

El rol de los ambientes semi- naturales en la abundancia y diversidad de coleópteros edáficos en los viñedos de la Costa de Berisso, Argentina

Paleologos, María Fernanda^{1,2,7}; Patricia Cecilia Pereyra^{3,4}; Santiago Javier Sarandón^{2,5}; Armando Conrado Cicchino^{1,6}

¹Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); ²Agroecología, FCAyF, UNLP. Calle 60 y 117 S/N° La Plata. Argentina; ³CEPAVE- UNLP-CCT- La Plata- CONICET- ; ⁴Cátedra de Ecología de Plagas- FCNyM- UNLP. Boulevard 120 S/N e/61 y 62 La Plata, Argentina; ⁵Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC) ⁶Laboratorio de Artrópodos. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3300 (7600) Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina; ⁷mpaleologos@agro.unlp.edu.ar

Paleologos, María Fernanda; Patricia Cecilia Pereyra; Santiago Javier Sarandón; Armando Conrado Cicchino (2015) El rol de los ambientes semi- naturales en la abundancia y diversidad de coleópteros edáficos en los viñedos de la Costa de Berisso, Argentina. Rev. Fac. Agron. Vol 114 (Núm. Esp.1): 74-84

Los ambientes semi-naturales que rodean los cultivos aseguran el mantenimiento de las funciones ecológicas. Sin embargo, el aumento de la diversidad dentro de las parcelas cultivadas también contribuiría a mejorar las funciones ecológicas en el agroecosistema. Se evaluó la influencia de hábitats semi-naturales en la abundancia, riqueza y diversidad de coleópteros, así como la dominancia relativa de los diferentes grupos funcionales (depredadores, descomponedores, fitófagos). Este estudio se llevó a cabo en dos fincas de vid con diferente composición de la cobertura vegetal: un viñedo con manejo tradicional de tierras bajas e inundables y un "nuevo" viñedo de tierras altas no inundables. Los coleópteros se muestrearon mediante trampas de caída. Se identificaron 24 familias de coleópteros en el sistema de la zona baja y 23 en el de zona alta. El grado de importancia de los ambientes semi-naturales fue marcadamente diferente entre regiones. En el sistema "tradicional", la abundancia de coleópteros y la abundancia de los grupos tróficos fue mayor en la parcela cultivada que en los ambientes semi-naturales. En el "nuevo" viñedo fueron mayores en ambientes semi-naturales que en la parcela cultivada. Nuestros resultados muestran que el papel de los ambientes semi-naturales, para favorecer la presencia de fauna, depende de sus características ambientales, y de su complejidad vegetal dentro de las parcelas de cultivo.

Palabras clave: Agrobiodiversidad; Cultivos perennes; Ambientes semi- naturales; Coleoptera; Berisso.

Paleologos, María Fernanda; Patricia Cecilia Pereyra; Santiago Javier Sarandón; Armando Conrado Cicchino (2015) The role of semi-natural habitats on the abundance and diversity of ground beetles in coastal vineyards of Berisso, Argentina. Rev. Fac. Agron. Vol 114 (Núm. Esp.1): 74-84

Semi-natural environments surrounding the cultivated crops ensure maintenance of ecological functions. However, increasing the diversity within the crop plots would also contribute to enhance ecological functions in the agroecosystem. The influence of semi-natural habitats on abundance, richness, and diversity of Coleoptera, as well as on the dominance of different functional groups (predators, detritivores, phytophages) was evaluated. This study has been carried out in two vineyards with different structure and composition in groundcover, the so-called "old" lowland vineyards and "new" highland vineyards. Coleopterans were sampled using Pitfall traps. Twenty-four coleopteran families in the old and 23 in the new were identified. The degree of importance of semi-natural environments was markedly different between regions. In old vineyard, the beetles abundance and the abundance of trophic guilds was higher in the vineyard crop than in semi-natural environments. In the new ones were greater in semi-natural environments. Our results show that the role of semi-natural habitats, to favor the presence of fauna, depends of their environmental characteristics, and of the diversity within crop plots.

Key words: Agrobiodiversity; Perennial crops; Semi- natural environments; Coleoptera; Berisso District

Recibido: 27/04/2015

Aceptado: 04/09/2015

Disponible on line: 01/10/2015

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

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad presente en los agroecosistemas, asegura el cumplimiento de procesos ecológicos, como la regulación biótica, el ciclado de nutrientes y la descomposición de la materia orgánica entre otros (Swift, et al., 2004). La agrobiodiversidad está representada, no sólo por las especies cultivadas, sino también por la vegetación asociada, dentro y fuera del cultivo. La vegetación espontánea, dentro y fuera de las parcelas cultivadas, actúa proveyendo sitios de refugio, reproducción, hibernación y alimento para organismos con hábitos y hábitat distintos (Holland & Farhig, 2000; Fournier & Loreau, 2001; Marasas et al., 2010; Woltz et al., 2012). La diversidad vegetal genera variadas condiciones de humedad y temperatura, tanto en el suelo como sobre la vegetación misma, promoviendo una alta disponibilidad de microhabitat aptos para el desarrollo de organismos edáficos y epífitos (Lagerlöf & Wallin, 1993; Paleologos et al., 2008; Marasas et al., 2010). De este modo, la presencia de parches o ambientes semi- naturales asociados a las parcelas cultivadas, favorece la presencia de enemigos naturales, biocontroladores de plagas de cultivo, y actúa como sitios de refugio durante los momentos de disturbio y aplicación de agroquímicos (Yan Yu-hua et al., 1997; Agosty & Sciaky, 1998; Nicholls, 2002; Oliveira et al., 2013).

La estabilidad y resiliencia de los agroecosistemas están condicionadas, no sólo por la presencia de ciertos componentes clave de la biodiversidad, sino también, por la correcta proporción entre los mismos (Swift, et al., 2004). Un correcto ensamble de la estructura y diversidad de la vegetación es indispensable para asegurar la presencia y proporción adecuada de organismos con una gran variedad de roles ecológicos dentro del agroecosistema, conduciendo a la existencia de sistemas eficientes en los procesos ecológicos, más estables y con mayor resiliencia (Polack et al., 2011). Los coleópteros, son uno de los grupos edáficos más abundantes en los agroecosistemas y poseen representantes de todos los niveles tróficos (Crowson, 1981). Muchas familias de coleópteros actúan como predatoras específicas o generalistas, otras son fitófagas, detritívoros o polífagas oportunistas, participando en una variedad de procesos ecológicos como la descomposición de la materia orgánica, la regulación biótica o el mejoramiento de la estructura del suelo, por lo que pueden considerarse componentes clave de la agrobiodiversidad (Kajak, 1997; UNEP, 2000; Marasas, 2002; Marasas et al., 2010; Paleologos, 2012).

La abundancia, diversidad y proporción de los “grupos funcionales” (Swift et al., 2004) de coleópteros, puede verse modificada por la intensidad del manejo, la estructura y diversidad de la vegetación y por los factores abióticos que determinan las condiciones de hábitat presentes en el ambiente (Lövei & Sunderland, 1996; Agosti & Sciaky, 1998; Gibb & Hochuli, 2002; Magura, 2002; Pearsall, 2007; Rainio, 2009; Koivula, 2011). Por esta razón, los coleópteros han sido utilizados como bioindicadores de numerosas variables microambientales y del estado de deterioro o recuperación del ambiente (Agosti & Sciaky, 1998; Koivula, 2011). En este sentido, para la zona de La

Plata (Argentina), se ha citado que la abundancia y la proporción de los distintos grupos tróficos de coleópteros pueden estar muy influenciados por el tipo de labranza (Marasas et al., 2001).

Además, la presencia de coleópteros puede verse afectada por la simplificación del hábitat, dentro y fuera de la parcela de cultivo (Agosty & Sciaky, 1998; Gibb & Hochuli, 2002; Clough et al., 2007). La estructura y diversidad de la vegetación asociada determina la distribución espacial y temporal de varios grupos de predadores polífagos, como las familias Carabidae y Staphylinidae (Marasas et al., 2010). La presencia de parches, borduras o corredores de vegetación en regiones cultivadas, favorece la conectividad entre los distintos ambientes, influyendo en la presencia, permanencia y desplazamiento de varios grupos de coleópteros (Gibb & Hochuli, 2002). Esto fue confirmado para la zona de La Plata por Marasas et al (2010) y Cicchino et al., (2003) en parcelas de trigo.

La creciente importancia de la biodiversidad y su rol en el manejo de los agroecosistemas está siendo comprendida y puesta en práctica a través del mantenimiento y conservación de los ambientes naturales y semi- naturales aledaños a las parcelas cultivadas (Piffner & Luka, 2000; Marasas, 2002; Nicholls, 2002; Woodcock et al., 2005; Altieri et al., 2005; Morandin et al., 2011). La mayoría de los sistemas de cultivo son ambientes de muy baja diversidad, constituidos generalmente por una sola especie cultivada, con áreas más o menos cercanas, que constituyen los “reservorios” de la diversidad. Sin embargo, un aumento de la diversidad dentro de la parcela cultivada, también puede constituir una estrategia que permita contribuir al cumplimiento de los procesos ecológicos en el sistema (Nicholls, 2002). Se presume que la importancia relativa de los ambientes semi- naturales es dependiente de las características ambientales del lugar, pero, y a su vez, del grado de diversidad de las parcelas cultivadas. Este trabajo confirma esta premisa.

En Berisso, provincia de Buenos Aires, Argentina, en la costa del Río de La Plata, existen sistemas de cultivo de vid con un manejo tradicional, basado en la conservación de los recursos naturales y en particular, de la biodiversidad. Surgieron a fines del siglo XIX, con la llegada de inmigrantes italianos, españoles y portugueses que se asentaron en la zona costera. Estos cultivos de vid y sus productos, son completamente diferentes a los típicos de zonas áridas, de baja diversidad y un alto uso de insumos. Estos sistemas costeros se han mantenido productivos con un bajo uso de insumos por más de cien años y con un manejo ecológicamente adecuado (Abbona et al., 2007). Las parcelas de vid se encuentran en zonas inundables, con una alta diversidad vegetal y el manejo ancestral se caracteriza por la utilización de parcelas pequeñas, con una importante cobertura vegetal espontánea, que se mantiene durante todo el año. Estas parcelas cultivadas, se encuentran rodeadas por el monte ribereño, lo que resulta en una matriz que combina parches cultivados y naturales o semi-naturales. Los productores de esta zona señalan que rara vez han sufrido problemas de plagas y que el rendimiento se ha mantenido relativamente estable durante años (Marasas, 2002). Este manejo ha

permitido compatibilizar niveles aceptables de productividad con la conservación, atributos de los agroecosistemas sustentables, debido posiblemente a un correcto ensamblaje de los componentes de la biodiversidad que ha mantenido la expresión de los servicios ecológicos en un alto nivel (Swift et al., 2004). En este sentido, la complejidad vegetal existente, tanto dentro como fuera de las parcelas cultivadas, puede proveer refugio o hibernación para varias familias de coleópteros.

En los últimos años, la mayor demanda del vino local, ha llevado a cultivar en zonas más altas, no inundables y con diferente vegetación. En estas nuevas tierras, la vegetación es predominantemente graminosa, lo que genera una diversidad estructural y funcional distinta a la de zonas bajas. Estas diferencias en el ambiente de los viñedos, pueden verse reflejados en la estructura trófica de los coleópteros y, por lo tanto, en las funciones ecológicas que éstos cumplen en estos agroecosistemas (Lövei & Sutherland, 1996; Paleologos, 2012).

En este contexto, se plantea la siguiente hipótesis: La abundancia, diversidad, riqueza y proporción de los grupos funcionales de los coleópteros, están determinadas por la estructura y diversidad de la vegetación presente, tanto dentro y como fuera de la parcela cultivada. El objetivo de este estudio fue evaluar el papel de los ambientes semi-naturales en la abundancia, riqueza y diversidad de coleópteros, y dominancia de sus grupos funcionales (depredadores, descomponedores, fitófagos), en dos fincas de vid con diferente composición de la vegetación (un viñedo “tradicional” de zonas bajas y un viñedo “nuevo” de zonas altas).

METODOLOGÍA

Area de Estudio

Berisso se encuentra en la provincia de Buenos Aires, Argentina (34° 53' Latitud Sur, 57° 54' Longitud Oeste). Su superficie total es de 4573 Ha. La región es subtropical húmeda, con temperaturas 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 corresponde a una planicie costera, con una altura de entre 0 y 5 m sobre el nivel del mar. Esta zona de 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 esta conformado por especies de sauces (*Salix humboldtiana* Willd. 1806, Silicaceae) asociadas al humedal ribereño, ceibos (*Erythrina cristagalli* L. 1767, Fabaceae) laureles (*Laurus nobilis* Tourn ex L., Lauraceae), anacahuita (*Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg. 1856, Myrtaceae), totoras (*Typha latifolia* L. 1753, Typhaceae) y paja brava (*Scirpus giganteus* Kunth, Ciperaceae). También se encuentran bulbosas como lirios amarillos (*Iris pseudacorus* L. 1753, Iridaceae). La región incluye un importante exponente de acervo histórico y cultural de la zona.

Descripción de los viñedos

El estudio se realizó en dos fincas productivas de vid, una correspondiente a la zona baja, donde ocurren inundaciones periódicas que alcanzan toda la finca y, otra correspondiente a la zona alta, donde difícilmente las crecidas del río generan inundaciones. En ambas, la especie cultivada es *Vitis labrusca* L. (Vitaceae), ya adaptada a las condiciones de inundación, y su crecimiento se da con el sistema de parral.

a) *Finca de zona baja*: Las parcelas de vid se encuentran rodeadas de monte ribereño, abandonado. Los viñedos de la zona tienen una superficie de 1 ha aproximadamente, poseen una cobertura de vegetación espontánea, con dominancia de 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). El monte se encuentra compuesto por un estrato arbóreo de álamos, sauces y frutales (manzanos, perales, ciruelos y vid), un estrato arbustivo con hortensias (*Hydrangea macrophylla* Thunb. Ser. (Hydrangeaceae), rosales (*Rosa* sp. L. 1753, Rosaceae) y ligustro (*Ligustrum lucidum* W. T. Aiton, Oleaceae) y el estrato herbáceo con Poaceae (Gramíneas) (*Lolium multiflorum* Lam. 1779; *Paspalum dilatatum* Poir. 1804), Ranunculaceae (*Ranunculus muricatus* L. 1753), Iridaceae (*Iris pseudacorus* L. 1753), Leguminosas (*Trifolium repens* L.) y Umbellíferas, (*Eryngium pandanifolium* Cham. & Schtldl) (Bonicatto & Marasas, 2005).

Estas fincas se encuentran en el área costera, 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: *Iris pseudacorus* L. 1753; y otras especies como la cola de caballo: *Equisetum giganteum* L. 1759 (Equisetaceae), saeta: *Sagittaria montevidensis* Cham. & Schtldl. 1827 (Alismatacae) y caraguatá: *Eryngium pandanifolium* Cham. & Schtldl. (Apiaceae) (Bonicatto, com. pers., 2004).

b) *Finca de zona alta*: los viñedos de tierras altas, se encuentran bordeados por franjas de vegetación menos densa que el monte ribereño y con un dominio del estrato arbóreo. En estas borduras, las especies herbáceas más comunes son la redondita de agua: *Hydrocotyle bonariensis* Lam. 1789 (Araliaceae), ranúnculos: *Ranunculus* sp. L. (Ranunculaceae) y correhuela: *Convolvulus arvensis* L. 1753 (Convolvulaceae) (Bonicatto, com. pers., 2004). El suelo se encuentra cubierto en su totalidad por una gran cantidad de ramas y hojas muertas. En esta zona, también se observan ambientes de cantera, resultadas de la explotación para la obtención de conchilla. En ellas crecen las especies *Cyperus* sp. L. (Cyperaceae); *Equisetum giganteum* L. 1759; *Vicia* sp. L. (Fabaceae), *Eryngium pandanifolium* Cham. & Schtldl.; *Hydrocotyle bonariensis* Lam. 1789, *Convolvulus arvensis* L. 1753; *Verbena intermedia* Gillies & Hook ex Hook 1829

(Verbenaceae); *Ambrosia tenuifolia* Spreng. 1826 (Asteraceae), entre otras (Bonicatto, com. pers., 2004). Las parcelas de vid de esta zona, son de aproximadamente 1,5 ha, y poseen una cobertura de vegetación espontánea, con dominancia de gramíneas (Poaceae). Las especies dominantes son *Cynodon dactylon* (L.) Pers. 1805 y *Paspalum dilatatum* Poir. 1804. El suelo está cubierto en un 80 % aproximadamente, del cual el 40% es ocupado por estas especies (Bonicatto et al., 2006).

Las especies dominantes en la cobertura del viñedo, tanto en la zona baja como en la alta, se mantienen en general, durante todo el ciclo productivo. Además, estos viñedos, se manejan sin agroquímicos y son desmalezados con motoguadaña sólo en los momentos de poda (agosto) y cosecha (febrero-marzo).

En este trabajo se analizaron las parcelas de vid (zonas baja y alta), y los ambientes naturales aledaños, representados por el monte ribereño y los canales colectores en la zona baja, y la bordura de vegetación y la cantera en la zona alta.

Muestreo y análisis de la coleopterofauna

Para el muestreo de la coleopterofauna, se utilizaron trampas "pitfall". Las trampas utilizadas consisten en recipientes de plástico de 11 cm de diámetro por 12 cm de alto, con ocho orificios laterales en cada una. Las mismas fueron enterradas hasta una profundidad correspondiente con el borde inferior de los orificios y se les colocó una tapa plástica para prevenir los efectos de la lluvia y la evaporación de su contenido. Se utilizó en su interior una solución saturada de NaCl y trazas de detergente doméstico como agente tensio-activo (Lemieux & Lindgren, 1999). El número de trampas colocadas por ambiente fue seleccionado de acuerdo al criterio de Obrtel (1971). El número total de individuos capturados en las trampas pitfall constituye una medida de la densidad- actividad de los coleópteros que se mueven en superficie (Thiele, 1977; Baars, 1979).

Se colocaron un total de 47 trampas en la finca baja (20 en el viñedo bajo, 19 en el monte y 8 en el canal) y 36 en la finca alta (24 en el viñedo de la zona alta, 6 en la bordura y 6 en la cantera). Las mismas fueron dispuestas a lo largo de transectas en cada uno de los ambientes. Las trampas fueron vaciadas y renovadas por un período de siete meses, cada 25 a 30 días entre los meses de junio de 2004 a diciembre de 2005. Los ejemplares recolectados fueron identificados taxonómicamente a nivel de familia, mediante claves entomológicas y consulta a especialistas en el grupo (Lawrence & Britton, 1994).

Se calculó la abundancia relativa (individuos/ trampa) de coleópteros, la riqueza (S) y la diversidad (Índice de Shannon-Wiener) de las familias de coleópteros. El análisis de la diversidad se realizó teniendo en cuenta el criterio de suficiencia taxonómica, que implica identificar los organismos hasta un nivel de resolución taxonómica suficiente para satisfacer los objetivos propuestos (Pik et al., 1999). A cada familia se le asignó un grupo funcional determinado (predadores, fitófagos y detritívoros) dependiendo de los hábitos alimentarios de la mayoría de sus integrantes. Los gremios se asignaron a las familias en función de los hábitos de las especies miembro halladas en la zona (Lawrence & Britton, 1994).

Se calculó la abundancia relativa, la riqueza (S) y la diversidad mediante el Índice de Shannon-Wiener a nivel de familia y la abundancia relativa de cada grupo trófico. Para evaluar diferencias entre fincas y ambientes se consideraron los dos años de muestreo. En cada año se analizaron las diferencias entre ambientes dentro y entre zonas (zona baja y zona alta). Dentro de cada zona se compararon las parcelas de vid y los ambientes naturales aledaños, representados por el monte ribereño y los canales colectores en la zona baja, y la bordura de vegetación y la cantera en la zona alta, en los dos años de estudio. Para la abundancia de familias y la riqueza se utilizó ANOVA de una vía o multifactorial, y test de Tukey ($P < 0,05$), previa transformación log ((número de individuos/ trampa) + 1) o raíz cuadrada. Para la diversidad de familias se realizó un test de t de Student (Moreno, 2001).

RESULTADOS

Durante todo el período de muestreo, se capturaron un total de 6.179 coleópteros, 4.033 ($8,94 \pm 0,48$ individuos / trampa) de 24 familias en la zona baja (65,5 %) y 2.146 ($6,06 \pm 0,34$ individuos / trampa) de 23 familias en la zona alta (34,5 %) (Tabla 1). En ambas zonas, la familia Carabidae presentó la mayor abundancia, con 1.008 individuos en la zona baja y 1.121 en la zona alta. No hubo diferencias en la riqueza de familia entre la zona alta ($S = 7,97$) y la zona baja ($S = 7,34$) (ANOVA: $F = 0,77$; $gl = 1, 57$; $P > 0,05$) ni tampoco entre los seis ambientes estudiados (ANOVA: $F = 1,56$; $gl = 5, 53$; $P > 0,05$). La riqueza de familias en la parcela de vid de la zona baja fue mayor que la encontrada en la zona alta (ANOVA: $F = 58,96$; $gl = 1, 438$; $P < 0,05$).

El índice de diversidad de Shannon-Wiener fue mayor en la zona baja ($H' = 1,99$) que en la alta ($H' = 1,65$) (t Student = 19,05; $P < 0,05$) y fue más alta en la parcela cultivada de la zona baja ($H' = 1,93$) que en la parcela cultivada de la zona alta ($H' = 1,72$) (t Student = 4,82; $P < 0,05$). Dentro de cada zona, no se hallaron diferencias en el índice de diversidad de Shannon-Wiener entre la parcela cultivada y los ambientes semi-naturales.

En la zona baja, no hubo diferencias entre la parcela de vid ($H' = 1,93$) y el bosque ribereño ($H' = 2$) (T Student = -1,94; $P > 0,05$), ni entre éste y el canal colector ($H' = 1,86$) (T Student = 1,94; $P > 0,05$), sólo entre el bosque ribereño y el canal colector (T Student = -0,98; $P > 0,05$). En la zona alta, no hubo diferencias entre la parcela de vid ($H' = 1,72$) y la bordura ($H' = 1,50$) (T Student = 0,97; $P > 0,05$), ni entre éste y el borde de la cantera ($H' = 1,50$) (T Student = 1,02; $P > 0,05$), sólo entre la bordura y el borde de la cantera (T Student = 1,17; $P > 0,05$).

La abundancia de coleópteros varió entre zonas (Tabla 2), siendo significativamente mayor en los sistemas de la zona baja (media \pm ES: $8,94 \pm 0,48$ individuos/ trampa) que en los de la zona alta (media \pm ES: $6,06 \pm 0,34$ individuos/ trampa). El número de coleópteros/ trampa en 2004 (media \pm ES: $9,85 \pm 0,61$ individuos/ trampa) fue significativamente mayor que en 2005 (media \pm ES: $5,42 \pm 0,63$ individuos/ trampa). Existió interacción año x zona, indicando que el número de

Tabla 1: Abundancia de coleópteros para cada familia y su rol trófico de los ambientes de la Zona Baja y de la Zona Alta en Berisso, provincia de Buenos Aires, Argentina. P: predador; D: descomponedor; F: fitófago.

| FAMILIAS | ZONA BAJA | | | | ZONA ALTA | | | | ROL TROFICO |
|---------------|-----------|-------|-------|----------|-----------|---------|---------|----------|-------------|
| | Viñedo | Canal | Monte | Total ZB | Viñedo | Bordura | Cantera | Total ZA | |
| Aphodiidae | 447 | 194 | 214 | 855 | 211 | 76 | 154 | 441 | D |
| Anthicidae | 0 | 0 | 2 | 2 | 10 | 0 | 1 | 11 | P |
| Apionidae | 0 | 5 | 0 | 5 | 4 | 0 | 0 | 4 | F |
| Carabidae | 675 | 234 | 99 | 1008 | 580 | 303 | 238 | 1121 | P |
| Chrysomelidae | 29 | 22 | 18 | 69 | 29 | 11 | 8 | 48 | F |
| Coccinellidae | 5 | 1 | 0 | 6 | 15 | 1 | 1 | 17 | P |
| Corylophidae | 2 | 35 | 0 | 67 | 1 | 0 | 0 | 1 | F |
| Cucujidae | 3 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | D |
| Curculionidae | 225 | 49 | 71 | 345 | 68 | 28 | 34 | 130 | F |
| Dytiscidae | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 4 | 6 | P |
| Dryopidae | 204 | 68 | 38 | 310 | 0 | 2 | 2 | 4 | D |
| Elateridae | 64 | 13 | 9 | 86 | 9 | 8 | 10 | 27 | F |
| Histeridae | 9 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | P |
| Hydrophilidae | 2 | 2 | 1 | 5 | 29 | 1 | 1 | 31 | F |
| Nitidulidae | 2 | 22 | 0 | 24 | 6 | 1 | 1 | 8 | F |
| Pselaphidae | 11 | 12 | 4 | 27 | 3 | 1 | 0 | 4 | P |
| Salpingidae | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | F |
| Scarabaeidae | 177 | 25 | 21 | 223 | 33 | 16 | 11 | 60 | D |
| Scirtidae | 3 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 | 3 | D |
| Scydmaenidae | 2 | 2 | 0 | 4 | 45 | 20 | 3 | 68 | P |
| Silvanidae | 1 | 0 | 0 | 1 | 16 | 1 | 1 | 18 | D |
| Staphylinidae | 567 | 235 | 111 | 913 | 57 | 34 | 23 | 114 | P |
| Tenebrionidae | 40 | 0 | 24 | 64 | 7 | 10 | 9 | 26 | D |
| Trogidae | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | D |
| Dynastidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | F |
| Scolytidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | F |
| | | | | 4033 | | | | 2146 | |

coleópteros/ trampa se vio más afectado por el año en la zona baja que en la alta (Tabla 2; Figura 1).

Al comparar las dos parcelas de vid, se encontró que la abundancia de coleópteros fué significativamente mayor en la parcela de la zona baja (media ± ES: 12.04 ± 0.86 individuos/ trampa) que en la parcela cultivada de la zona alta (media ± ES: 4.69 ± 0.29 individuos/ trampa) (ANOVA: F= 58.96; gl = 1, 438; P< 0,05). En ambas zonas, la abundancia de coleópteros/ trampa mostró diferencias significativas entre ambientes. Esto se observó en los dos años juntos y en cada año por separado (Tabla 2). Para la zona baja, se observó una abundancia mayor en el viñedo respecto de los ambientes semi-naturales (Figura 2). Esto se observó al

considerar todo el período de muestreo como en el 2005 (Figura 2). Sin embargo, en el 2004 la abundancia de coleópteros en el canal no difirió de la hallada en el cultivo (Figura 2). Por el contrario, en la zona alta, la abundancia total de coleópteros/ trampa fue mayor en los ambientes semi-naturales (bordura y cantera) que en la parcela de vid (Figura 2). En el 2004 y 2005, también, se observaron diferencias entre ambientes, mostrando la misma tendencia: en los ambientes naturales (bordura y cantera) la abundancia de coleópteros fue mayor que en el viñedo (Figura 2). Esto se observó en todo el período de muestreo y en cada año por separado (Figura 2). Sin embargo, en 2004, la bordura mostró valores intermedios entre la cantera y la parcela cultivada (Figura 2).

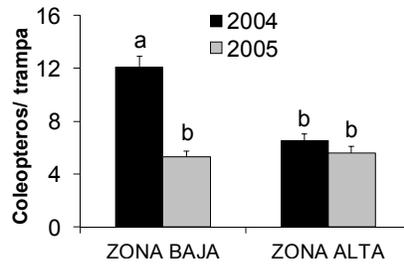


Figura 1: Media de coleópteros/trampa en la Zona Baja y en la Zona Alta en los 2004 y 2005. Las letras indican diferencias significativas (ANOVA de dos vías: finca x año). Las barras indican el error estándar de la muestra.

Tabla 2: ANOVA de una y dos vías (g. l.: grados de libertad, r: residuos, F y P) para la comparación entre zonas, años y ambientes. V.D.: variable dependiente, V.I.: variable independiente.

| V. D. | V. I. | | g.l.; r | F | P |
|-------------------------|------------|------------|------------|--------|--------|
| Coleópteros/ trampa | Zona | | 1; 803 | 9,06 | < 0,05 |
| | Año | | 1; 803 | 88,32 | < 0,05 |
| | Año x Zona | | 1; 801 | 26,01 | < 0,05 |
| | Ambiente | Zona Baja | 2004 +2005 | 2; 445 | 25,68 |
| | | 2004 | 2; 232 | 15 | < 0,05 |
| | | 2005 | 2; 213 | 12 | < 0,05 |
| | Zona Alta | 2004 +2005 | 2; 348 | 17 | < 0,05 |
| | | 2004 | 2; 171 | 6 | < 0,05 |
| | | 2005 | 2; 177 | 11 | < 0,05 |
| Predadores/ trampa | Zona | | 1; 801 | 0,18 | > 0,05 |
| | Año | | 1; 801 | 16,41 | < 0,05 |
| | Año x Zona | | 1; 801 | 26,01 | < 0,05 |
| Descomponedores/ trampa | Zona | | 1; 801 | 31,18 | < 0,05 |
| | Año | | 1; 801 | 84,72 | < 0,05 |
| | Año x Zona | | 1; 801 | 6,24 | < 0,05 |
| Fitófagos/ trampa | Zona | | 1; 801 | 25,95 | < 0,05 |
| | Año | | 1; 801 | 119,97 | < 0,05 |
| | Año x Zona | | 1; 801 | 17,13 | < 0,05 |

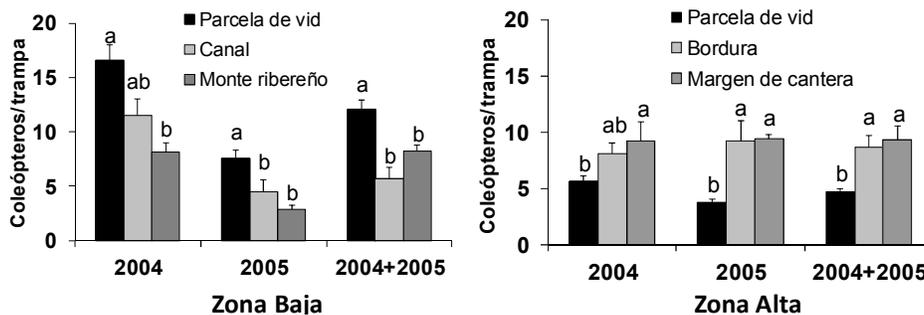


Figura 2: Número de coleópteros/trampa en los ambientes de la Zona Baja (viñedo, monte y canal) y en los ambientes de la Zona Alta (viñedo, bordura y margen de cantera) en 2004 y 2005. Las letras dentro de cada año, indican diferencias según Tukey al 0,05. Las barras indican el error estándar de la muestra.

Se encontraron representantes de familias de coleópteros pertenecientes a todos los grupos funcionales (Tabla 1). En ambas zonas, tanto al considerar los años juntos como por separado, los predadores fueron el grupo funcional mejor representado, luego los descomponedores y, en menor número, los fitófagos (Figura 3).

La abundancia de predadores (número de individuos/trampa) fue similar entre zonas. En el año 2004 (media ± ES: 4.59 ± 0.28) se encontraron valores más altos que el 2005 (media ± ES: 3.59 ± 0.26). Se observó una interacción año x zona (Tabla 2). En la zona baja, los predadores fueron más abundantes en el viñedo que en el canal y en el monte (Figura 4). También se encontraron diferencias significativas entre años (ANOVA: F= 34.68; gl = 1, 445; P< 0,05). En la zona alta, el número de predadores/ trampa fue mayor en los ambientes semi- naturales que en la parcela cultivada (Figura 4) y no se observaron diferencias significativas en el número de predadores entre años (ANOVA: F=34.68; gl = 1, 445; P< 0,05).

La abundancia de descomponedores (individuos/trampa) fue mayor en la zona baja que en la zona alta y mayor en el 2004 que en el 2005. Hubo interacción año x zona: en el 2004, los descomponedores fueron más abundantes en la zona baja que en la alta, mientras que en el 2005 no se observaron diferencias significativas (Tabla 2). En la zona baja, para el 2004 y 2005 hubo diferencias significativas entre ambientes: se encontró un mayor número de descomponedores en el viñedo que el monte (Figura 4 Zona Baja). En la zona alta, en 2004, se observó un mayor número de descomponedores en el margen de la cantera que en los otros hábitats, mientras que en el 2005 no hubo diferencias significativas entre ambientes (Figura 4 Zona Alta).

Para los fitófagos, la abundancia fue mayor en la zona baja que en la alta y, mayor en el 2004 que en el 2005. Se observó interacción año x zona (Tabla 2). Para la zona baja, para ambos años, hubo diferencias significativas entre ambientes. En el 2004, en el canal y el viñedo se encontró un mayor número de fitófagos que en el monte. En el 2005, se encontraron más

fitófagos en la parcela cultivada que en los otros ambientes (Figura 4 Zona Baja). En la zona alta, tanto en 2004 como en 2005, a pesar de que no se hallaron diferencias significativas, se encontró un mayor número de fitófagos en la cantera, un número intermedio en la bordura y la menor abundancia en la parcela de vid (Figura 4 Zona Alta).

DISCUSIÓN

El rol de la biodiversidad en los agroecosistemas, está asociada al cumplimiento de las funciones ecológicas que llevan a la estabilidad. Un alta biodiversidad, tanto dentro de las parcelas cultivadas como en los ambientes semi-naturales cercanos, favorece la presencia de insectos benéficos que contribuyen con la regulación biótica del sistema, uno de los procesos más sensibles a las variaciones en la diversidad (Swift et al., 2004). La coleopterofauna interviene en el cumplimiento de dichas funciones, por lo que sus componentes son considerados claves en la biodiversidad funcional. Sin embargo, la abundancia, diversidad y proporción de grupos funcionales de coleópteros, puede ser modificada por la intensidad del manejo, la estructura y diversidad de la vegetación y los factores abióticos que determinan las condiciones de hábitat presentes en el ambiente (Lagerlöf & Wallin, 1993; Agosty & Sciaky, 1998; Clough et al., 2007; Canepuccia et al., 2009; Paleologos, 2012). Los resultados de este trabajo, han mostrado: a) una mayor abundancia y diversidad de coleópteros en el agroecosistema de la zona baja que en la alta, fundamentalmente dentro de las parcela cultivada, b) el número de familias/ trampa fue mayor en la parcela de vid de la zona baja que en la parcela de vid de la zona alta, c) se observaron diferencias en la abundancia de coleópteros entre años en la zona baja, d) en la finca “tradicional” de la zona baja la abundancia de coleópteros fue mayor dentro de la parcela cultivada que en los ambientes semi- naturales (monte y canal), mientras que en el “nuevo” sistema de la zona alta, la abundancia de coleópteros fue mayor en los ambientes semi- naturales (bordura y margen de

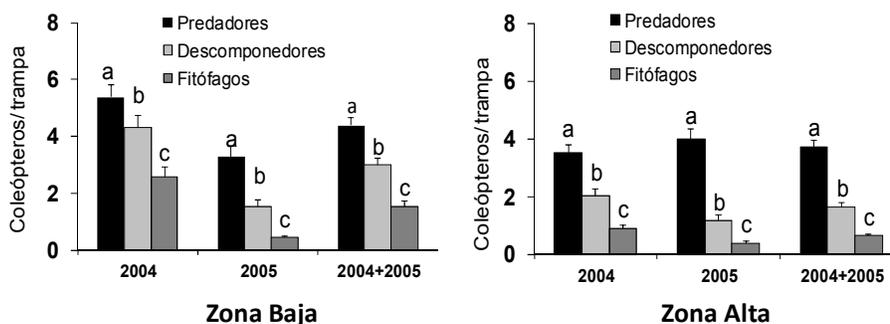


Figura 3: Número de predadores, descomponedores y fitófagos/ trampa en la Zona Baja y la Zona Alta capturados en 2004, 2005 y durante todo el período muestreado (2004 + 2005). Las letras dentro de cada año indican diferencias significativas según Tukey al 0,05. Las líneas sobre las barras indican el error estándar de la muestra.

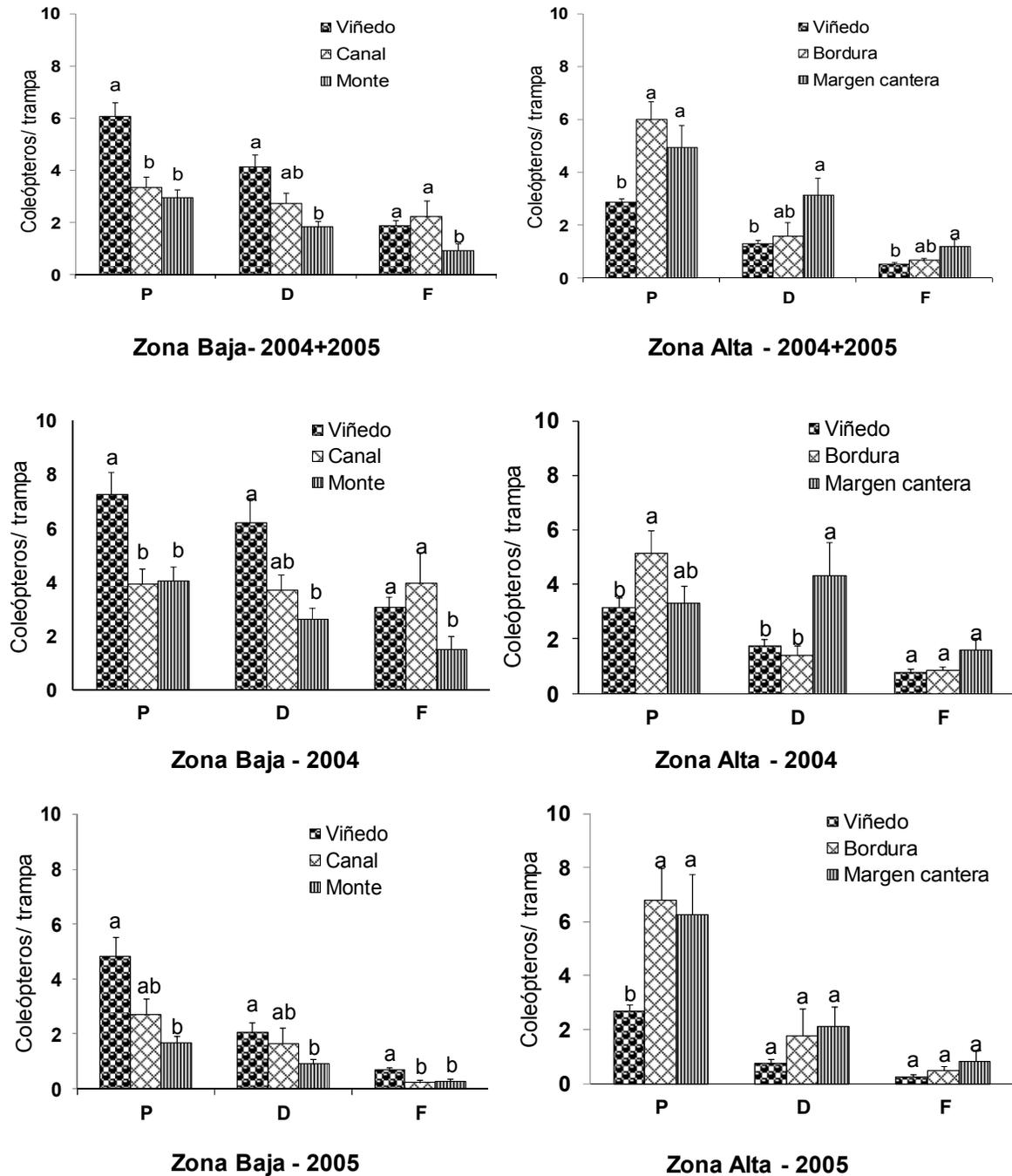


Figura 4: Número de predadores, descomponedores y fitófagos/ trampa en la zona alta y la zona baja en 2004, 2005 y para ambos años tomados en conjunto. Las letras en cada grupo trófico indican diferencias significativas entre ambientes según Tukey ($P < 0,05$). Las líneas sobre las barras indican el error estándar de la muestra.

cantera) que en la parcela de cultivo, e) la dominancia relativa entre los grupos tróficos fue similar en ambas zonas: los predadores fueron los más abundante y los fitófagos los menos abundantes y f) para los grupos tróficos, fundamentalmente los predadores, la importancia relativa entre los ambientes naturales y el cultivo fue significativamente diferente entre zonas.

Los sistemas de vid analizados en este trabajo, ubicados en zonas bajas, inundables, han logrado mantenerse productivos durante más de cien años con un bajo uso de insumos. La estabilidad ecológica que presentan (Abbona et al., 2007), puede deberse a la alta heterogeneidad vegetal presente dentro y fuera de las parcelas cultivadas (Swift et al., 2004, Abbona et al.

2007). Esto es opuesto a la idea de que los sistemas inundables son de baja diversidad o que soportan una baja diversidad. Los estudios que afirman esto, han sido realizados en ambientes donde el agua permanece estancada durante largo tiempo (Plum 2005). Sin embargo, en ambientes donde el agua tiene una dinámica periódica, de corta duración, se genera un gradiente de temperatura y humedad, tanto temporal como espacial, que incrementa la diversidad de ciertos organismos (Emmerling, 1993; Plum, 2005). En Berisso, los permanentes pulsos de agua, sumados a la importante diversidad vegetal, tanto funcional, específica y estructural, generaría una alta variabilidad ambiental, que ofrece una amplia gama de nichos ecológicos favoreciendo la presencia de organismos con diferentes requerimientos de hábitats y explicando la mayor abundancia y diversidad de coleópteros capturados en los sistemas de la zona baja respecto de la alta. A su vez, en la zona baja, la presencia de un disturbio natural y permanente como las inundaciones periódicas podrían explicar las variaciones observadas en la abundancia de coleópteros entre años, efecto que no se observó en la zona alta.

El manejo de la biodiversidad requiere un correcto ensamblaje entre sus partes (UNEP, 2000) que ofrezca las condiciones necesarias para la presencia de organismos con distintos roles y para asegurar una adecuada proporción entre los grupos funcionales (Piffner & Luja, 2000; Asteraki et al., 2004; Woodcock et al, 2005; Altieri et al., 2005; Marasas et al., 2010; Morandin et al., 2011; Woltz et al., 2012). En estos viñedos, la presencia de parches, de pequeño tamaño, adyacentes unos con otros, con diferentes condiciones bióticas y abióticas, con una vegetación característica y grado de humedad favorecieron, a escala de la finca, una gran heterogeneidad ambiental, que permitió la presencia de varias familias de coleópteros de diversos roles y requerimientos. Estos roles se encontraron bien representados en todos los ambientes. Sin embargo, en la parcela cultivada en la zona baja, los coleópteros predadores fueron dominantes sobre los otros grupos tróficos. Esto puede deberse a que, en la cobertura de dichos viñedos, se halló un mayor número de familias vegetales, como Ranunculaceae, Iridaceae, Apiaceae y Fabaceae en relación con las halladas en los ambientes adyacentes. Estas familias crearían las condiciones para la presencia de una gran variedad de recursos alimenticios, favoreciendo a todos los grupos funcionales de los escarabajos. Además, estas familias se han considerado importantes para promover la presencia de presas, como las larvas y otros insectos (Magura, 2002; Gibb y Hochuli, 2002; Marshall & Moonen, 2002; Polack et al., 2011). Esto explicaría la mayor dominancia relativa de coleópteros predadores, confirmando el efecto positivo del aumento de la biodiversidad sobre la regulación biótica (Swift et al., 2004). Por el contrario, en la zona alta, la composición de la vegetación dentro de la parcela cultivada, fundamentalmente de la familia Poaceae (Gramineas) y la homogeneidad en las condiciones de humedad, determinan una menor complejidad microambiental en relación a los ambientes semi-naturales y por lo tanto, condiciones menos favorables para la presencia de coleópteros, principalmente predadores, los que

encontrarían en los ambientes aledaños las condiciones óptimas para su permanencia.

La estabilidad presente en estos viñedos, estaría asociada al mantenimiento de las funciones ecológicas, atribuidas, entre otros, a los coleópteros, dado que presentan una elevada riqueza y diversidad en la zona (Paleologos, 2012). La vegetación espontánea intracultivo, puede ofrecer diversos recursos y hábitat para los organismos dentro del cultivo, tal como se observó para la zona baja. Por el contrario, en la zona alta, los ambientes semi-naturales (la bordura y la cantera), cumplen un rol fundamental para la presencia de familias de coleópteros representantes de todos los niveles tróficos, principalmente predadores y, para el cumplimiento de las funciones ecológicas en el sistema. Esto sugiere que la importancia relativa de los distintos ambientes dentro de cada zona, estaría determinada por la diversidad propia del ambiente. En sistemas de cultivo con una alta complejidad vegetal, como en los viñedos inundables, los ambientes semi-naturales tienen menos importancia en la presencia de coleópteros en el sistema. Por el contrario, en agroecosistemas donde la complejidad de la vegetación dentro del cultivo no es alta, los ambientes aledaños se tornan indispensables para asegurar la presencia y diversidad de coleópteros, tal como ocurre en los viñedos de la zona alta. La compleja interacción que se ha establecido entre parches, cultivados y espontáneos, sería la responsable de la estabilidad y resiliencia de estos viñedos.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación indican que, cuando existe una importante complejidad vegetal dentro del cultivo, el rol de los ambientes semi-naturales en el mantenimiento de la diversidad de organismos, fundamentalmente predadores, pierde trascendencia. Por el contrario, en agroecosistemas donde la complejidad de la vegetación es baja, la importancia relativa de los ambientes semi-naturales aledaños en asegurar la presencia de organismos benéficos, en este caso coleópteros, pasa a tener una mayor relevancia.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte de la tesis doctoral de la primera autora. Nos gustaría dar las gracias a la Dra. Mariana E. Marasas por sus útiles comentarios de una primera versión de este manuscrito. Estamos muy agradecidos a Gabriel Baloriani para su colaboración en el trabajo de campo y de laboratorio. MF Paleologos recibió el apoyo para la realización de este trabajo con una beca de doctorado del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

BIBLIOGRAFÍA

Abbona E., S.J. Sarandón, M. E. Marasas & M. Aastier. 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. "Natura Bresciana". *Annals Museum Civil Science Natural*. Brescia. 31: 69-86.
- Altieri, M. A., C. I. Nicholls, L. Ponti & A. York.** 2005. Designing biodiversity, pest-resilient vineyards through habitat management. *Practical Winery and Vineyard*. May/June. URL: www.practicalwinery.com
- 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 Environment* 102: 219- 231.
- Baars, M.A.** 1979. Catches in pitfall traps in relation to media densities of carabid beetles. *Oecologia*: 41: 25-46.
- Bonicatto, M.M. & M. Marasas.** 2005. Agrobiodiversidad vegetal en un viñedo y un monte cercano de la costa de Berisso, Buenos Aires. *Anales (cd-rom) III Congresso Brasileiro de Agroecologia. III Seminário Estadual de Agroecologia. Florianópolis, Oct. 2005. Santa Catarina (Brasil). N° 253, 4pp.*
- Bonicatto, M.M., M.F. Paleologos, M. Marasas & S.J. Sarandón.** 2006. Efecto del manejo de la cobertura vegetal sobre la abundancia de carábidos en viñedos de la costa de Berisso, Argentina. *Anales (cd-rom) IV Congresso Brasileiro de Agroecologia, SESC, Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil. N° 179, 4pp.*
- Canepuccia, 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., 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.
- Clough, Y., A. Kruess, D. Kleijn & T. Tscharrtk.** 2007. Organic versus conventional arable farming systems: functional helps understand Staphylinid response. *Agriculture Ecosystems and Environment* 118: 285-290.
- Crowson, R.A.** 1981. *The biology of Coleoptera.* Academic Press. London. 802 pp.
- Emmerling, C.** 1993. Nährstoffhaushalt und mikrobiologische Eigenschaften von Auenböden sowie die Besiedlung durch Bodentiere unter differenzierter Nutzung und Überschwemmungsdynamik. *Dissertation Univ. Trier, 1993, Shaker, Aachen.*
- 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.
- Gibb, H. & D.F. Hochuli.** 2002. Habitat fragmentation on an urban environment: large and small fragments support different arthropod assemblages. *Biological Conservation* 106: 91- 100.
- Holland, J. & L. Fahrig.** 2000. Effect of woody borders on insect density and diversity in crop fields: a landscape scale analysis. *Agriculture Ecosystems and Environment* 78: 115-122.
- Horlent, M., M.M. Bonicatto, S.J. Sarandón, M. E. 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. 5 al 8 de mayo.*
- Kajak, A.** 1997. Effects of epigeic macroarthropods on grass litter decomposition in mown meadow. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 64: 53–63.
- Koivula, M. J.** 2011. Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) reflecting environmental conditions. *Zoo Keys* 100: 287- 317.
- Lagerlöf, J., & H. Wallin.** 1993. The abundance of arthropods along two field margins with different types of vegetation composition: an experimental study. *Agriculture Ecosystems and Environment* 43 (2): 141-154.
- Lawrence, J.F. & E.B. Britton.** 1994. *Australian beetles.* Melbourne University. Pp: 192.
- Lemieux, J.P. & S.Lindgren.** 1999. A pitfall trap for large-scale trapping of Carabidae: comparison against conventional design, using two different preservatives. *Pedobiology* 43: 245-253.
- Lövei, G.L. & K. D. Sunderland.** 1996. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Review of Entomology* 41: 231-256.
- 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. Ph. D. Tesis. Facultad Ciencias Naturales y Museo. UNLP Pp: 113.
- Marasas, M. E., S.J. Sarandón & A.C. Cicchino.** 2010. Semi-Natural 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.
- Marasas, M.E., S.J. Sarandón & A.C. Cicchino.** 2001. Changes in soil arthropod functional group in a wheat crop under conventional and no tillage systems in Argentina. *Agriculture Ecosystems and Environment* 18: 61-68.
- Marshall, E.J.P. & A.C. Moonen.** 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 89: 5–21.
- Martínez, O.R., M.A. Hurtado, M. Cabral, J.E. Giménez & 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 Ciencias del Suelo. Resúmenes pp: 299. Mar del Plata, Argentina.*
- Morandin, L., Long R.F., Pease C. & C. Kremen.** 2011. Hedgerows enhance beneficial insects on farms in California's Central Valley. *California Agriculture* 65 (4): 197-201.
- Moreno, C.E.** 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA: volumen 1. Zaragoza, 84 pp.

- Nicholls, C.I.** 2002. Manipulando la biodiversidad vegetal para incrementar el control biológico de insectos plaga: un estudio de caso de un viñedo orgánico en el Norte de California. En: Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Ed. S.J. Sarandón, capítulo 29: 529-549. Ediciones Científicas Americanas, La Plata, Bs As.
- Obrtel, R.** 1971. Number of pitfall traps in relation to the structure of the catch of soil surface Coleoptera. Acta Entomológica Bohemoslovaca 68: 300- 309.
- Oliveira, J., Coelho, V., Aguilar, C.A.S., Pereira, J.A. & S.A.P. Santos.** 2013. Abundance and richness of carabids in olive groves from Trás-os-Montes (Northeastern Portugal): the effect of soil management practices. VIII Congreso Nacional de Entomología Aplicada. XIV Jornadas Científicas de la SEEA. Mataró. 21- 25 de Octubre. Pag. 209.
- Paleologos, M.F.** 2012. Los carábidos como componentes clave de la agrobiodiversidad. Su rol en la sustentabilidad de los agroecosistemas de vid de la zona de Berisso, Provincia de Buenos Aires. Ph. D. Tesis. Facultad Ciencias Naturales y Museo. UNLP Pp: 225
- Paleologos, M.F., C.C. Flores, S.J. Sarandón, S.A. Stupino & M.M. Bonicatto.** 2008. Abundancia y diversidad de la entomofauna asociada a ambientes seminaturales en fincas hortícolas de La Plata, Buenos Aires, Argentina. Revista Brasileira de Agroecología 3(1): 28-40.
- Pearsall, I.A.** 2007. Carabid beetles as ecological indicators. - In: "Monitoring the Effectiveness of Biological Conservation" (Proceeding of conference, 2-4 November 2004, Richmond), BC, p. 389-399.
- Pfiffner, L. & H. Luka.** 2000. Overwintering of arthropods in soil of arable fields and adjacent semi-natural habitats. Agriculture Ecosystems and Environment 78: 215-222.
- Pik, A., I. Oliver & A.J. Beaties.** 1999. Taxonomic sufficiency in ecological studies of terrestrial invertebrates. Australian Journal of Ecology 24: 555-562.
- Plum, N.** 2005. Terrestrial Invertebrates in flooded grassland: a literatura review. Society of Wetlands Scientists. Wetlands 25(3): 721-737.
- Polack L. A., P.C. Pereyra & S.J. Sarandón.** 2011. Effects of plant stress and habitat manipulation on Aphid control in greenhouse sweet peppers. Journal of Sustainable Agriculture 35: 699- 725.
- 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.
- Swift, M.J., Izac A-MN, & M van Noordwijk.** 2004. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes- are we asking the right questions? Agriculture Ecosystems and Environment 104: 113-134.
- Thiele, H.U.** 1977. Carabid Beetles in their environments. Berlin. Springer-Verlag, New York. Pp 369.
- 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. Naerobi, 15-26 de mayo 2000.
- Woltz, J.M., R. Isaacs, D.A; Douglas & A. Landis.** 2012. Landscape structure and habitat management differentially influence insect natural enemies in an agricultural landscape. Agriculture Ecosystems and Environment 152: 40- 49.
- Woodcock, B.A., D.B. Westbury, S.G. Potts, S.J. Harris & V.K. Born.** 2005. Establishing field margins to promote beetle conservation in arable farm. Agriculture Ecosystems and Environment 107: 255-266.
- Yan Yu- hua Yu Yi, Du Xiang- ge, & Zhao Bai- ge.** 1997. Conservation and augmentation of natural enemies in pest management of Chinese apple orchards. Agriculture Ecosystems and Environment 62: 253- 260.