

12. Díaz Nieto LM, Maciá A, Farina JL, Parisi G, Vidal Domínguez ME, Perotti MA, Berón CM (2013) Distribution of Mosquitoes in the South East of Argentina and First Report on the Analysis based on 18S rDNA and COI Sequences. *PLoS ONE* 8(9):e75516.
13. Díaz Nieto LM, Maciá A, Perotti MA, Berón CM (2013) Geographical limits of the Southeastern distribution of *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) in Argentina. *PLoS Negl Trop Dis* 7(1):e1963.
14. Albrieu Llinás G, Gardenal CN (2012) Phylogeography of *Aedes aegypti* in Argentina: long-distance colonization and rapid restoration of fragmented relicts after a continental control campaign. *Vector Borne Zoonotic Dis* 12(3):254-261.
15. Berón CM, Salerno GL (2007) Cloning and characterization of a novel crystal protein from a native *Bacillus thuringiensis* isolate highly active against *Aedes aegypti*. *Curr Microbiol* 54(4):271-276.

CAPÍTULO 10

Biodiversidad de los insectos de suelo de áreas protegidas y agroecosistemas de la provincia de Buenos Aires y su utilización como herramientas de gestión y manejo

Armando C. Cicchino^{1,2}, Darío P. Porrini^{1,2}, Adela V. Castro^{1,2}, Juan M. Arcusa³, Diego L. Carpintero⁴, Juan L. Farina⁵

¹GENEBSO-INBIOTEC-CONICET

²Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata

³Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires

⁴Museo de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”

⁵Museo Municipal de Ciencias Naturales “Lorenzo Scaglia”

cicchino@copetel.com.ar

RESUMEN

El avance de la frontera agropecuaria y la creciente urbanización sobre la región pampeana ocasiona a menudo modificaciones irreversibles de los ambientes prístinos y naturales, mayormente bajo dominio privado de la tierra y con escasa o nula protección legal, generando severas limitaciones para la conservación, biorremediación o recupero de los mismos. Dentro de este contexto, las líneas de investigación de los distintos integrantes del GENEBSO apuntan al conocimiento y desarrollo de herramientas biológicas de gestión y manejo asegurando la biodiversidad de las áreas protegidas actuales y a su vez

a un manejo sustentable de las mismas en términos de producción agropecuaria o agroindustrial, manteniendo y monitoreando los servicios ecosistémicos mediante herramientas entomológicas específicas consistentes en grupos de insectos cuyas respuestas son prácticamente lineales, sensibles y fácilmente detectables frente a las distintas variables bióticas y de manejo, todos de amplio uso y que cuentan con una frondosa historia y cuantiosa literatura a nivel internacional para estos propósitos. Entre ellos se destacan los insectos coleópteros de la familia Carabidae, hormigas (Formicidae), distintas chinches edáficas (Hemiptera) y, eventualmente, también arañas (Araneida). Su participación en las redes tróficas los ubica entre los enemigos naturales de plagas agrícolas, convirtiéndose también en una importante herramienta para la producción agroecológica por su sencillo monitoreo espacial y temporal. Y en este sentido, el GENEBSO cuenta con importantes antecedentes previos, evaluando –entre otros– la biodiversidad y composición específica de la entomofauna en diferentes áreas protegidas nacionales, provinciales y municipales, así también como predios ocupados por chacras y microemprendimientos familiares en el marco de diferentes convenios interinstitucionales, contando hoy con la infraestructura, material humano y experiencia necesarias para continuar prestando cooperaciones y servicios a terceros de similar tenor.

INTRODUCCIÓN

Los coleópteros de la familia Carabidae integran una de las tres familias más diversificadas de este orden de insectos, y tanto por su diversidad como por su abundancia, variedad de roles tróficos, modos de vida, longevidad y biomasa constituyen una fracción importante de toda la biota edáfica [1-5]. Por estas razones, las modificaciones que se operan en los distintos ensambles de especies de esta familia, a distintos niveles de escala, son considerados como excelentes indicadores biológicos del estado sucesional de los ambientes edáficos [1, 6, 7], siendo entonces de gran importancia en el seguimiento y monitoreo en programas de biorremediación o restauración de ambientes degradados o modificados [7, 8]. No obstante, para poder ser utilizados como herramientas fiables de gestión y manejo de distintos ecosistemas, es necesario un conocimiento preciso de las especies individuales, así también como de su modo de vida, requerimientos microambientales y principales preferencias de hábitat, materias que constituyen los principales objetivos del GENEBSO, extendidos hoy también a otros dos grupos taxonómicos de similar importancia, tales como son los hemípteros y formícidos.

Desde su creación el 17 de febrero de 2005 (OCA N° 1012 de la UNMdP), los distintos integrantes de este grupo de investigación paulatinamente se han abocado al conocimiento pormenorizado de la entomofauna de áreas protegidas y agroecosistemas propios del cuadrante sudeste de la provincia de Buenos Aires, centrado primariamente en insectos Coleópteros de las familias Carabidae y Aphodiidae, a los que se añadieron más recientemente Himenópteros de la familia Formicidae y Hemiptera Heteroptera. A partir de 2011, el universo geográfico se hizo extensivo a toda la mitad oriental de dicha provincia. Por resolución 3061/13, de fecha 23 de agosto de 2013, el CONICET presta su conformidad para que el GENEBSO se incorpore al INBIOTEC como Grupo Vinculado, generándose a partir de esta fecha el desarrollo mancomunado de proyectos de investigación, formación de recursos humanos y servicios a terceros referidos a la temática que se ha venido desarrollando previamente, centrándose en el conocimiento e interpretación precisa y acotada de distintos aspectos de la biodiversidad y su utilización como eficaces herramientas de gestión, monitoreo y manejo de distintas áreas o agroecosistemas particulares, línea de investigación y desarrollo que ha sido específica y metodológicamente desarrollada para la provincia de Buenos Aires por los integrantes del GENEBSO a partir de su creación.

Tomando en consideración estos antecedentes, es nuestro propósito dar a conocer aquí de manera sumaria los métodos rutinariamente empleados en el desarrollo de los diferentes muestreos, en la identificación del material obtenido, en su catalogación y, finalmente, en el análisis de los datos, y su aplicabilidad a una casuística concreta o potencial.

METODOLOGÍA UTILIZADA

Métodos de colecta de los carábidos, hemípteros y formícidos

Muchos de los aspectos esenciales del modo de vida de los carábidos pertenecientes a las distintas faunas locales son realmente difíciles de estudiar, razón por la cual se han venido desarrollado distintas estrategias para poder develarlos *in vivo* y/o *in vitro*. Dentro de los primeros están los ensayos genéricamente denominados “de cafetería” (v.g. [2]), y para la obtención para las pruebas con materiales fijados, para la obtención de estos últimos habitualmente se recurre a distintos métodos de muestreo, siendo el más universalmente utilizado el consistente en trampas de caída, habitualmente denominadas “pitfall” [4], y a partir de cada muestra la separación de los ejemplares correspondientes a cada grupo.

Las trampas “pitfall” consisten en un pote cónico enterrado en el suelo de modo que la abertura quede unos 2-3 cm por debajo del nivel de la superficie del suelo y, normalmente, conteniendo aproximadamente la mitad de su volumen de líquido conservador, preferiblemente cromático, organoléptico y ambientalmente neutro, el cual se recambia periódicamente al extraer su contenido (Fig. 1). La disposición espacial se conforma en cada caso particular, integrando diseños muestrales dispuestos para cumplir con las exigencias estadísticas de práctica en estos casos. Estas trampas son dispositivos de captura pasivos, operando merced a la actividad locomotora de cada artrópodo particular. La abundancia y composición de las capturas está influenciada por el tamaño corporal y la capacidad de desplazamiento, forma, tamaño y material de la trampa, distribución espacial, tiempo de exposición efectivo, y la composición del líquido conservante, en adición a los factores que directa o indirectamente influyen en la actividad y comportamiento de los artrópodos [3]. Su aplicación presenta entonces algunas limitaciones, las que han sido ampliamente discutidas en la literatura especializada (v.g. [9]), aunque constituyen un método eficiente, económico y de simple utilización aun para personal poco entrenado



Figura 1. Distintas actividades de campaña y laboratorio llevadas a cabo en los muestreos efectuados por el GENEBSO.

A) Colocación de las trampas “pitfall”; B) recambio del contenido de las mismas, C) colecta de insectos en trampa de luz, D) colectas manuales con red (“sleeping”), E) limpieza y separación del material entomológico del contenido de cada “pitfall”, F) identificación específica de cada muestra, G) conteo y tabulación de los individuos capturados en cada muestra.

en trampeos entomológicos. Los datos generados representan la intensidad de la actividad locomotora de las distintas especies capturadas, representando su “densidad-actividad” y la estructura de dominancia o “actividad-dominancia” (v.g. [10]). La abundancia es un buen predictor de la *importancia cuantitativa* de las especies, sobre todo para las mayores a 4 mm de talla corporal [11]. Es de elección en relevamientos a distintos niveles de escala, en los cuales el objetivo principal es realizar un inventario cualitativo y comparación de ensambles, aunque en su interpretación deben tenerse en cuenta las características morfológicas y etológicas de cada especie particular [12].

En todos los casos se procuró obtener un inventario de especies lo más completo posible, utilizando para este propósito otros métodos de colecta complementarios del “pitfall”, como ser trampas de luz, tamizado, lixiviación y capturas manuales en los diferentes ambientes y atendiendo a los distintos horarios de actividad (diurnos, crepusculares, nocturnos) de los insectos (Fig. 1) [10].

Todos los ejemplares obtenidos por estos métodos de captura fueron conservados en etanol 70% o bien etano-ácido acético 10% (3:1, vol/vol), según sean coleópteros u otros órdenes de insectos.

Identificación y repositorios del material entomológico obtenido

En el desarrollo de los distintos relevamientos llevados a cabo como proyectos de investigación institucional o como servicio a terceros sea a escala local o zonal, siempre se ha procurado llegar a la identificación de los materiales entomológicos al nivel taxonómico más bajo posible, a nivel de especie en la mayoría de los casos. Esto se cumplió recurriendo tanto a la experiencia personal de los investigadores de este grupo vinculado (Fig. 1), como a la utilización de claves específicas éditas o inéditas, sumado a la desinteresada ayuda prestada por otros entomólogos nacionales y del exterior.

Con el objetivo de normar los procedimientos que contribuyan a poner en orden el *status* taxonómico de los distintos taxones de interés –básicamente especies–, se ha recurrido a confeccionar la correspondiente *cartografía*, esto es, a una ficha sumaria electrónica que contiene la iconografía, descripción, principales rasgos bioetológicos, fenología estacional, ambientes preferenciales y literatura relevante de cada especie, así también como el período de aparición de individuos generales (aquellos con pocas horas o días de emergidos, con grado de pigmentación y quitinización débiles) y de larvas (Fig. 2). Para el

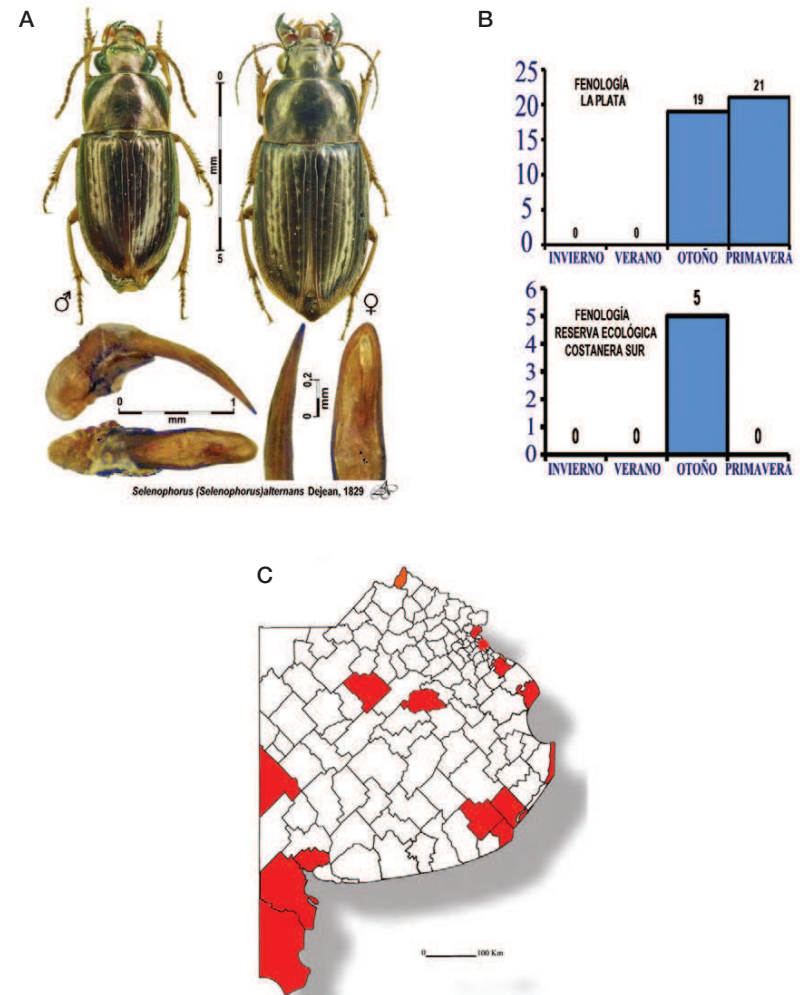


Figura 2. Algunos datos e infografía incluidos en la cartografía de cada especie.

A) iconografía del estado adulto y caracteres de los genitales masculinos externos, B) fenología de la especie en distintas localidades o regiones, C) mapa de distribución en la provincia de Buenos Aires, indicando los partidos en los cuales está presente.

caso de las Carabidae de la provincia de Buenos Aires (c.a. 350 especies), se ha cumplido con cerca del 60% de las especies, con el $\pm 50\%$ de las Hemiptera (≥ 750 especies) y se está comenzando con las Formicidae.

Finalmente, del total de especímenes identificados correspondientes a cada especie y localidad se separaron y prepararon “vauchers” mediante técnicas entomológicas convencionales, formándose colecciones de referencia para el GENEBSO, para el Museo Municipal de Ciencias Naturales “Lorenzo Scaglia” (Mar del Plata, Buenos Aires) y para Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” (Ciudad Autónoma de Buenos Aires, CABA).

Fenología

La fenología de las especies particulares tomadas a diferentes niveles de escala y en diferentes localidades del este de la provincia de Buenos Aires, puede variar entre diferentes hábitats [13]. Aun así, para más del 50% de las especies de Carabidae de esta área, y un porcentaje menor de Hemiptera y Formicidae, contamos con los datos fenológicos estacionales de más de una localidad, comprobando que muchas de ellas reflejan similar comportamiento en cuanto a su actividad (Fig. 2). De todos modos, aún son necesarios más estudios acerca de la actividad estacional de las diferentes especies en distintos hábitats, siguiendo un método estandarizado, como por ejemplo el propuesto por Fazekas *et al.* [11], útiles sobre todo para comparar si los patrones estacionales observados corresponden a la fenomenología ambiental rutinaria para esas estaciones, o bien si son respuesta a las condiciones ocasionales y contingentes con fenómenos como El Niño/La Niña, o bien eventos catastróficos locales o regionales tales como grandes incendios, inundaciones, diferente uso de la tierra o aun eventos de contaminación hídrica o edáfica.

Uso de los Carábidos, Hemípteros y Formícidos como organismos bioindicadores y/o especies típicas de hábitats particulares

Con demasiada frecuencia los coleópteros carábidos son citados como bioindicadores en estudios que involucran un impacto ambiental determinado. Pero si nos atenemos al significado *sensu stricto* del término “indicador”, éstos deberían ser tratados por el momento y con más propiedad como “organismos de estudio”. Conviene recordar que un *organismo de estudio* es una especie, o

bien grupo de especies de una taxocenosis determinada (parte de la comunidad que se define por su pertenencia a un grupo taxonómico), que es usada para poner a prueba una hipótesis de estudio particular dentro de un proyecto de investigación y desarrollo. En cambio, un *indicador* es un taxón –o una estructura de dominancia de un ensamble– cuyas características (por ej. presencia o ausencia, densidad poblacional, dispersión, éxito reproductivo, recambio de especies) son utilizadas como un índice para medir ciertos atributos de otras especies o de condiciones ambientales particulares de interés que sean demasiado difíciles, inconvenientes o caros de medir o estimar por otros métodos [1].

Si bien aún son necesarios más estudios para corroborar que los carábidos son buenos *bioindicadores* [1] y que por tanto el GENEBSO pueda utilizarlos como una herramienta idónea de gestión y manejo, resulta innegable por el conocimiento que tenemos de ellos que cumplen con un gran número de los requisitos indispensables para ser considerados buenos *organismos de estudio* y también buenos *bioindicadores potenciales*. Para ello cumplen estos atributos: 1) es indispensable un buen conocimiento de la taxonomía y ecología de los carábidos, que si bien está ampliamente logrado para el hemisferio norte (v.g. [1, 2]), en nuestro país la taxonomía de esta familia puede considerarse como aceptablemente buena [5]; 2) tienen una amplia distribución geográfica y habitan gran diversidad de hábitats; 3) son sensibles a factores ambientales como la temperatura, la humedad, el tamaño del parche del hábitat (aunque algunas especies pueden presentar más sensibilidad que otras a esos factores), por lo cual pueden proveer una alerta temprana de cambios en el ambiente; 4) los métodos de muestreo son económicos y fáciles de utilizar, siendo el método más comúnmente usado el de las trampas de caída o “pitfall”; 5) tienen importancia económica por ser predadores significativos de plagas agrícolas; 6) dado que hay especies que presentan fuerte estacionalidad y variaciones poblacionales año a año, es recomendable realizar muestreos que cubran toda la temporada de actividad [7]. Y es precisamente esta última premisa la que distintos integrantes del GENEBSO vienen estableciendo para la mayor cantidad de especies posible, y no solamente de carábidos sino de hemípteros y formícidos. Mientras este conocimiento se genera, también se han explorado la caracterización de potenciales especies o grupos de *especies típicas* de los ambientes de estudio desde 2003. Conviene recordar aquí que para conocer la contribución de cada especie particular a la similitud dentro de cada ambiente y, en consecuencia, evaluar la potencialidad de estas como especies típicas de cada uno de

ellos, se deben realizar análisis de porcentajes de similitud (SIMPER). Cuanto más abundante es una especie dentro de un ambiente, mayor es su contribución a las similitudes intraambiente. Una especie se considera que es típica de cierto ambiente si el número de individuos obtenido es consistente en todas las muestras recolectadas en el mismo.

Obtención de datos meteorológicos

Se ha demostrado que existe directa relación entre la abundancia de las especies (como medida de la actividad) y las variables meteorológicas [v. g. 15], y sobre todo cuando éstas se utilizan en los análisis de correspondencia canónica que involucran a las especies capturadas mediante trampas “pitfall” [16]. Por esta razón fueron rutinariamente relevadas tres variables: temperatura media (en °C), precipitación acumulada (mm) y fotoperíodo (en horas). Los datos diarios de temperatura fueron obtenidos a partir de las distintas estaciones locales dependientes del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), las precipitaciones a partir de las mismas fuentes o bien, cuando se disponía, del pluviómetro local del propietario o administrador de los predios censados, y por último, el fotoperíodo, de la base de datos de *The Weather Channel database* (<http://espanol.weather.com/climate/sunRiseSunSet-Buenos-Aires-ARBA0009?month=12>). La totalidad de estas variables fueron obtenidas primariamente como valores diarios y luego fueron promediados acorde con los intervalos de muestreo utilizados en cada caso particular.

RESULTADOS

Sitios de colecta de los carábidos, hemípteros y formícidos censados y analizados

Incluso desde antes de su creación formal, los integrantes del GENEBSO han desarrollado campañas anuales de recolección programada y sistematizada en los siguientes sitios o localidades de particular interés para la conservación o sustentabilidad de la mitad oriental de la provincia de Buenos Aires, siendo las de mayor interés las reseñadas en la Figura 3.

Identificación de las especies colectadas, incremento del patrimonio entomológico y servicios a terceros

Referencias

- A. Reserva Integral Laguna de los Padres
- B. Reserva de Biósfera Albufera Mar Chiquita-Laguna Nahuel Rucá
- C. Reserva del Puerto de Mar del Plata
- D. Pastizales subxéricos de Saladillo
- E. Ambientes dunales del Partido de La Plata
- F. Ambientes dunales y retrodunales de General Pueyrredón
- G. Reserva Selva Marginal de Punta Lara
- H. Pastizales y agroecosistemas del Partido de La Plata
- I. Franja costera del Partido de Berisso
- J. Talares de los partidos de Magdalena y Punta Indio
- K. Reserva Ecológica Costanera Sur
- L. Parque Municipal Forestal y Botánico “Rafael de Aguiar”
- M. Sierras meridionales del Partido de Balcarce
- N. Sierra de Difuntos
- O. Talares de Mar Chiquita y General Pueyrredón
- P. Sector de Islas de los partidos de Campana y San Fernando
- Q. Arroyo Claromecó

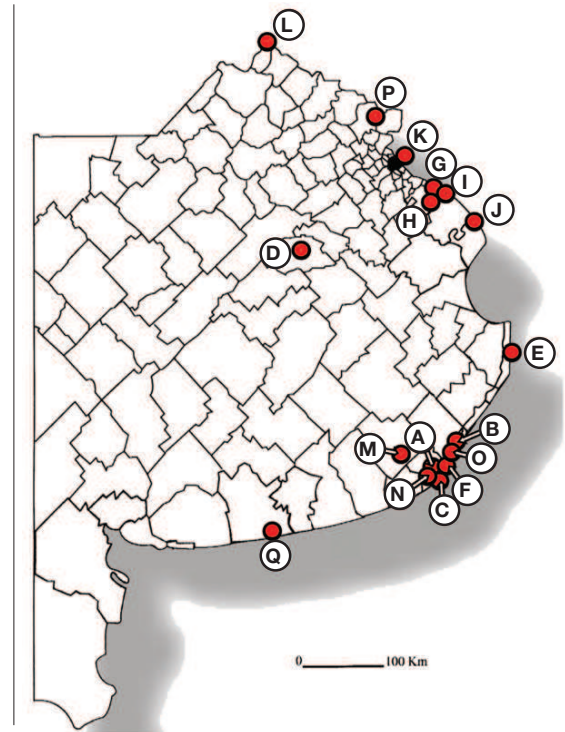


Figura 3. Situación geográfica de los principales sitios de muestreo llevados a cabo por el GENEBSO en el período 2000-2014.

Los ejemplares recolectados en los diferentes sitios de muestreo se identificaron, catalogaron y establecieron una o más taxocenosis particulares que involucran en su conjunto más de 300 especies de coleópteros carábidos y más de 500 de hemípteros, 2/3 de los cuales también se cartografiaron, obteniéndose también un importante número de fenologías locales correspondientes a distintas especies. Como resultado de estas actividades, se han publicado una gran cantidad de trabajos de investigación.

Paralelamente, el GENEBSO ha prestado servicio de identificación y suministro de información entomológica a las siguientes Instituciones y reparticiones públicas y privadas de la Argentina y del exterior: Universidad Nacional de Río Cuarto (Facultad de Ciencias Agrarias, Córdoba), Universidad Nacional de La Plata (Facultades de Agronomía y de Ciencias Naturales y Museo, La Plata, Buenos Aires), Universidad de Buenos Aires (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Buenos Aires), Universidad Nacional de San Martín (Departamento de Ecología, San Martín, Buenos Aires), Universidad Nacional del Sur (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Bahía Blanca, Buenos Aires), Universidad Nacional de La Pampa (Facultad de Ciencias Naturales, Santa Rosa, La Pampa), Universidad Nacional de Santiago del Estero (Facultad de Ciencias Agrarias), Universidad Nacional de Mar del Plata (Facultad de Ciencias Agrarias, Balcarce, Buenos Aires), Museo Municipal de Ciencias Naturales “Lorenzo Scaglia (Mar del Plata, Buenos Aires), Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” (CABA), Instituto Superior de Entomología e Instituto Miguel Lillo (San Miguel de Tucumán), INTA-Rafaela (Rafaela, Santa Fe), INTA-Oliveros (Oliveros, Santa Fe), INTA-Gorina (La Plata, Buenos Aires), INTA-Balcarce (Balcarce, Buenos Aires), Universidad de Concepción (Concepción y Chillán, Chile), Universidad de Chile (Santiago, Chile), Università di Sassari (Facoltà di Scienze Agrarie, Sassari, Cerdeña, Italia), Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo (São Paulo, Brasil).

También se han realizado servicios a terceros a través del CCT-Mar del Plata consistente en la limpieza, separación e identificación de los Insectos Coleópteros de los muestreos de suelo de chacras hortícolas de los alrededores de la ciudad de Corrientes, en el marco del convenio INTA-EMBRAPA, Brasil (2011-2013), y en el asesoramiento científico y técnico, e identificación de materiales entomológicos y levantamiento, procesamiento e interpretación de los datos obtenidos en el marco del proyecto “Estudio de la agrobiodiversidad en sistemas de producción hortícola familiar del cinturón hortícola platense” coordinado por la Dra. Mariana Marasas, INTA-IPAF región pampeana (2012-2013).

Todas estas actividades de muestreo, identificación y servicios a terceros han aportado importantes cantidades de materiales entomológicos, los cuales incluyen especies no descritas, otras poco frecuentes o conocidas casi exclusivamente a través de sus descripciones originales, así también como nuevas especies que están siendo descritas y dadas a conocer en revistas especializadas, totalizando más de 350 especies de carábidos por la provincia de Buenos Aires

(y más de 800 para la Argentina), a la par que unas 900 especies de hemípteros y un número aún indeterminado pero creciente de formicidos.

CONCLUSIONES

Rol del GENEBSO en la conservación de la biodiversidad de sitios protegidos o susceptibles de protección

La distribución temporal de las especies investigadas a nivel local y zonal se constituye en un factor clave a tomar en cuenta en el manejo y gestión de sitios protegidos o bien de agroecosistemas, debido a que tiene muy en cuenta el período de reproducción de las distintas especies que integran las taxocenosis de los mismos y, en consecuencia, asegurar su supervivencia. En el caso particular de los agroecosistemas, aquellas especies que se reproducen durante el o los períodos en que se desarrollan prácticas intensivas de laboreo son las más afectadas y por ende las más necesitadas de un replanteo o redimensionamiento temporal de las mismas [7, 17]. Asimismo, aquellas especies cuyos picos de actividad tienen lugar en la primavera temprana frecuentemente son también afectadas por el uso de pesticidas dado que su período de actividad coincide con el momento de aplicación, razón por la cual surge la necesidad de reducir al mínimo el lapso temporal de su aplicación. El conocimiento de la fenología de las distintas especies que integran los ensambles a nivel de escala local y zonal es de gran importancia, ya que obliga a tomar en consideración cuál época del año sería la más adecuada para realizar monitoreos o seguimientos de la biodiversidad cualquier tipo, debido a que hay grupos de especies que muestran su principal período de actividad en distintas estaciones del año. A su vez, nuestros muestreos llevados a cabo entre los paralelos 35° y 39° LS de la mitad oriental de la provincia de Buenos Aires (ver más arriba) parecen indicar que la mayor parte de las *especies típicas* de hábitats o ambientes particulares tienen su pico de actividad en primavera tardía o verano, y por lo tanto con la potencialidad de aportar más información acerca de las características de estos hábitats o ambientes que en otoño o invierno. No obstante, estos mismos muestreos nos han indicado que en más de un caso las especies que no se han considerado como típicas de hábitats o ambientes específicos, también pueden aportar datos adicionales acerca del estado sucesional de los mismos, contribuyendo entonces al incremento de la información para su mejor manejo y gestión.

Otra lección aprendida está referida a la conservación de los ambientes seminaturales o naturaliformes, la cual tiene su correlato en la conservación de comunidades estables de estos insectos, mayormente debido a la heterogeneidad estructural y diversidad de microhábitats con condiciones específicas que éstos ofrecen y que son complementarios de los hábitats esencialmente monótonos de las áreas cultivadas. Por eso, para mantener la diversidad en la fauna de estos y otros artrópodos característicos de un tipo de hábitat, los parches a ser preservados deberían poseer la mayor extensión posible, mantener activas el mayor número vías de conectividad, teniendo la especial precaución de no homogenizar el paisaje.

Finalmente, ha quedado claro para todos los integrantes del GENEBSO que los patrones de distribución observados en los carábidos, hemípteros y formícidos reflejan casi linealmente los cambios ambientales causados directa o indirectamente por las actividades antrópicas, incluso a niveles de micro y aun nanoescala [17]. No obstante, a estos últimos niveles de escala debe prestarse especial atención al tipo de información que se evalúa como herramienta de seguimiento o gestión, ya que guarismos tales como la riqueza específica *per se* puede ser una medida poco conducente para tales fines, debiendo ser complementada entonces con la funcionalidad (especialmente en términos de preferencias de hábitat y su uso) de las especies particulares allí presentes [1].

Como corolario surge que cuanto mayor es la diversidad de insectos –y eventualmente también arácnidos– en los agroecosistemas y áreas protegidas o por proteger, y cuanto más tiempo éstas permanecen libres de disturbio, mayores son las interrelaciones que tienen lugar para promover la estabilidad de tales comunidades. En definitiva, este criterio biocenológico y dinámico de la biodiversidad, tarea central de los proyectos de investigación que ha venido desarrollando el GENEBSO desde su creación, no es más que la faceta entomológica visible de la tan ansiada sustentabilidad de estos sistemas biológicos en una era de creciente dominio humano sobre la casi totalidad de los ecosistemas del planeta [3].

REFERENCIAS

1. Koivula MJ (2011) Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) reflecting environmental conditions. *ZooKeys* 100:287–317.
2. Kotze DJ, Brandmayr P, Casale A, Dauffy-Richard E, Dekoninck W, Koivula MJ, Lövei GL, Mossakowski D, Noordijk J, Paarmann W, Pizzolotto R, Saska P, Schwerk A, Serrano J, Szyszko J, Taboada A, Turin H, Venn S, Vermeulen R, Zetto T (2011) Forty years of carabid beetle research in Europe: from taxonomy, biology, ecology and population studies to bioindication, habitat assessment and conservation. *ZooKeys* 100:55-148.
3. Lövei GL (2008) Ecology and conservation biology of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in an age of increasing human dominance. 145 p. <http://real-d.mtak.hu/121/1/Lovei.pdf> (accedido 3-XI-2014).
4. Lövei GL, Sunderland KD (1996) The ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Ann Rev Entomol* 41:241-256.
5. Roig-Juñent S (1998) Carabidae. En: JJ Morrone y S Coscarón (eds.), Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Una perspectiva biotaxonómica, Ediciones Sur, La Plata, pp. 194–209.
6. Penev L (1996) Large-scale variation in carabid assemblages, with special reference to the local fauna concept. *Ann Zool Fennici* 33:49-63.
7. Rainio J, Niemelä J (2003) Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiv Cons* 12:487–506.
8. Porrini DP, Castro AV, Cicchino AC (2014) Los carábidos (Coleoptera: Carabidae) asociados a los remanentes del bosque nativo de la Reserva Natural Municipal Laguna de los Padres, Buenos Aires. *Revta Soc Entomol Arg* 73(1-2):35-48.
9. Gerlach A, Voigtländer K, Heidger CM (2009) Influences of the behaviour of epigeic arthropods (Diplopoda, Chilopoda, Carabidae) on the efficiency of pitfall trapping. *Soil Organisms* 81(3):773-790.
10. Adis J (2002) Recommended sampling techniques. En: Adis J (ed.), Amazonian Arachnida and Myriapoda, PENSOFT Publishers, Moscú, pp. 555–576.
11. Fazekas J, Kádár F, Sárospataki M, Lövei G (1997) Seasonal activity, age structure and egg production of the ground beetle *Anisodactylus signatus* (Coleoptera: Carabidae) in Hungary. *Europ J Entomol* 94:473-484.
12. Spence JR, Niemelä J (1994) Sampling carabid assemblages with pitfall traps: the madness and the method. *Can Entomol* 126(3):88-894.

13. Danks HV (1987) Insect dormancy: an ecological perspective. Biological Survey of Canada Monographs Series 1, 433 p, Ottawa.
14. Venn SJ, Kotze DJ, Niemelä J (2003) Urbanization effects on carabid diversity in boreal forests. *Eur J Entomol* 100:73-80.
15. terBraak CJF (1986) Canonical Correspondence Analysis: A new Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis. *Ecology* 67(5):1167-1179.
16. Palmer MW (1993) Putting things in even better order: The advantages of canonical correspondence analysis. *Ecology* 74 (8):2215-2230.
17. Cicchino AC (2003) La carabidofauna edáfica de los espacios verdes del ejido urbano y suburbano marplatense. Su importancia como herramienta de manejo de estos espacios. *Revista de Ciencia y Tecnología, UNSE* 8:145-164.

4:

BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL