegetal en el sistema, aunque por sus hábitos contribuyen a activar este proceso.

En términos funcionales, en estos sistemas inundables de Berisso, todas las especies dominantes poseen hábitos predadores, por lo que participarían en el cumplimiento del proceso de la regulación biótica, uno de los procesos más sensibles a la pérdida de biodiversidad.

Conclusiones

- En los sistemas la zona baja, los ensambles de carábidos de la parcela cultivada y los ambientes aledaños, han mostrado una estructura relativamente compleja con una composición similar, reflejando la presencia de una complejidad ambiental en todos los ambientes.
- Los ensambles de carábidos de los viñedos de Berisso, responden 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.
- La perdurabilidad en el tiempo con una baja dependencia de insumos externos podría estar relacionada a la importante biodiversidad presente, que genera una elevada complejidad microambiental y, por ende, una gran disponibilidad de nichos para la presencia de organismos que cumplen numerosas funciones ecológicas, como la regulación biótica, la descomposición de la materia orgánica, la aireación del suelo, entre otras.

Bibliografía:

- ABBONA, E., S.J. SARANDÓN, M.E. MARASAS & M. ASTIER. 2007. Ecological sustainability evaluation of traditional management in different vineyard systems in Berisso, Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environmental* 119: 335-345.
- AGOSTI, M. & R. SCIAKY. 1998. Carabidocensi dei vigneti: rapporti con le zone limitrofe ed evoluzione nel tempo. *Natura Bresciana. Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., Brescia*, 31: 69-86.
- ASTERAKI, E.J., B.J. HART, T.C. INGS & W.J. MANLEY. 2004. Factors influencing the plant and invertebrate diversity of arable field margins. *Agriculture, Ecosystems and Environmental* 102: 219- 231.



- CABRERA, A.L. 1994. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Ed Acme Bs As. Facículo 1, Tomo II. Pp 85.
- CANEUCCIA, A.D., A. CICCHINO, A. ESCALANTE, A. NOVARO & J.P. ISACCH. 2009. Differential Responses of Marsh Arthropods to Rainfall-Induced Habitat Loss. *Zoological Studies* 48 (2): 174-183.
- 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. Libro de Resúmenes VI Reunión Científico Técnica de Biología del Suelo y VI Encuentro sobre Fijación Biológica de Nitrógeno, A4 004: 1-15.
- 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. Libro de Resúmenes VI Reunión Científico Técnica de Biología del Suelo y VI Encuentro sobre Fijación Biológica de Nitrógeno: 1-15.
- CICCHINO, A.C. 2009. Materiales de estudio de las especies de Carabidae (Insecta: Coleoptera) del Parque Costero del Sur. En: Athor, J. (editor) *Parque Costero del Sur - Naturaleza, conservación y patrimonio cultural*. Fundación de Historia Natural «Félix de Azara». Buenos Aires. Capítulo 2: 149- 169.
- CICCHINO, A.C., M.E. MARASAS & 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, Pcia. de Buenos Aires. *Revista de Ciencia y Tecnología N* 8: 41- 54.
- 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. Ph.D. Thesis. Berichte aus der Geowissenschaft, Verlag Shaker, Aachen/Trier, Germany.
- 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., 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 Res. Applic.* 28: 81–92.
- GLIESSMAN, S.R. 2000. *Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sustentable*. Segunda Edición. Editora da Universidade (Universidade Federal da Rio Grande do Sul) Pp 653.
- GÓMEZ, A.A., K. de SWETE, J.K. SYERS & K.J. COUGHLAND. 1996. Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. In: *Methods of Assessing Soil Quality*. SSSA, Wisconsin, USA, Pp 401- 410 (special publication 49).
- GOULET, H., L. LESAGE, N. BOSTANIAN, C. VICENT & J. LASNIER. 2004. Diversity and seasonal activity of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in two vineyards of goythern Quebec, Canada. *Ann Entomology Soc. Am.* 97: 1263-1272.
- HORLENT, M., M. BONICATTO, S. SARANDÓN, M. MARASAS & S. TORRUSIO. 2009. Uso agrícola de la tierra y su impacto sobre la agrobiodiversidad en el sector Costero del Partido de Berisso, Buenos Aires. II Jornadas argentinas de Ecología de Paisajes “Cambios en la cobertura y uso de la tierra. Causas, consecuencias y mitigación”. Córdoba, Argentina.



- 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., P.A. GARCÍA, M. CAMPOS & 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., T. DECAËNS, M. AUBERT, S. BAROT, M. BLOUIN, F. BUREAU, P. MARGERIE, P. MORA & J.-P. ROSSI. 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. *Eur. J. Soil Biol.*, 42, S3–S15.
- LAWRENCE, J.F. & E.B. BRITTON. 1994. *Australian Beetles*. Melbourne University Press, Carlton, Victoria. 192 pp.
- LESLIE, T.W., D.J. BIDDINGER, J.R. ROHR, A.G. HULTING, D.A. MORTENSEN & S.J. FLEISCHER. 2014. Examining Shifts in Carabidae Assemblages Across a Forest-Agriculture Ecotone. *Environ. Entomol.*, 43: 18–28.
- LÓPEZ-RIDAURA, S., O. MASERA & M. ASTIER. 2002. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. the MESMIS framework. *Ecological Indicators* 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. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP. 113 pp.
- MARASAS, M.E., S. SARANDÓN & A.C. CICCHINO. 2010. Seminatural Habitats and Field Margins in a Typical Agroecosystem of the Argentinean Pampas as a Reservoir of Carabid Beetles. *Journal Sustainability Agriculture* 34 (2): 153- 168.
- MARTÍNEZ, O.R., M.A. HURTADO, M. CABRAL, M. JIMÉNEZ & M. DA SILVA. 2000. Geología, geomorfología y suelos de la planicie costera en los partidos de Ensenada y Berisso (provincia de Buenos Aires). VII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo- Mar del Plata, Buenos Aires.
- MASERA, O. & S. LÓPEZ RIDAURA. 2000. *Sustentabilidad y sistemas campesinos (Cinco experiencias de evaluación en México)*. Grupo Interdisciplinario de tecnología Rural Apropiada (Gira A.C.), Mundi- Prensa México S.A. de C.V., Programa Universitario de Medio Ambiente. Universidad Nacional Autónoma de México (Puma) Pp 346.
- MCGEOCH, M.A. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* 73: 181-201.
- MICKAËL, H., M. CHRISTOPHE, D. THIBAUD, N. JOHANNE, P. BENJAMIN, T. JODIE & 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. In: *Flood Pulsing in wetlands: Restoring the natural hydrological balance*. Ed: Beth A Moddleton. ISBN: 0471-41807-2. Pp 1- 10.



- NORRIS, S.L., R.P. BLACKSHAW, R.M. DUNN, N.R. CRITCHLEY, K.E. SMITH, J.R. WILLIAMS, N.P. RANDALL & 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.
- PALEOLOGOS, M.F. 2012. *Los carábidos como componentes clave de la agrobiodiversidad*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. 225pp.
- PEARSALL, I.A. 2007. Carabid beetles as ecological indicators. Paper presented at the “Monitoring the effectiveness of biological Conservation” Conference 2-4 November 2004. Richmond BC available at: <http://www.forrex.org/events/mebc/papers.html>.
- 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. *The Society of Wetland Scientists. Wetlands* 25(3):721-737.
- RAHMAN, L., M.A. WHITELAW-WECKERT, R.J. HUTTON & 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. Academic Dissertation. Department of Biological and Environmental Sciences, Faculty of Biosciences, University of Helsinki, Finland. Pp: 33.
- RIBERA, I. & G. FOSTER. 1997. El uso de artrópodos como indicadores biológicos. *SEA* 20: 265-276.
- RIBERA, I., S. DOLEDEC, L.S. DOWNIE & G.N. FOSTER. 2001. Effect of land disturbance and species traits of ground beetles assemblages. *Ecology* 82 (4): 1112- 1129.
- SARANDÓN, S.J. 2002. El desarrollo y uso de indicadores de sustentabilidad de los agroecosistemas. En: “*Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*”. SJ Sarandón, Editor. Ediciones Científicas Americanas, La Plata, Bs As. 393-414.
- SCHMIDT, M.H. & T. TSACHARNTKE. 2005. The role of perennial habitats for Central European farmland spiders. *Agriculture Ecosystems and Environmental*: 105: 235- 242.
- SHARLEY, D.J., A.A. HOFFMANN & L.J. THOMSON. 2008. The effects of soil tillage on beneficial invertebrates within the vineyard. *Agric. For. Entomol.* 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. *Canadian Entomologist* 126: 881- 994.
- 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 Journal of Agriculture* 6: 269-276.
- THIELE, H.U. 1977. *Carabid Beetles in their environments*. Berlin/ Heidelberg: Springer-Verlag, New York. Pp 369.
- TISCHKLER, R. 1949. *Grundzüge der terrestrischen Tierökologie*. F Wieweg y Sohn, Braunschweig, Pp: 486.



- 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 Environmental*: 41: 189-207.
- TSCHARNTKE, T., Y. CLOUGH, T.C. WANGER, L. JACKSON, I. MOTZKE, I. PERFECTO, J. VANDERMEER & A. WHITBREAD. 2012. Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biol. Conserv.*, 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. Apéndice. Nairobi, 15-26 de mayo 2000.
- VELARDE I. 2010. Valorización de los recursos agroalimentarios locales como estrategia de desarrollo rural: estudio de caso del vino de la costa de Berisso, Argentina. Tesis de Maestría. FLACSO-Argentina. 170 Pp.
- WAGG, C., S.F. BENDER, F. WIDMER & M.G. VAN DER HEIJDEN. 2014. Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(14), 5266-5270.
- WOODCOCK, B.A., C.S. LAWSON, D.J. MANN & 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 Environmental* 116: 225-234.
- Yantao S, Ping W, Guangdi L, Daowei Z. (2014). Relationships between functional diversity and ecosystem functioning: A review. *Acta Ecologica Sinica* 34 (2014) 85–91
- ZHEN, L., J.K. ROUTRAY, M.A. ZOEBISCH, G. CHEN, G. XIE & 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 Environmental*: 105: 507-522.