

**Biología y biocontrol de *Dichroplus elongatus* Giglio-Tos (Orthoptera: Acrididae: Melanoplinae), acridio plaga del agro en Argentina.**



Trabajo de Tesis para optar al título de Doctor en Ciencias Naturales.

Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.

Autor: Christian J. Bardi

Director: Carlos E. Lange

Co-Director: María Marta Cigliano



## Índice

Índice .....	i
Agradecimientos .....	ii
Resumen .....	1
Abstract.....	5
1. Introducción General .....	9
Área de estudio .....	21
Fundamentos y Objetivos de la Tesis.....	23
2. Aspectos sobre la biología de <i>Dichroplus elongatus</i> .....	25
2.1 Presencia y abundancia relativa.....	25
2.1.1 Introducción.....	25
2.1.2 Materiales y métodos.....	27
2.1.3 Resultados.....	35
2.1.4 Discusión.....	38
2.1.5 Anexo.....	41
2.2 Diapausa y voltinismo.....	66
2.2.1 Introducción.....	66
2.2.2 Materiales y métodos.....	69
2.2.3 Resultados.....	73
2.2.4 Discusión.....	75
3. Aspectos sobre el biocontrol de <i>Dichroplus elongatus</i> .....	78
3.1 Potencialidad del apicomplejo <i>Gregarina ronderosi</i> como agente de biocontrol.....	78
3.1.1 Introducción.....	78
3.1.2 Materiales y métodos.....	83
3.1.3 Resultados.....	87
3.1.4 Discusión .....	91
3.2 Interacción entre dos microsporidios patógenos de <i>Dichroplus elongatus</i> : <i>Paranosema locustae</i> y <i>Liebermannia dichroplusae</i> .....	94
3.2.1 Introducción.....	94
3.2.2 Materiales y métodos.....	97
3.2.3 Resultados.....	104
3.2.1 Discusión .....	112
4. Consideraciones finales .....	115
4.1 Aportes de la tesis y desafíos futuros.....	118
5. Bibliografía.....	121
6. Listado de tablas, gráficos y figuras .....	137
6.1 Índice de tablas .....	137
6.2 Índice de gráficos.....	139
6.3 Índice de figuras.....	140

## **Agradecimientos**

Quizás resulte extraño, pero creo que esta puede ser la sección de la tesis más difícil de escribir sin olvidar nada. Este no ha sido un año más en mi vida, he tenido que pasar por muchas cosas que me han marcado profundamente y hay tantas cosas y tantas personas a las que tengo que agradecer que es difícil saber por dónde empezar. Voy a empezar por agradecerle a mi esposa Noelia por darle luz a mi vida y dos hermosas hijas Julieta y Lucia, esta última por llegar a este mundo en breve. Me resulta difícil pensar que este trabajo me demandó el mismo tiempo que formar una familia. Aun me cuesta creer que hace 5 años recién comenzábamos a conocernos y dábamos el gran paso de irnos a vivir juntos y hoy hemos logrado construir a base de comprensión y sacrificio una hermosa familia. Sin lugar a dudas mis hijas son la mejor recompensa que puedo recibir en esta vida. No puedo dejar de agradecer a mis padres Blanca y Coco por apoyarme en mis decisiones y presionarme lo justo y necesario para que me esfuerce cada día en busca de lograr mis objetivos.

No puedo dejar de pensar en lo importante que han sido mis directores Carlos Lange y María Marta Cigliano quienes confiaron en mí y me ayudaron a formarme no solo como profesional, sino también como persona mostrando el camino por el que uno debe transitar más allá de lo crudo y frío del sistema científico argentino. Una vez más me resulta difícil dimensionar el tiempo que ha pasado desde aquel día en el que ingrese por primera vez al laboratorio 1 del CEPAVE, sin saber siquiera bien lo que quería. Allí me esperaban los por aquel entonces Becarios ahora convertidos en investigadores Santiago y Yanina, dos grandes compañeros de trabajo y amigos. A la Dra. María Laura de Wysiecki por su apoyo en el diseño de experiencias y su cálida compañía en el laboratorio. A mis tíos Ricardo, Ana y Rubén quienes siempre estaban dispuestos a recibirme en el campo con un rico asado. A los chicos del ciber por las largas charlas acompañadas de mates que hicieron más ameno el trabajo de gabinete. A la Dra. Mariana Grossi, por su compañía incondicional y la realización de los mapas de esta tesis. A Santiago y Ale por las constantes visitas y por ofrecerse a ayudar en los momentos más difíciles. Al padrino ausente Fernando por apoyar a la distancia. A Nela y Gisel por su colaboración en las tareas de campo. A todo el equipo médico que intervino de manera brillante para que hoy pueda escribir estas palabras. A todos los mencionados y a aquellos que seguramente estoy olvidando. Gracias!

## **Resumen**

Los acridios, comúnmente denominados tucuras o langostas, pertenecen a la superfamilia Acridoidea. En Argentina, de las 203 especies conocidas al menos 15 han sido mencionadas como responsables de causar pérdidas al agro, destacándose entre ellas *Dichroplus elongatus* Giglio-Tos. Su amplia distribución y aparente plasticidad respecto de su tolerancia a diferentes ambientes parecen haber contribuido a que dicha especie resulte “beneficiada” con el desarrollo de ambientes disturbados asociados a los agroecosistemas. *Dichroplus elongatus* además suele ser tanto en situaciones de explosiones demográficas o de recesión poblacional de acridios, la especie dominante en los hábitats de pastizal. Dada su importancia como plaga y su dominancia numérica en las comunidades de acridios, se torna fundamental profundizar el estudio de la biología de *D. elongatus* y sus patógenos asociados. El objetivo central de este trabajo fue el de llevar a cabo estudios que permitan conocer algunos aspectos biológicos fundamentales de *D. elongatus* y de algunos de sus entomopatógenos asociados como potenciales agentes de biocontrol con el fin de poder regular sus poblaciones. En este contexto, se contempló corroborar el estatus como plaga agrícola de *D. elongatus*, esclarecer un aspecto fundamental como es el voltinismo y realizar estudios de distribución, prevalencia y transmisión de sus patógenos asociados. Con el fin de estimar la presencia y abundancia de *D. elongatus* se colectaron y analizaron 164 muestras provenientes mayoritariamente de distintos puntos de la provincia Pampeana y en menor medida de las provincias del Espinal y Chaqueña. Los sitios fueron seleccionados con el fin de abarcar los ambientes más representativos de las mismas (pasturas naturales e implantadas, cultivos, pastizales con distinto grado de disturbio). Las colectas se realizaron a principios de enero y febrero durante cuatro temporadas (2008 – 2011) y durante febrero en 2012. Los sitios se clasificaron de acuerdo a la vegetación dominante (fisonomía), en cuatro categorías: pastizales halófilos, pastizales disturbados con dominancia de gramíneas, pastizales disturbados con dominancia de dicotiledóneas exóticas y cultivos. Para cada sitio se registró el número total de individuos (N), la riqueza específica (S) y la abundancia relativa de las especies de acridios expresada como la proporción de individuos de una especie en relación al total de ejemplares colectados en cada sitio. La distribución y abundancia relativa de las especies fueron estimadas para el total de las muestras y para cada ambiente. El número promedio de ejemplares por muestra fue de  $139 \pm 11,2$  (11-1113), pertenecientes a tres familias (Acrididae, Ommexechidae y Romaleidae), ocho subfamilias (Acridinae, Copiocerinae, Gomphocerinae, Leptysminae, Melanoplinae, Oedipodinae, Ommexechinae, Romaleinae) y 46 especies. La riqueza específica promedio fue de  $6,9 \pm 0,2$  (1 – 16) especies por muestra. *D. elongatus* estuvo presente en el 88,48 % de las muestras, convirtiéndose en la única especie con

distribución categorizada como Amplia (A). La abundancia relativa promedio de *D. elongatus* fue ampliamente superior al resto de las especies, con un valor de 39,4 %, recibiendo la categoría de Abundante (A). Del total de los muestreos realizados, *D. elongatus* resultó la especie numéricamente dominante en 81 muestras (49,1 %). En 34 muestras (20,6 %) estuvo entre las tres especies más abundantes y en 31 muestras (18,8 %), el número de individuos se encontró por debajo de las tres especies más abundantes. Solo en 19 oportunidades (11,5%) la presencia de *D. elongatus* no fue registrada. Los resultados de este estudio resaltan la importancia de *D. elongatus* como una especie clave de las comunidades de acridios en la provincia Pampeana y como una especie dominante en los cultivos de soja.

El número de generaciones por año (voltinismo) se correlaciona con el tipo de diapausa embrionaria. Mientras que una diapausa obligatoria conduce al univoltinismo, una diapausa facultativa o la ausencia de diapausa permiten el bivoltinismo o multivoltinismo. Este aspecto resulta relevante desde una perspectiva aplicada ya que las especies bivoltinas o multivoltinas tienden a requerir mayores esfuerzos de control que las univoltinas. Con el fin de esclarecer el voltinismo que presenta *D. elongatus*, se colectaron ejemplares en Tucumán (Tucumán), Rafaela (Santa Fe) y Guaminí (Buenos Aires), zonas donde se contaba con registros de una posible segunda generación. Los ejemplares fueron colectados como adultos mediante el uso de redes entomológicas y transportados vivos al laboratorio, donde permanecieron bajo condiciones controladas (30°C, 14L: 10O, 40% HR) en jaulas de aluminio (20x20x30cm) con sustratos para la puesta de huevos. Se obtuvieron 20 sustratos (cada uno conteniendo varias posturas) sobre los cuales se aplicaron uno de tres tratamientos. Luego de retirados, algunos sustratos fueron puestos directamente en refrigeración (4° C) durante al menos dos meses, seguido de incubación bajo las mismas condiciones controladas. Otros se incubaron directamente (sin refrigeración) durante siete meses. Por último, otro grupo de sustratos recibió cinco meses de incubación directa, luego dos meses de refrigeración y posteriormente fueron puestos nuevamente a incubar. No se produjeron eclosiones en sustratos que no fueron expuestos a refrigeración. Por el contrario, numerosas eclosiones se produjeron en sustratos sometidos a ella. Si bien, no es posible descartar de manera terminante la coexistencia de univoltinismo y bivoltinismo en *D. elongatus*, los resultados de esta experiencia concuerdan con los esperados para una especie con diapausa embrionaria obligatoria y una única generación anual al menos en el Sur, centro y noroeste de Argentina.

Las eugregarinas son protistas parásitos de cavidades corporales de invertebrados. No suelen mostrar marcada patogenicidad, por lo que su eventual impacto negativo se expresa de manera crónica. Los registros de eugregarinas en acridios de Argentina son escasos. Solo dos especies han sido descritas con su ciclo de vida completo, siendo una de ellas *Gregarina ronderosi* Lange, parásita del tracto digestivo de ninfas y adultos de *D. elongatus*. En la presente contribución se registró la distribución geográfica de *G. ronderosi* en la provincia

Pampeana, su prevalencia e intensidad de las infecciones. Además, mediante experiencias de laboratorio, utilizando ejemplares provenientes de Girondo, Buenos Aires, se determinó la curva de prevalencia respecto del tiempo y se elaboró una categorización para estimar la intensidad de las infecciones. Para ello, una vez en el laboratorio, los ejemplares se dividieron en grupos de 30 individuos que fueron mantenidos en jaulas bajo condiciones controladas, hasta ser sacrificados a distintos intervalos de tiempo. La presencia-ausencia de infecciones se determinó mediante disección individual y observación de órganos y tejidos bajo microscopio simple (X20) y/o microscopía de contraste de fases (X100, X400). Las infecciones fueron categorizadas como: muy fuerte (MF); fuerte (F); moderada (M) y leve (L), dependiendo del aumento necesario para su diagnóstico y el número de secciones del tracto digestivo afectadas. Hasta la presente contribución, *G. ronderosi* solo había sido registrada en Girondo (localidad tipo). En el presente trabajo se ha ampliado el número de localidades donde fue detectada su presencia a 19. Las mismas se hayan distribuidas principalmente en el centro de la provincia Pampeana con una prevalencia promedio del  $25,3 \% \pm 5,4$  (2,2 – 89,3 %). Del total de individuos afectados, solo tres (0,74%) presentaron infecciones muy fuertes (MF), 81 (20%), fuerte (F), 215 (53%), media (M) y 105 (26%) leves (L). En el primer ensayo la prevalencia inicial de *G. ronderosi* fue del 22, 22 %; producto de 4 F, 14 M y 10 L y luego de 10 días, la misma aumentó al 100 % y no se modificó a los 20 o 30 días. La intensidad de las infecciones a los 10, 20 y 30 días no mostró diferencias significativas. No se registraron en esta experiencia infecciones que alcanzaran la categoría MF. En el segundo ensayo la prevalencia inicial de *G. ronderosi* fue del 2,5 %, luego de 3, 6 y 9 días la prevalencia fue de 0; 10 y 16,6 % respectivamente. En este trabajo fueron registradas por primera vez infecciones fuertes (F y MF) en condiciones naturales. Los resultados sugieren que dadas la amplia distribución en la provincia Pampeana, las altas prevalencias, la intensidad fuerte de las infecciones y la rápida propagación en caso de hacinamiento, como podría producirse en una situación de explosión poblacional o “outbreak”, no es posible descartar a *G. ronderosi* como un posible agente de control de *D. elongatus*, si bien se requieren de estudios adicionales para tomar una decisión final al respecto.

Los microsporidios son parásitos intracelulares obligados que utilizan las células del hospedador para obtener la energía necesaria para su metabolismo y reproducción. *Liebermannia dichroplusae* Lange y *Paranosema locustae* (Canning) son dos microsporidios, nativo e introducido, respectivamente, que afectan a acridios en la provincia Pampeana. Parece observarse una tendencia según la cual *P. locustae* se habría establecido, luego de las introducciones realizadas entre 1978 y 1982, principalmente en zonas donde *L. dichroplusae* no está comúnmente presente. El objetivo fue profundizar el conocimiento acerca de la ocurrencia natural, distribución geográfica y prevalencia de *L. dichroplusae* dentro y fuera de la zona de establecimiento de *P. locustae* así como la obtención, mediante bioensayos, de infecciones mixtas (ambos patógenos presentes en un mismo individuo). La presencia-ausencia de *L.*

*dichroplusae* fue determinada mediante el examen de los túbulos de Malpighi, seguido de homogeneización individual y observación de alícuotas de homogenato bajo microscopía de contraste de fases (X400, X1000). Para los bioensayos, se recurrió a la obtención de una generación filial (F1) donde *L. dichroplusae* estuviese presente (transmisión vertical). Una vez obtenida la F1 a partir de *D. elongatus* hembras infectadas se procedió a la inoculación de los individuos de segundo y tercer estadio con *P. locustae*. Se realizaron dos ensayos, en el primero de ellos fueron inoculadas nueve ninfas de *D. elongatus* infectadas con *L. dichroplusae* con *P. locustae*. Todos los ejemplares presentaron infecciones con *L. dichroplusae*, mientras que ninguno resultó infectado con *P. locustae*. En el segundo ensayo los 13 ejemplares inoculados presentaron infecciones con *P. locustae* y cinco de ellos (38,5 %) presentaban a su vez *L. dichroplusae*, registrándose la ocurrencia de infecciones mixtas. En ambas experiencias todos los ejemplares de *D. elongatus* sin *L. dichroplusae* e inoculados con *P. locustae* (controles) desarrollaron infección. Paralelamente, en los estudios a campo, se amplió a 21 el número de localidades donde *L. dichroplusae* ha sido detectada. En las 164 muestras obtenidas en el estudio, se han colectado y examinado alrededor de 9.000 ejemplares de *D. elongatus* de distintos puntos distribuidos en la provincia Pampeana. En 24 muestras fue detectada la presencia de alguno de los dos microsporidios afectando a *D. elongatus*. Del total de detecciones, 17 (71 %) corresponden a *L. dichroplusae*, mientras que *P. locustae* fue detectada en seis oportunidades (25 %). En solo una oportunidad (4 %) fueron registrados ambos patógenos. Si bien ambos microsporidios han sido detectados en un mismo sitio de muestreo afectando a la misma especie de acridio (*D. elongatus*), nunca se han hallado ambos patógenos en un mismo individuo, es decir que no han sido halladas infecciones mixtas a campo. Se podría esperar que mientras estén presentes especies susceptibles en forma relativamente abundante, la distribución geográfica de *P. locustae* debería, al menos en cierta medida, coincidir con la de los hospedadores. Sin embargo, los resultados obtenidos a partir de los muestreos realizados en gran parte de la provincia Pampeana sugieren que esto no es así. Una de las múltiples razones posibles que podrían estar actuando para generar esta contradicción entre lo esperado y lo observado podría ser la presencia de cierto nivel de antagonismo entre *L. dichroplusae* y *P. locustae*.

## **Abstract**

Grasshoppers and locusts belong to the superfamily Acridoidea. In Argentina, out of the 203 known species at least 15 have been cited as responsible for causing losses to agriculture, notably among them *Dichroplus elongatus* Giglio-Tos. Its wide geographic distribution and apparent plasticity in relation to its tolerance to different environments seem to have allowed this species to be somewhat "benefited" by the development of disturbed environments associated with agroecosystems. *Dichroplus elongatus* is also characterized as the dominant species in grassland habitats in situations of both population explosion and recession of grasshopper communities. Considering its importance as a pest and its numerical dominance in grasshopper communities, it becomes essential to further study its biology and associated pathogens. The objective of this work was to determine the agricultural pest status of *D. elongatus*, clarify a central aspect of its biology such as voltinism, and study the distribution, prevalence and transmission of some of their associated pathogens in order to evaluate its potential as biocontrol agents. With the aim of estimating the presence and abundance of *D. elongatus* 164 samples mostly from different parts of the Pampa region and to a lesser extent the Espinal and Chaco, were collected and analyzed. Sites were selected to cover the most representative environments of the Pampas region (natural and implanted pastures, crops, grassland with different levels of disturbance). Sampling was conducted in early January and February for four seasons (2008 - 2011) and during February 2012. The sites were classified according to the dominant vegetation (physiognomy) in four categories: halophilic grassland, disturbed grassland with grass dominance, disturbed grasslands with exotic dicotyledonous dominance and crops. For each site the total number of individuals (N), species richness (S), and the relative abundance of species of grasshoppers (proportion of individuals of each species in relation to total specimens collected at each site), were recorded. The distribution and relative abundance of species were estimated for the total samples and for each environment. The average number of individuals per sample was  $139 \pm 11.2$  (range: 11-1113), belonging to three families (Acrididae, Ommexechidae and Romaleidae), eight subfamilies (Acridinae, Copiocerinae, Gomphocerinae, Leptysminae, Melanoplinae, Oedipodinae, Ommexechinae, Romaleinae) and 46 species. Species richness average was  $6.90 \pm 0.2$  (1-16) species per sample. *D. elongatus* was present in 88.5% of the samples, being the only species categorized as with wide distribution (A). The average relative abundance of *D. elongatus* was vastly superior to all other species, with a value of 39.4%, ranked as abundant (A). Of all the samples, in 81 (49.1 %) *D. elongatus* was the numerically dominant species in 34 (20.6%) it was among the three most abundant species, and in 31 samples (18.8%) the number of individuals was below the three most abundant species. Only in 19 times (11.5%) the presence of *D. elongatus* was not



recorded. Results of this study highlight the importance of *D. elongatus* as a key species of grasshopper communities in the Pampas region and as widely prevalent in soybean crops.

The number of generations per year (voltinism) correlates with the type of embryonic diapause. While an obligatory diapause leads to univoltinism, facultative diapause or absence of diapause leads to bivoltinism or multivoltinism. This aspect is relevant from an applied perspective as bivoltine or multivoltine species tend to require more control effort than univoltine species. In order to shed light on the voltinism presented by *D. elongatus* individuals were collected in Tucumán (Tucumán), Rafaela (Santa Fe) and Guaminí (Buenos Aires), areas where records of a possible second generation were available. Individuals were collected as adults by using Entomol.l nets and transported alive to the laboratory, where they were kept under controlled conditions (30 ° C, 14L : 10D 40% RH) in aluminum cages (20x20x30cm) with substrates for egg laying. Twenty substrates were obtained (each containing several egg pods), to which one of three treatments was applied. Some substrates were placed directly under refrigeration (4 ° C) for at least two months, followed by incubation under the same controlled conditions. Other were incubated directly (without refrigeration) for seven months. Finally, another group of substrates received five months of direct incubation, then two months of refrigeration and were returned afterwards to incubation. Hatching in substrates that were not exposed to refrigeration did not occur. On the contrary, numerous hatchings took place in substrates that were refrigerated. Although it is not possible to conclusively rule out the coexistence of univoltinism and bivoltinism in *D. elongatus*, results of this experiment are consistent with those expected for grasshoppers with obligatory embryonic diapause and only one annual generation at least in the South, central and northwestern Argentina.

Eugregarines are parasitic protists in body cavities of invertebrates that do not usually show marked pathogenicity, so their possible negative impact on hosts tends to be of chronic nature. Records of eugregarines in grasshoppers of Argentina are scarce. Only two species have been described with their entire life cycle, one of them being *Gregarina ronderosi* Lange, a parasite of the digestive tract of nymphs and adults of *D. elongatus*. In this contribution, the geographical distribution of *G. ronderosi* in the Pampas region was recorded along with prevalence and intensity of infections. Besides, through laboratory experiments using individuals from Gironde, Buenos Aires, the prevalence curve was determined and categorization infection intensity was proposed. To do this, once in the laboratory, individuals were divided into groups of 30 and were kept in cages under controlled conditions, to be sacrificed at different time intervals. The presence or absence of infection was determined by dissection and observation of organs and tissues under stereo zoom microscopy (X20) and or phase contrast microscopy (X100, X400). Infections were categorized as: very heavy (VH), heavy (H), medium (M), and light (L), depending on the magnification need for diagnosis and number of affected sections of the digestive tract. Until the present contribution, *G. ronderosi*

had only been recorded in Gironde (type locality). In this work, the number of localities where its presence was detected was expanded to 19. These are distributed mainly in the center of the Pampas region with an average prevalence of  $25.3\% \pm 5.4$  (2.2 to 89.3%). Of all individuals affected, only three (0.7%) had very heavy infections; 81 (20%) heavy; 215 (53%) medium, and 105 (26%) light. In the first test, initial prevalence of *G. ronderosi* was 22, 2%, 4 H, 14 M, and 10 L. After 10 days the prevalence increased to 100%, and not changing after 20 or 30 days. The intensity of infection at 10, 20, and 30 days did not show significant differences. There were no infections in this experience that reached the category VH. In the second test, the initial prevalence of *G. ronderosi* was 2.5%. After 3, 6, and 9 day prevalence was 0, 10, and 16.6%, respectively. They did not show differences with the initial situation, and infections with category VH were not observed. In this work, VH and H infections of *G. ronderosi* in *D. elongatus* under natural conditions were recorded for the first time. In view of the wide distribution in the Pampas, the high prevalence, the intensity of infection and rapid spread in case of overcrowding, as might occur in an "outbreak", *G. ronderosi* should not be disregarded as a possible control agent of *D. elongatus*, although further studies are required.

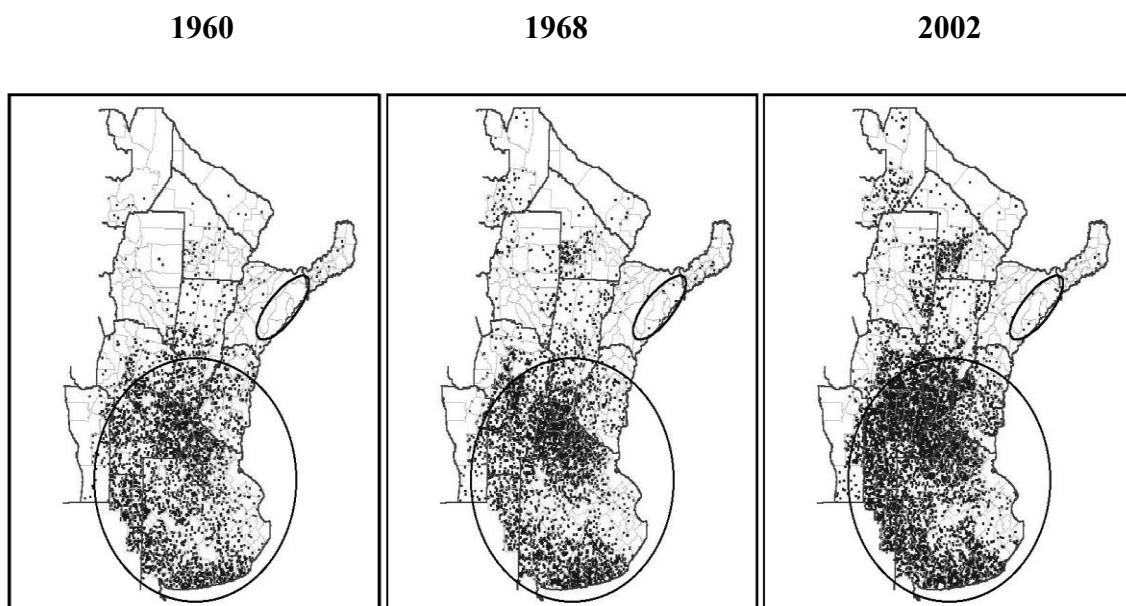
Microsporidia are obligate intracellular parasites that use host cells to obtain energy for their metabolism and reproduction. *Liebermannia dichroplusae* Lange y *Paranosema locustae* (Canning) are two microsporidia, native and introduced, respectively, that affect the Pampas region grasshoppers. There seems to be a tendency by which *P. locustae* would have been established, (after introductions made between 1978 and 1982), mainly in areas where *L. dichroplusae* is not commonly present. Within this context the aim was to further the knowledge on natural occurrence, geographic distribution, and prevalence of *L. dichroplusae* within and outside the area of establishment of *P. locustae*, and to obtain through bioassays mixed infections (both pathogens simultaneously in the same individual). Presence - absence of *L. dichroplusae* was determined by examining the Malpighian tubules, followed by homogenization and observation of aliquots individual of homogenates under phase contrast microscopy (X400, X1000). For bioassays, a filial generation (F1) of *D. elongatus* where *L. dichroplusae* was present through vertical transmission was used. Once the F1 from *D. elongatus* infected females was obtained, such individuals were inoculated with *P. locustae* in second and third instars. Two bioassays were performed. In the first one, nine nymphs of *D. elongatus* infected with *L. dichroplusae* were inoculated with *P. locustae*. All individuals kept showing infection with *L. dichroplusae* (100%) while none resulted to be infected with *P. locustae* (0%). In the second bioassay, the 13 inoculated individuals developed infections with *P. locustae* (100%). Five of them had at the same time *L. dichroplusae* (38.5%), registering the occurrence of mixed infections. In both experiences all individuals of *D. elongatus* without *L. dichroplusae* and inoculated with *P. locustae* (controls) developed infection. As a result of the field studies the number of localities where *L. dichroplusae* has been detected was expanded to 21. In the

164 samples obtained during the study, 9.000 individuals of *D. elongatus* were collected and examined from different parts of the Pampas region. Presence of either of both microsporidia affecting *D. elongatus* was detected in 24 samples. Of all detections 17 (71%) were *L. dichroplusae*. *Paranosema locustae* was detected six times (25%), only once (4%) both pathogens were recorded in the same sampling site affecting *D. elongatus*, but never in the same individual (i.e. no mixed infections found in the field). One might expect that while susceptible species are relatively abundant, the range of *P. locustae* should agree, at least to some extent, with that of the hosts. However, results obtained from the samplings carried out throughout the Pampas region suggest that this is not so. One of the many possible reasons that could be acting to generate this contradiction between the expected and observed could be the presence of antagonism between *L. dichroplusae* and *P. locustae*.

## 1. Introducción General

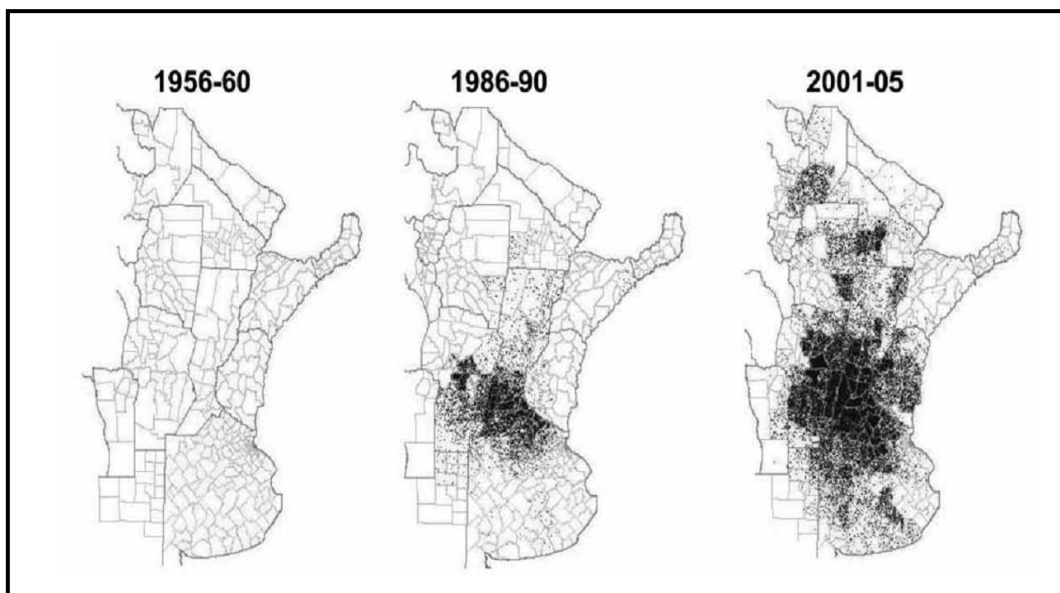
Los ecosistemas de pastizal abarcan del 30 al 40 % de la superficie terrestre por lo que constituyen un hábitat clave para muchas especies de herbívoros y concentran importantes actividades económicas agrícolas y ganaderas (Brandson *et al.* 2006, Paruelo *et al.* 2006). En la Argentina los pastizales de la provincia Pampeana comprenden aproximadamente el 15 % de la superficie cubriendo unos 540.000 km<sup>2</sup> en el centro Este del país (Ghersa 2005, Viglizzo *et al.* 2006). En las últimas décadas se han intensificado el uso de suelos y las actividades agrícolas-ganaderas ocasionado un notable aumento de las superficies cultivadas en todo el país, principalmente en la provincia Pampeana, donde los pastizales nativos han sido en su mayoría reemplazados por cultivos y pasturas (Paruelo *et al.* 2006, Viglizzo *et al.* 2006, 2010) (Fig.1). Estos hechos forman parte de un fenómeno más amplio, y preexistente: la “agriculturización” de los sistemas productivos extensivos (Paruelo *et al.* 2006). Se trata de ecosistemas “simplificados” u “homogeneizados” en biodiversidad que requieren de la intervención humana ya que carecen de capacidad para realizar su propia regulación (Altieri 1992, Mc Kinney & Lockwood 1999). Estos modernos sistemas agrícolas se han vuelto muy productivos pero son altamente dependientes de aportes externos.

**Figura 1.** Expansión del área cultivada en la provincia Pampeana (Fuente: Viglizzo *et al.* 2005)



En este contexto, el impacto negativo sobre el ambiente es prácticamente inevitable, ya que se produce una homogeneización del paisaje con la consiguiente pérdida de diversidad (Mc Kinney & Lockwood 1999, 2001, Smart *et al.* 2006) y un uso creciente de insumos potencialmente contaminantes como fertilizantes, plaguicidas y combustibles fósiles (Viglizzo *et al.* 2005, Carreño & Viglizzo 2007). La agricultura impacta sobre los ecosistemas naturales y sobre la biodiversidad a través de dos procesos principales: su expansión sobre ambientes naturales y su intensificación en la búsqueda de mayores rendimientos (Salvador 2010). La homogeneización del paisaje agrícola argentino, asociado a la introducción desequilibrante de una especie cultivable, puede observarse por ejemplo en el aumento acelerado del área sembrada con soja (Fig. 2) (Paruelo *et al.* 2006). Por ejemplo, el área cultivada de soja en todo el país entre 1960 y 1970 era de 30.470 ha, mientras que para 1999 la superficie era de 8.790.500 ha. No obstante, en los últimos 10 años este número se ha incrementado notablemente alcanzando en el año 2012 la cifra de 18.670.937 ha (SIIA 2013). Esta pérdida de heterogeneidad en el ambiente rural trae aparejada la pérdida de diversidad a escala agroecosistémica. A raíz de estos cambios, la fauna regional ha resultado significativamente afectada (Salvador 2010). En este contexto las comunidades de acridios parecen no ser la excepción y estarían siendo modificadas por dichas perturbaciones.

**Figura 2.** Expansión histórica del área de soja cultivada en la Argentina. (Fuente: Carreño & Viglizzo 2007)



Los acridios, comúnmente denominados tucuras y langostas, pertenecen a la superfamilia Acridoidea, la cual cuenta con el mayor número de especies (9919) y géneros (1712) del orden Orthoptera, agrupados en 11 familias: Tristiridae, Ommexechidae, Romaleidae, Acrididae, Charilaidae, Dericorythidae, Pamphagidae, Lathiceridae, Lentulidae, Pyrgacrididae y Lithidiidae (Otte 1995, Eades *et al.* 2012). Las primeras cuatro familias están representadas en la región Neotropical, siendo las tres primeras endémicas de la misma (Cigliano *et al.* 2012).

En Argentina, de las 203 especies de acridios conocidas (Carbonell *et al.* 2006, Bardi *et al.* 2010, Pocco *et al.* 2011), al menos 15 han sido mencionadas como responsables de causar pérdidas para el agro, no sólo reduciendo el forraje de pasturas naturales e implantadas, sino también afectando a variados cultivos (Lange *et al.* 2005 Carbonell *et al.* 2006, Cigliano *et al.* 2012). Incluso, en años de explosiones poblacionales o “outbreaks”, los acridios no solo suelen destruir cultivos, sino que además llegan a competir con el ganado y herbívoros silvestres por el forraje (Brandson *et al.* 2006). Las familias a las cuales pertenecen las especies responsables de la mayoría de los daños registrados son:

- **Familia Acrididae:** Distribuida mundialmente cuenta con el mayor número de especies, unas 7000, entre las cuales se encuentra la mayoría de las mencionadas como de importancia económica. En Argentina, 11 de las 15 especies perjudiciales pertenecen a esta familia. *Dichroplus elongatus*, *D. maculipennis* (Blanchard), *D. pratensis* Bruner, *D. vittatus* Bruner, *Ronderosia bergi* (Stål), *Baeacris punctulatus* (Thunberg), *B. pseudopunctulatus* (Ronderos) y *Scotussa lemniscata* (Stål), pertenecientes a la Subfamilia Melanoplinae; *Rhammatocerus pictus* (Bruner) y *Staurorhectus longicornis* Giglio-Tos pertenecientes a la Subfamilia Gomphocerinae y *Schistocerca cancelata* (Serville) perteneciente a la Subfamilia Cyrthacantacridinae.
- **Familia Romaleidae:** Posee la mayor diversidad de acridoideos endémicos neotropicales y cuenta con las especies de mayor tamaño. En nuestro país, tres de las 15 especies consideradas perjudiciales pertenecen a esta familia: *Tropidacris collaris* (Stoll), *Zoniopoda tarsata* (Serville) y *Chromacris speciosa* (Thunberg).

- Familia Tristiridae: Constituida por 17 géneros y 25 especies endémicas de América del Sur. En Argentina, se registraron 10 especies distribuidas principalmente en las estepas y bosques patagónicos. De ellas solo una, *Bufonacris claraziana* Brancsik, ha sido citada como causante de daños a la agricultura.

En Argentina, la subfamilia Melanoplinae se encuentra representada por unas 60 especies y cuenta con varias de las tucuras que mayores daños ocasionan a la agricultura (Cigliano & Lange 1999, Lange *et al.* 2005, Carbonell *et al.* 2006, Cigliano *et al.* 2012). Una de ellas es *Dichroplus elongatus*. Es un acridio mediano, la hembra mide aproximadamente entre 22 a 28 mm (Fig. 3a) y el macho entre 17 a 20 mm (Fig. 3b). Su cuerpo es alargado con una coloración general amarillo verdosa y una banda postocular castaño oscura. Se trata de una tucura de hábito alimentario polífago (Gangwere & Ronderos 1975, Zapata 1977, 1986) y amplia distribución geográfica, la mayor del género, abarcando prácticamente todo el país (excepto Tierra del Fuego), el Sur de Brasil, Chile central y Uruguay (Cigliano & Lange 1999, Lange *et al.* 2005, Carbonell *et al.* 2006) (Fig. 4).

La amplia distribución y su aparente ubicuidad o plasticidad respecto de su preferencia o tolerancia a diferentes ambientes (de Wysiecki *et al.* 1997) parecen haber permitido que *D. elongatus* resulte “beneficiada” con el gradual pero rápido desarrollo de ambientes altamente disturbados asociados al agroecosistema, que al presente domina en la provincia Pampeana (Torrusio *et al.* 2002, de Wysiecki *et al.* 2011) (Fig. 5).

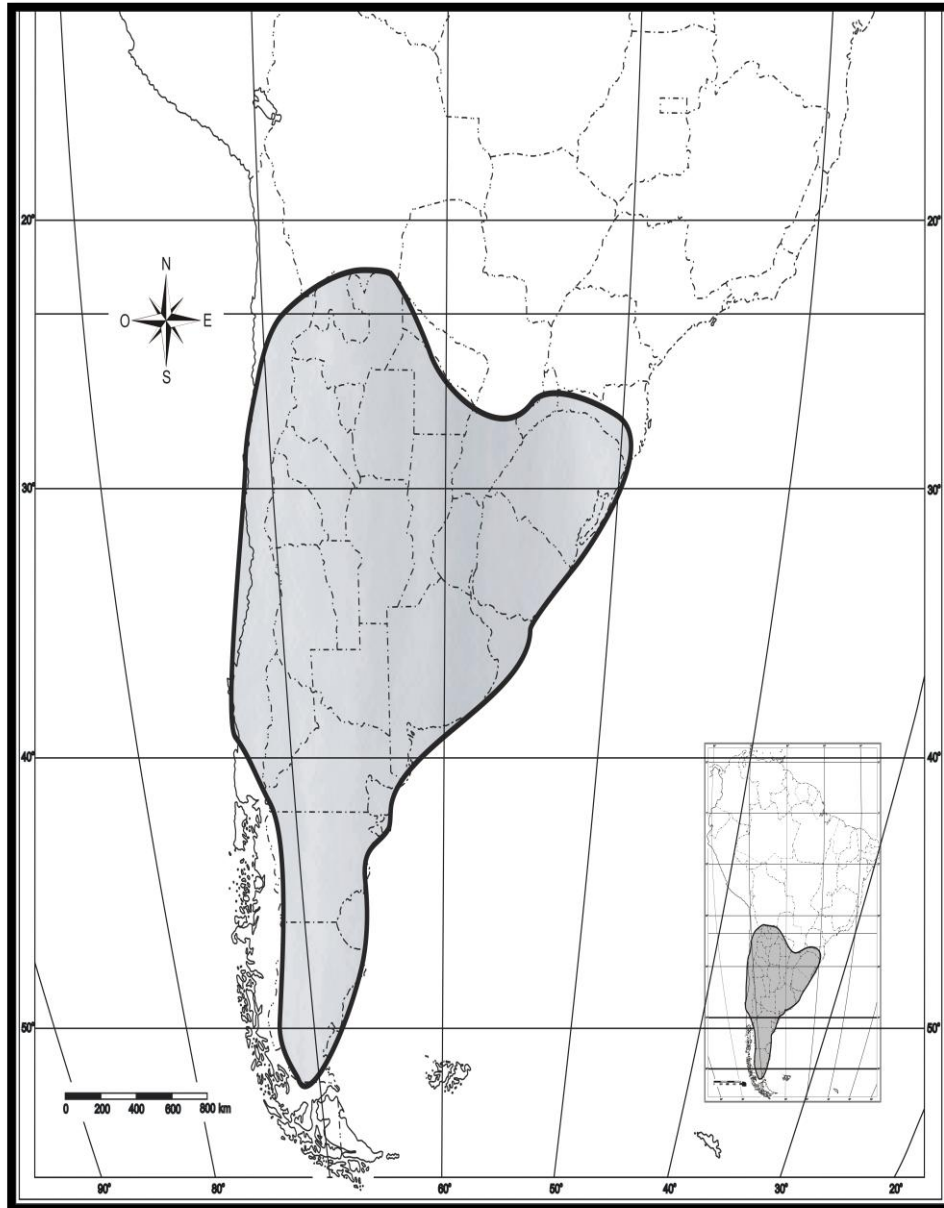
*Dichroplus elongatus* ha sido históricamente considerada como una especie plaga para el agro argentino (Liebermann 1958, 1972, Ronderos 1959, COPR 1982). Por ejemplo, en la Patagonia ha sido mencionada como causante de graves daños en alfalfares (Liebermann 1949) y en distintos cultivos en el valle de Río Negro (Liebermann 1958); en Mendoza ha sido citada como perjudicial para alfalfares y cultivos de huerta (Liebermann 1949). Sin embargo, en años más recientes su accionar parece haberse incrementado, como lo sugieren varios estudios (Torrusio *et al.* 2002, Cigliano *et al.* 2002, de Wysiecki *et al.* 2004, 2011, Lange *et al.* 2005).

**Figura 3.** Ejemplares hembra (a); macho (b) y ninfa de 5to estadio (c) de *Dichroplus elongatus*.





**Figura 4.** Distribución geográfica de *Dichroplus elongatus* en la República Argentina y países vecinos.



**Figura 5.** Algunos de los paisajes que hoy en día dominan el agroecosistema pampeano.



En muchos de los casos de explosiones demográficas de acridios (e incluso en situaciones de recesión poblacional), *D. elongatus* suele ser la especie dominante en términos numéricos en las comunidades de acridios en casi todos los hábitats de pastizal y los escasos estudios disponibles acerca del daño que causa (Torrusio *et al.* 2005, Bulacio *et al.* 2005) la señalan como una especie de destacada importancia económica (Fig. 6).

**Figura 6.** (a) Individuos de *Dichroplus elongatus* alimentándose en cultivo de soja. (b) Detalle de una planta de soja siendo consumida por *Dichroplus elongatus*.



Es importante mencionar que durante la explosión demográfica acontecida en el centro y Sur de la provincia Pampeana en 1995, donde *D. elongatus* fue la especie dominante, se estimó una superficie afectada de 1.500.000 ha y una pérdida económica de aproximadamente 35 millones de pesos. Explosiones poblacionales de similar intensidad han ocurrido en la primer década del 2000, aunque las pérdidas y superficies afectadas no fueron cuantificadas (Cigliano *et al.* 2012). Es por ello que hallar la forma de controlar las poblaciones de *D. elongatus*, implicaría en la práctica minimizar significativamente el problema de los acridios plaga.

En Argentina, contrariamente a la tendencia que se observa en otros países como Australia, China, Brasil, EE.UU. (Henry & Oma 1981, Wang & Xu 1994, Krall *et al.* 1997, Wangpeng *et al.* 2001, Hunter 2005, Magalhaes & Faria 2005), donde se utilizan agentes microbianos de biocontrol, se sigue realizando el control de acridios mediante el enfoque curativo o reactivo a base de insecticidas químicos (Salto & Beltrame 1999b, Zacagnini 2004). Esta metodología de control no intenta un accionar preventivo, tendiente a evitar el desarrollo de la plaga, manteniendo los niveles de la población dentro de rangos tolerables, sino que los productores o entes pertinentes suelen reaccionar ante el problema de manera tardía y sin disponer de mayor información acerca de la/las especie/s responsable/s (Mariottini 2009). Tal enfoque no solo es contaminante para el ambiente, perjudicial para otros organismos (ver Goldstein *et al.* 1999 y Zacagnini 2004 para casos de mortalidad masiva de fauna benéfica) y peligroso para la salud humana (FAO 1997, Aiassa *et al.* 2009), dado los grandes volúmenes de insecticida utilizados sobre grandes extensiones, sino también ineficaz y antieconómico a largo plazo, como ha sido demostrado por Lockwood *et al.* (1988) y Van der Valk *et al.* (1999), debido al fenómeno de recurrencia de la plaga por eliminación de enemigos naturales (Hajek 2004). Teniendo en cuenta su importancia como plaga del agro, su dominancia numérica en las comunidades de acridios, y los efectos secundarios que ocasiona el control químico (Pimentel & Lehman 1993), es que resulta indispensable profundizar el estudio de la biología de *D. elongatus* y sus patógenos asociados.

Los acridios se ven afectados por diversos enemigos naturales, ya sean predadores, parasitoides, parásitos o entomopatógenos (principalmente protistas y hongos), los cuales afectan no solo a los adultos, sino también a los estadios juveniles (ninfas) y de huevo (Baker 1983, Street & Mc Guire 1990, Greathead 1992, Lomer & Prior 1992, Cunningham & Sampson 2000).

**Predadores:** Organismos letales para sus presas. Generalmente son más grandes que su presa, matan a la misma con el primer ataque o poco tiempo después, siendo el contacto entre ambos muy breve. Se alimentan de un gran número de presas a lo largo de su vida. Dentro de los predadores de acridios figuran tanto vertebrados (mamíferos, anfibios, reptiles y principalmente aves), como también diversos invertebrados (mántidos, arácnidos, asíidos, etc.) (Belovsky & Slade 1993, Ji *et al.* 2008).

**Parásitos:** Organismos que viven sobre o dentro de otro organismo vivo, del que obtiene parte o todos los nutrientes que requiere para cumplir su ciclo de vida sin dar ninguna compensación a cambio al hospedador. Por lo general se alimentan de una o pocas presas durante toda su vida. Si bien en muchos casos, los parásitos dañan al hospedador, estos no necesariamente lo matan para completar su ciclo de vida. Entre los parásitos de tucuras los ácaros son de los más comunes (Baker 1983).

**Parasitoides:** Organismos que viven a expensas de otros, para posteriormente causarles la muerte. Estos se diferencian de los parásitos, pues al final de su ciclo larval, emerge el parasitoide del hospedador y este último muere; y de los depredadores, pues cada parasitoide ataca sólo un hospedador durante su ciclo de vida. Los parasitoides son por lo general mucho más específicos que los depredadores, y a diferencia de los parásitos pueden dispersarse activamente en busca de sus presas. Dípteros nemestrínidos, sarcófágidos, califóridos y ciertos nematodos figuran entre los parasitoides más conspicuos y comunes de acridios (Baker 1983).

**Entomopatógenos:** Organismos microscópicos causantes de enfermedades en los insectos, principalmente bacterias, virus, protistas<sup>1</sup> y hongos. Contrariamente a lo que ocurre en otros grupos de insectos, son relativamente escasos los registros de virus y bacterias entomopatógenas asociadas a acridios (Vega & Kaya 2012). Sólo ha sido registrado un virus afectando acridios en Argentina (Lange 1999). En cuanto a los hongos, los más comúnmente detectados en acridios son *Beauveria bassiana* (Balsamo), *Metarhizium acridium* (Driver & Milner) y *Entomophaga grylli* Fresenius (Vega *et al.* 2012). En Argentina, se han citado aproximadamente una treintena de ellos afectando a distintos acridios (Pelizza *et al.* 2010). Dentro de los protistas que afectan a los acridios podemos encontrar a miembros de los taxa Amoebozoa (amebas),

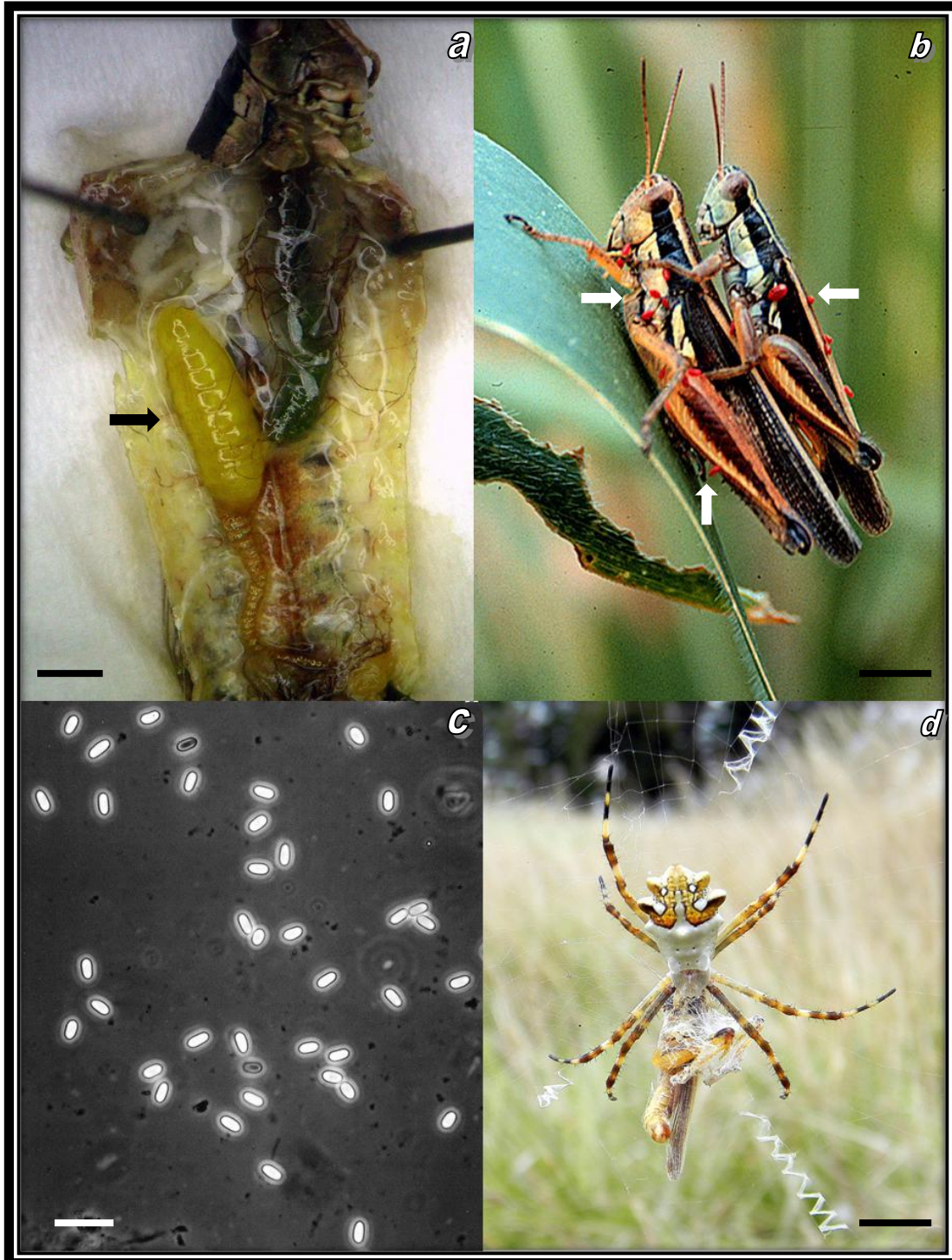
---

<sup>1</sup> Para este estudio, se siguió el enfoque clasificatorio de incluir a los microsporidios dentro de los protistas (Margulis *et al.* 1990, Lange 1996), aunque estudios recientes los relacionan con los hongos (Solter *et al.* 2012)

Apicomplexa (gregarinas) y Microsporidia (microsporidios) (Lange & Lord 2012, Solter *et al.* 2012). A diferencia de lo que suele ocurrir con muchos virus, bacterias y hongos entomopatógenos, pocos protistas muestran alta virulencia o matan en forma rápida al insecto infectado. La mayoría de las especies producen infecciones de tendencia crónica, caracterizadas por una debilitación general del hospedador (Brooks 1988, Lange & Lord 2012, Solter *et al.* 2012). Las manifestaciones, suelen ser de tipo no específico, como pérdida de apetito, disminución de actividad (letargia), crecimiento irregular, malformaciones y disminuciones de la longevidad y fecundidad.

Varios enemigos naturales han sido registrados afectando a las poblaciones de *D. elongatus* (Fig. 7). Se conocen infecciones causadas por tres protistas entomopatógenos: *Liebermannia dichroplusae* Lange, un microsporidio nativo relativamente común pero en baja prevalencia (Lange 1987a, 2003a) debido a que su principal vía de transmisión es vertical (Lange 1997), *Paranosema locustae* (Canning) (Fig. 7c), un patógeno del tejido adiposo que fue introducido desde América del Norte como agente de control (Lange & de Wysiecki 1996, Lange 2003a, Bardi *et al.* 2012) y un apicomplejo, *Gregarina ronderosi* Lange, patógeno del tracto digestivo (Lange & Wittenstein 2002). También se conocen al menos cuatro especies de hongos entomopatógenos (Pelizza *et al.* 2010) y dos nematodos, *Amphimermis dichroplusi* Camino y Lange y *Hexameris cochlearius* Stock y Camino (Stock & Camino 1992, Camino & Lange 1997). Por su parte, Santoro de Crouzel & Salarin (1943), Lloyd (1951) y Sánchez y Liljesthöm (1986) publicaron información acerca de los parasitoides nemestrínidos (Fig. 7a) *Neorhynchocephalus sulphureus* Wiedemann y *N. vitripennis* Wiedemann. Por último, también se conocen los parasitoides sarcófágidos *Servaisia australis* Boyes, *S. caridai* (Bréthes), *S. neuquensis* Blanchard, *Protodexia aleuphaga* Blanchard y *P. liebermanni* Blanchard (Blanchard & De Santis 1973). Ácaros ectoparásitos, probablemente del tipo foréticos, (Fig. 7b) son también relativamente comunes pero no han sido estudiados hasta el momento. De igual modo, *D. elongatus*, como la mayoría de los acridios, es presa de un buen número de predadores generalistas (Fig. 7d).

**Figura 7.** Algunos de los enemigos naturales de *Dichroplus elongatus*. (a) Parasitoide: Larva de nemestrínido (Díptera: Nemestrinidae), Escala: 2,5mm – (b) Parásitos: Ácaros (Acarina), Escala: 5mm – (c) Entomopatógeno: *Paranosema locustae* (Microsporidia) Escala: 15µm– (d) Predador: *Argiope argentata* (Araneidae), Escala: 10mm.



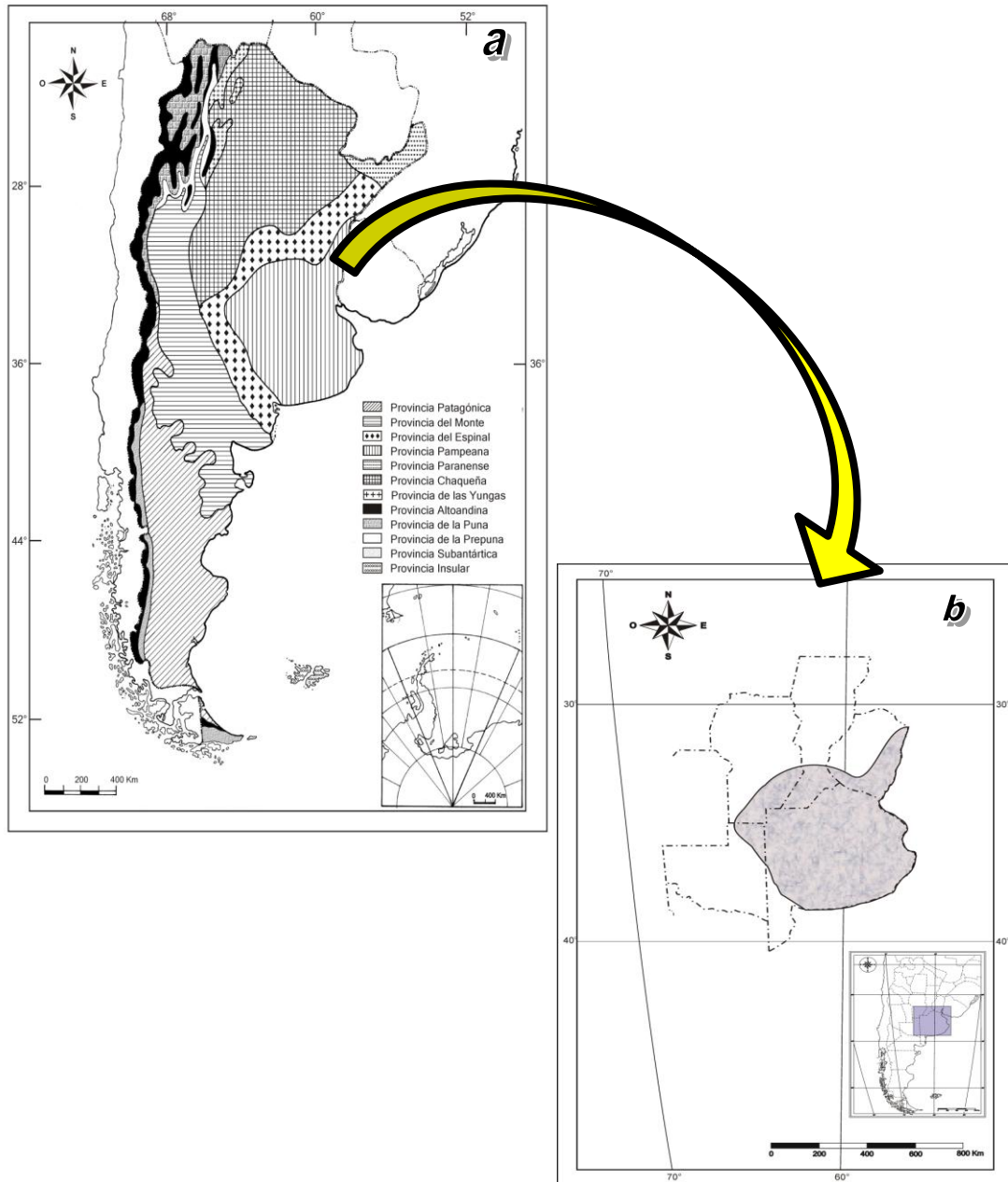
## Área de estudio

La provincia Pampeana (Fig.8a) ocupa las llanuras del Este de la República Argentina entre los 31° y 39° de latitud Sur, aproximadamente. Cubre el Sur de las provincias de Entre Ríos, Santa Fe y Córdoba, casi toda la provincia de Buenos Aires y el Este de La Pampa (Fig. 8b). Por su extensión, la provincia Pampeana constituye el más importante ecosistema de estepas de la Argentina, extendiéndose por unos 540.000 km<sup>2</sup>. Posee un relieve relativamente plano, con algunas serranías de poca altura que emergen como islas, con una suave pendiente hacia el océano Atlántico. Una buena parte de la estepa pampeana está expuesta a anegamientos permanentes o cíclicos. Existen suelos aptos para la agricultura y la ganadería, aunque esta aptitud declina acompañando un gradiente de isohietas anuales que varía aproximadamente entre los 1.000 mm al noreste y los 400 mm al sudoeste. La mayor parte de las lluvias se concentra en primavera y verano. Las temperaturas medias oscilan entre los 14°C y los 20°C.

La flora de la provincia Pampeana está compuesta por unas mil especies de plantas vasculares (León 1991), formando un mosaico de estepas gramíneas, originalmente dominadas por gramíneas, entre las que predominaron los géneros *Stipa*, *Poa*, *Piptochaetium*, *Aristida*, *Melica*, *Briza* y *Bromus* con diferente cobertura y altura de pastos, hierbas y arbustos (Cabrera 1971). Este mosaico sólo es interrumpido por los bañados con vegetación palustre alta dominada por *Scirpus* spp. y *Typha* spp. No obstante, desde fines del siglo XIX, los pastizales pampeanos están subdivididos por alambrados y sometidos a un intenso pastoreo por ganado doméstico que mantiene su fisonomía notablemente homogénea a través del paisaje. Sin embargo, a pesar de su aspecto monótono, el pastizal tiene una notable heterogeneidad en la composición florística que ha permitido reconocer diferentes comunidades vegetales. (Batista *et al.* 2005).



**Figura 8.** (a) Mapa de las provincias biogeográficas de Argentina y (b) detalle de la provincia biogeográfica Pampeana (Cabrera & Willink 1973).



## **Fundamentos y Objetivos de la Tesis.**

Los acridios presentan la característica de poseer oscilaciones en sus densidades poblacionales generando lo que se conoce como explosiones poblacionales o “outbreaks” (Rowley & Bennett 1993, Lockwood 1997). Es decir que sus densidades poblacionales aumentan de manera considerable durante un período de tiempo determinado. Esta característica ha transformado a los acridios en un problema a nivel mundial, causando daños a diversos cultivos y pasturas en todos los continentes, excepto Antártida (Jago 1998, Inglis *et al.* 2007). Estas explosiones poblacionales son un proceso complejo y suelen repetirse de forma periódica. El proceso de crecimiento poblacional es un concepto relativamente simple de comprender. Las densidades poblacionales aumentan y disminuyen de acuerdo a los procesos de nacimientos, muertes, emigraciones e inmigraciones, y la regulación se alcanza cuando estas oscilaciones se mantienen dentro de ciertos límites (Joern & Gaines 1990). No obstante, la dinámica y los detalles biológicos que impulsan estos procesos aparentemente sencillos son la suma de una serie de factores complejos tanto de características intrínsecas de la especie como de factores extrínsecos.

Teniendo en cuenta la importancia económica histórica y actual de los acridios en Argentina (Cigliano *et al* 2012), el objetivo central de este trabajo fue profundizar el conocimiento acerca de la biología de una de las especies más perjudiciales para el agro en nuestro país, *D. elongatus*. Con el fin de corroborar su estatus como plaga agrícola, esclarecer algunos aspectos aún poco conocidos o controvertidos de su biología. Así como también de los entomopatógenos a ella asociados como potenciales agentes de biocontrol a largo plazo, con el fin de minimizar el uso de insecticidas químicos para su control, causantes de serias alteraciones bióticas y ambientales cuando su empleo no es el adecuado (Pimentel & Lehman 1993, Levine *et al.* 2008).

La tesis se encuentra dividida en dos grandes ejes: biología y biocontrol. Para los estudios acerca de la biología de *D. elongatus* se plantearon los siguientes objetivos particulares: actualizar y cuantificar la presencia y abundancia relativa de *D. elongatus* en las comunidades de acridios de los ambientes más representativos de la provincia Pampeana principalmente, pero también de las provincia del Espinal y Chaqueña.

Determinar la existencia de poblaciones de *D. elongatus* sin diapausa embrionaria obligatoria (bivoltinas o multivoltinas).

Con respecto al biocontrol de *D. elongatus*, se plantearon los siguientes objetivos particulares: determinar la potencialidad del apicomplejo *Gregarina ronderosi* como agente de biocontrol a largo plazo y determinar la posible ocurrencia de antagonismo entre los microsporidios *Paranosema locustae* y *Liebermannia dichroplusae*.

## **2. Aspectos sobre la biología de *Dichroplus elongatus***

### **2.1 Presencia y abundancia relativa.**

#### **2.1.1 Introducción**

En los sistemas de pastizal, la diversidad de artrópodos está relacionada con la heterogeneidad en la estructura de la vegetación, la composición específica de las plantas y las características del ambiente en general (Joern 2005, Zhong-wei *et al.* 2006). En nuestro país, especialmente en la provincia Pampeana, y al igual que en otras regiones de pastizales del planeta, los acridios se encuentran entre los herbívoros nativos más importantes. La dinámica de las comunidades de acridios responde a múltiples factores por lo que suelen exhibir una gran heterogeneidad en cuanto a la composición y abundancia de las especies que las componen (Uvarov 1977). Ronderos (1985), Joern & Gaines (1990) y Lockwood (1997b), entre otros autores, han señalado que la coexistencia de acridios se produce gracias a la interacción de varios factores como: estrategias reproductivas, diferencias interespecíficas en la diapausa, selección del alimento, fragmentación del hábitat y desarrollo secuencial de las especies competidoras.

La mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades o diversidad alfa. Según Moreno (2001), las formas de estimar la biodiversidad de una determinada región pueden ser divididas en dos grandes grupos: las que utilizan métodos basados en la cuantificación de las especies presentes (riqueza específica) y aquellas que utilizan métodos basados en la estructura de la comunidad, o el valor proporcional de importancia de cada especie (abundancia relativa, biomasa, productividad, etc.). Conocer la importancia relativa de las especies permite tomar decisiones y emitir recomendaciones en favor de la conservación de especies y/o áreas amenazadas, así como también acerca del manejo de

aquellas especies que resultan dominantes y perjudiciales. La abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su representatividad en la comunidad son más o menos sensibles a las perturbaciones ambientales (Moreno 2001). Este conocimiento es fundamental para la identificación de las especies perjudiciales y la toma de decisiones sobre su manejo.

Aproximadamente un tercio de las 203 especies conocidas para Argentina han sido citadas para la provincia Pampeana (Carbonell *et al.* 2006), donde *D. elongatus* es históricamente considerada una de las especies perjudiciales. Investigaciones previas en dicha región sugieren que *D. elongatus* suele ser la especie dominante en la mayoría de los hábitats de pastizal. Sánchez y de Wysiecki (1993), en un estudio realizado en diferentes pasturas de la provincia de La Pampa, establecieron que *D. elongatus* fue la especie más abundante en los alfalfares (*Medicago sativa*). Cigliano *et al.* (2000), en un estudio llevado a cabo en el Oeste de la provincia de Buenos Aires y Este de La Pampa, registraron que *D. elongatus* fue una de las tres especies más importantes constituyendo en promedio el 63,4 % de la abundancia relativa de las comunidades. Además figuró dentro de las cinco especies ampliamente distribuidas, presentándose en el 97 % de los sitios muestreados. Por su parte, Beltrame *et al.* (2002) en estudios realizados en el centro de Santa Fe, la han señalado como la segunda tucura en importancia. Torrusio *et al.* (2002) en una investigación realizada en el partido de Benito Juárez registraron a *D. elongatus* como la especie más abundante y encontraron una asociación positiva entre dicha especie con las pasturas implantadas y los sitios fuertemente alterados con presencia de abundantes dicotiledóneas. Finalmente, de Wysiecki *et al.* (2011), en un trabajo sobre las comunidades de acridios de Benito Juárez durante 14 años registraron a *D. elongatus* entre las especies más abundantes tanto en años de baja como de alta densidad de acridios.

El objetivo de este capítulo es actualizar y cuantificar la presencia y abundancia relativa de *D. elongatus* en las comunidades de acridios de la provincia Pampeana, principalmente, y en menor medida de las provincias del Espinal y Chaqueña.

### 2.1.2 Materiales y métodos.

En este estudio fueron colectadas y analizadas 164 muestras de acridios (Tabla D)<sup>2</sup>. Los muestreos se realizaron a principios de enero y febrero durante cuatro temporadas (2008 – 2011) y durante febrero del 2012. Los mismos fueron efectuados en días de sol entre las 9:30 y 18:30 horas. Cada muestra consistió en el total de ejemplares colectados mediante 200 golpes de red, en series de 25 golpes, con una red entomológica de 40 cm de diámetro y 70 cm de profundidad (Fig. 9), a lo largo de transectas. Las transectas fueron realizadas en serie de cuatro, separadas por un ángulo de 90° a partir de un punto central.

Las muestras se obtuvieron en distintos puntos distribuidos en la provincia Pampeana (Fig. 10). Los sitios no fueron previamente preseleccionados. Cada sitio de muestreo se ubicó separado uno de otro por aproximadamente 50 km. (aquellos sitios con distancias menores a 20 km e igual fisonomía vegetal se consideraron como un mismo punto). Es decir, que una muestra es equivalente a un sitio y que un punto del mapa puede incluir más de una muestra o sitio. Los sitios incluyeron los ambientes más representativos de la provincia Pampeana (pasturas naturales e implantadas, cultivos, pastizales con distinto grado de alteración) pero también se abarcaron algunos sitios de las provincias fitogeográficas del Monte y Chaqueña.

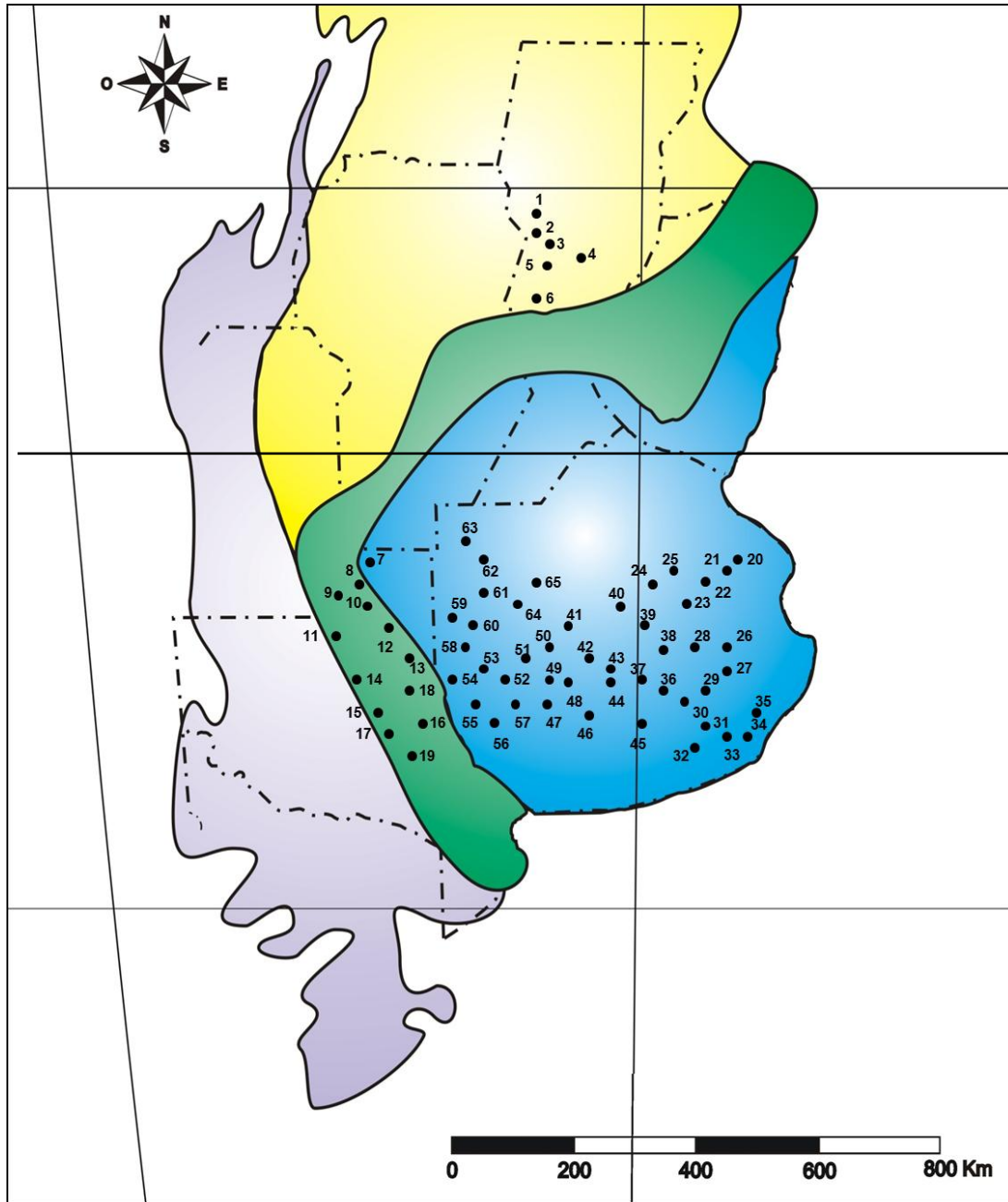
**Figura 9.** Tipo de red entomológica utilizada para los muestreos.



---

<sup>2</sup>Debido a la extensión y número de las tablas y gráficos presentes en este capítulo, los mismos fueron ubicados en un anexo al final del capítulo.

**Figura 10.** Mapa con la distribución de los sitios donde fueron realizados los muestreos, resultadas se encuentran las provincias biogeográficas Pampeana (Azul), del Espinal (Verde), del Monte (Gris), y Chaqueña (Amarillo) según Cabrera y Willink (1973).



**Referencias:** 1 – 6 **Santa Fe:** 1- Arrufo; 2- La Palmeras; 3- Constanza; 4- Cabal; 5- Rafaela; 6- Los sembrados. 7 – 20 **La Pampa:** 7- Quetrequén; 8- Calefú; 9- La Maruja; 10- Rucanelo; 11- Victoria; 12- El destino; 13- Miguel Riglos; 14- Quehué; 15- Utracan; 16- Hucal; 17- Gral. Acha; 18- Macachin; 19- Gral. San Martín. 20 – 67 **Buenos Aires:** 20- Brandsen; 21- Ranchos; 22- La Chumbeada; 23- Las Flores; 24- Saladillo; 25- Roque Perez; 26- Udaquiola; 27- Ayacucho; 28- Rauch; 29- Rta 74 e/ Ayacucho y Tandil; 30- Tandil; 31 – Las nutrias; 32- Lobería; 33- Balcarce; 34- Vivorata; 35- Mar Chiquita; 36- Tandil; 37- Azul; 38- Cachari; 39- Tapalqué; 40- Rta 205 e/ Bolívar y Saladillo; 41- Ibarra; 42- Blancagrande; 43- Olavarría; 44- Empalme Querandies; 45- Benito Juárez; 46- Laprida; 47- La Madrid; 48- Iturregui ; 49- Cruce rta 60 y 85; 50- Pirovano; 51-Daireaux; 52- Laguna Alsina; 53- Guamini; 54-Rivera; 55- Carhué; 56- Pigue; 57-Cruce rta 33 y 60; 58- Saliquelo; 59- Tres Lomas; 60- Bocayuva; 61- Trenque Lauquen; 62- Carlos Tejedor ;63- Gral. Villegas; 64- Juan Jose Paso; 65- Pehuajó

Cada barrido o golpe consistió en pasar la red entomológica a través de la vegetación abarcando un arco de 180° (Evans 1984, 1988) (Fig. 11). Esta técnica es frecuentemente utilizada y de probada eficiencia para estimar la abundancia relativa de las especies (Larson *et al.* 1999, Gardiner *et al.* 2005). Los golpes fueron tanto de “alta” como de “baja velocidad” para asegurar que todas las especies (especies de reacción rápida vs. lenta) sean muestreadas (Gardiner *et al.* 2005). Los individuos colectados se colocaron en jaulas de aluminio (20x20x30cm) y se mantuvieron vivos hasta su traslado al laboratorio (Fig. 12).

Una vez en el laboratorio las muestras fueron conservadas en el freezer (-32° C) hasta su procesamiento a fin de determinar las especies presentes, su abundancia relativa, estado de desarrollo y sexo.

La identificación de especies del género *Dichroplus* (Acrididae, Melanoplinae) se efectuó mediante la observación de los cercos y del complejo fálico del macho (Ronderos *et al.* 1968).



**Figura 11.** Técnica de muestreo de acridios mediante el uso de red entomológica.



**Figura 12.** Jaula de aluminio (20x20x30cm) con paredes de alambre tejido y tapa acrílica utilizada para el traslado con vida de los acridios hasta el laboratorio.



Los pastizales de la provincia Pampeana son frecuentemente sometidos a perturbaciones que afectan tanto a las comunidades de plantas como de insectos en general y de los acridios en particular. Los sitios de muestreo fueron clasificados siguiendo las categorías utilizadas por Torrusiono *et al.* (2002) y Mariottini (2009) en trabajos realizados en la provincia Pampeana. Dichas categorías reflejan la historia de uso y las perturbaciones ocasionadas por factores como el pastoreo intensivo, la labranza y la siembra e introducción de pasturas y malezas exóticas (Torrusiono *et al.* 2002).

**Pastizales halófilos (PH):** Se trata de sitios caracterizados por la presencia de comunidades vegetales halófilas ubicadas en zonas llanas o deprimidas, lo que facilita su anegamiento durante las lluvias. Las especies dominantes pertenecen al género *Distichlis* (Fig.13).

**Figura 13.** Pastizal halófilo.



**Pastizales dominados por gramíneas (PG)**: Sitios caracterizados por la presencia de pastizales de estepas gramíneas y estepas con diferente cobertura y altura de pastos y hierbas que, si bien se hayan disturbados, el nivel de estrés no es lo suficientemente intenso como para modificar sustancialmente la fisonomía (Fig. 14).

**Figura 14.** Pastizal dominado por gramíneas.



**Pastizales dominados por dicotiledóneas (PD)**: Son frecuentemente utilizados para pastoreo vacuno. El pastoreo intensivo modifica la estructura de la vegetación y la composición de especies (Insausti *et al.* 2005). La introducción de ganado ha provocado un aumento en la abundancia y la diversidad de especies de dicotiledóneas tanto nativas como exóticas (Fig. 15).

**Figura 15.** Pastizal dominado por dicotiledóneas.



**Cultivos (C):** La utilización de diversas variedades de pasturas para el engorde de animales es una práctica extendida en la provincia Pampeana. Las más comúnmente utilizadas son las pasturas polifíticas, las de *Medicago sativa* (alfalfa) y las de gramíneas del género *Agropyron* y *Lolium* (Rye Grass). También se incluyen en esta categoría aquellos cultivos intensivos no forrajeros bajo el marco tradicional de monocultivos, principalmente soja (*Glycine max*), pero también girasol (*Helianthus annuus*), maíz (*Zea mays*), etc. (Fig.16).

**Figura 16** – Algunos de los principales cultivos de la provincia fitogeográfica Pampeana. (a) Soja, (b) Girasol y (c) pastura forrajera.



**Nota:** En adelante se utilizarán las abreviaturas (PH) – (PG) – (PD) – (C) para referirse a las distintas categorías de ambientes, salvo cuando utilizados en subtítulos.

Para cada sitio se registró el número total de individuos (N), la abundancia relativa de las especies y la riqueza específica (S). La abundancia relativa se expresó como el porcentaje (%) de individuos de una misma especie en relación al número total de ejemplares colectados en cada sitio. Los resultados fueron expresados como el promedio  $\pm$  el error estándar y el rango. La distribución y abundancia relativa de las especies de acridios fueron estimadas para el total de las muestras, y para cada uno de los cuatro tipos de ambientes definidos anteriormente.

Las especies se clasificaron según su distribución en:

- **Restringidas (R):** si estaban presentes en menos del 25% de los sitios muestreados.
- **Limitadas (L):** si se encontraban entre el 26 al 50 % de los sitios.
- **Intermedias (I):** si estaban presentes entre el 51 al 75% de los sitios.
- **Amplia (A):** si estaban presentes en más del 75% de los sitios.

Las especies se clasificaron según su abundancia en:

- **Escasa (E):** si la abundancia relativa promedio era menor del 10% de los individuos por muestra.
- **Frecuente (F):** si la abundancia relativa promedio era del 11 al 30 % de los individuos/muestra.
- **Abundante (A):** si la abundancia relativa promedio era del 31 al 50% de los individuos/muestra.
- **Muy Abundante (MA):** si la abundancia relativa promedio era de más del 50% de los individuos/muestra.

Para determinar la existencia de diferencias significativas en la abundancia relativa de *D. elongatus* entre los distintos sitios se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. A continuación, cuando los resultados fueron significativos, se realizó la comparación apareada de las medianas mediante la prueba de Mann-Whitney. En todas las pruebas estadísticas un valor de  $p < 0,05$  fue considerado significativo. Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico XLSTAT 7.5.3. (Addinsoft 2005).

### 2.1.3 Resultados

El número promedio de ejemplares por muestra fue de  $139 \pm 11,2$  (11 – 1113), siendo el número total de individuos colectados aproximadamente de 22.800. Dichos ejemplares pertenecieron a tres familias (Acrididae, Ommexechidae y Romaleidae), ocho subfamilias (Acridinae, Copiocerinae, Gomphocerinae, Leptysmiinae, Melanoplinae, Oedipodinae, Ommexechinae, Romaleinae) y 46 especies (Tabla. II)<sup>3</sup>. La riqueza específica (S) promedio fue de  $6,9 \pm 0,2$ , con un mínimo de 1 y un máximo de 16 especies por muestra.

Respecto a la distribución, *D. elongatus* estuvo presente en el 88,5 % de las muestras, siendo la única especie de distribución Amplia (A). *Scotussa lemniscata* (62,4 %), *Aleuas linneatus* (61,8 %) y *Dichroplus pratensis* (61,2 %) fueron las especies que le siguieron, con una distribución Intermedia (I) (Tabla. II).

Las diferencias entre *D. elongatus* y el resto de las especies se acrecientan cuando analizamos su abundancia relativa promedio. *Dichroplus elongatus* fue ampliamente superior, con una abundancia relativa promedio del  $39,4 \pm 2,7$  % (0,8 – 100), siendo la única especie Abundante (A). Mientras que *S. lemniscata*, *A. linneatus* y *D. pratensis* presentaron una abundancia relativa del  $16,5 \pm 1,8$  % (0,4 – 85,3), categoría Frecuente (F);  $8,1 \pm 1$  % (0,1 – 51,1), categoría Escasa (E) y  $17 \pm 1,9$  % (0,2 – 94,5), categoría Frecuente (F), respectivamente. Del total de los muestreos realizados, *D. elongatus* resultó la especie numéricamente dominante en 81 muestras (49,1 %). En 34 muestras (20,6 %) estuvo entre las tres especies más abundantes y en 31 muestras (18,8 %), el número de individuos se encontró por debajo de las tres especies más abundantes. Solo en 19 oportunidades (11,5 %) la presencia de *D. elongatus* no fue registrada

---

<sup>3</sup>Debido a la extensión y número de las tablas y gráficos presentes en este capítulo, los mismos fueron ubicados en un anexo al final del capítulo.

Al analizar la abundancia relativa de *D. elongatus* en las distintas categorías de vegetación (Gráfico a) vemos que la dominancia de *D. elongatus* en los distintos ambientes fue significativamente diferente (Kruskal Wallis,  $p < 0.0001$ ). Se observó un aumento en la abundancia de *D. elongatus* correlacionada con el nivel de disturbio de los ambientes desde los PH hasta los C (Gráfico a). La abundancia relativa de *D. elongatus* en los PH fue significativamente inferior a la abundancia relativa de *D. elongatus* en PG ( $p < 0.003$ ), PD ( $p < 0.0001$ ) y C ( $p < 0.0001$ ).

La abundancia relativa de *D. elongatus* en PG fue significativamente inferior a la abundancia en C ( $p < 0.039$ ) pero no fue significativamente diferente a PD ( $p = 0.390$ ). Por último, la abundancia relativa de *D. elongatus* en PD no fue significativamente inferior a la de los C ( $p = 0.194$ ).

Con respecto a la presencia de *D. elongatus* vemos que la misma se registró en más del 80 % del total de las muestras (Gráfico b), siendo los PD y los C los ambientes donde se registraron los mayores valores (94% y 92% de las muestras respectivamente).

**Pastizales halófilos (PH):** Se tomaron 18 muestras correspondientes a pastizales halófilos (Gráfico c), con un promedio de  $146 \pm 19,1$  (15 - 299) individuos por muestra y una riqueza específica promedio de  $7,2 \pm 0,4$  (11 - 4). Si bien *D. elongatus* se registró en el 88,9 % de las muestras, su abundancia relativa promedio fue solo del  $10,57 \pm 3$  %, siendo las especies más abundantes *Covasacris pallidinota* (28,7 %) y *Borellia bruneri* (26 %) (Tabla III). *Dichroplus elongatus* solo resultó la especie dominante en una muestra (5,5 %), en cinco (27,8 %) fue una de las tres especies más numerosas, en diez (55,6 %) se encontró por debajo de las tres especies más abundantes y solo en dos oportunidades (11 %) la presencia de *D. elongatus* no fue registrada.

**Pastizales dominados por gramíneas (PG):** Se tomaron 83 muestras correspondientes a pastizales dominados por gramíneas (Gráfico d), con un promedio de  $145 \pm 36,9$  (11 - 1113) individuos por muestra y una riqueza específica promedio de  $7 \pm 0,3$  (2 - 16). *Dichroplus elongatus* se registró en el 85,54 % de las muestras, su abundancia relativa promedio fue de  $34,4 \pm 3$  %, siendo la especie más abundante en este tipo de ambiente (Tabla IV). *Dichroplus elongatus* resultó la especie dominante en 40 muestras (48,2 %), en 17 (20,5 %) fue una de las tres especies más numerosas, en 13 (15,7 %) se encontró por debajo de las tres especies más abundantes y en otras 13 oportunidades (15,7 %) la presencia de *D. elongatus* no fue registrada.

**Pastizales dominados por dicotiledóneas (PD):** Se tomaron 37 muestras correspondientes a pastizales dominados por dicotiledóneas (Grafico e), con un promedio de  $151 \pm 27,5$  (18 – 828) individuos por muestra y una riqueza específica promedio de  $7,5 \pm 0,4$  (13 – 4). *Dichroplus elongatus* se registró en el 94,6 % de las muestras, su abundancia relativa promedio fue del  $37,2 \pm 4,6$  % siendo la especie más abundante en este tipo de ambiente (Tabla V). *Dichroplus elongatus* resultó la especie dominante en 20 muestras (54 %), en siete (18,5 %) fue una de las tres especies más numerosas, en ocho muestras (22,2 %) se encontró por debajo de las tres especies más abundantes y solo en dos oportunidades (5,4 %) la presencia de *D. elongatus* no fue registrada.

**Cultivos:** Se tomaron 26 muestras en cultivos (Grafico f), con un promedio de  $99 \pm 18$  (11 - 263) individuos por muestra y una riqueza específica promedio de  $5 \pm 0,5$  (1 – 11). *Dichroplus elongatus* se registró en el 92,3 % de las muestras, su abundancia relativa promedio fue del  $50 \pm 5$  % siendo la especie dominante en este tipo de ambiente (Tabla VI). *Dichroplus elongatus* resultó la especie dominante en 18 muestras (69,2 %), en cinco (19,2 %) fue una de las tres especies más numerosas, en una muestra (3,8 %) se encontró por debajo de las tres especies más abundantes y en dos oportunidades (7,7 %) no fue registrada.

Una mención especial requieren los resultados obtenidos en los muestreos realizados en la provincia biogeográfica Chaqueña (Santa Fe) y en cultivos de soja. La provincia biogeográfica Chaqueña, a diferencia de lo observado en el resto de los sitios de muestreo, *D. elongatus* no fue uno de los acridios numéricamente dominante (Gráfico g). *D. elongatus* se registró solo en el 16,6 % de las muestras (categoría restringida) con una abundancia relativa promedio del 1,6 % (categoría escasa), siendo *Dichroplus exilis* el melanoplino mejor representado, registrándose en el 100 % de las muestras (categoría amplia) y con una abundancia relativa promedio del 18,7 % (categoría frecuente) (Tabla VII).

En cultivos de soja se tomaron ocho muestras, con un promedio de  $93 \pm 30,1$  (11 - 263) individuos por muestra y una riqueza específica promedio de  $6 \pm 1$ . *Dichroplus elongatus* se registró en el 100 % de las muestras (Grafico h), su abundancia relativa promedio fue del  $61,4 \pm 9,8$  %, siendo la especie más abundante en este tipo de



ambiente (Tabla VIII). *Dichroplus elongatus* resultó la especie más abundante en siete muestras (87,5 %) y en una (12,5 %) fue una de las tres especies más abundantes. Nunca se la registró por fuera de las tres especies más abundantes presentes en cultivos de soja.

#### **2.1.4 Discusión.**

Los resultados de este estudio resaltan la importancia de *D. elongatus* como una especie clave de las comunidades de acridios en la provincia Pampeana y parte del Espinal (Fig.10), tanto por su distribución como por su elevada dominancia relativa promedio, resultando la única especie que alcanzó las máximas categorías (Amplia y Muy Abundante) en distribución y abundancia, respectivamente. Estos resultados concuerdan tanto con observaciones históricas (Ronderos 1959, Liebermann 1972, COPR 1982) como con registros más recientes (Sánchez & de Wysiecki 1993, Cigliano *et al.* 2000, Torrusio *et al.* 2002, de Wysiecki *et al.* 2011), que señalan a *D. elongatus* como una de las especies más frecuentes y abundantes en la mayoría de los hábitats de pastizal, al menos en la provincia Pampeana y la zona sudoeste de la provincia del Espinal. Cabe destacar que tanto la presencia como la abundancia de *D. elongatus* no solo no disminuyeron en los ambientes con mayores niveles de disturbio (PD, C), si no que por el contrario estas se vieron incrementadas (Gráfico a), con respecto a los ambientes menos disturbados (PH, PG). Estos resultados coinciden con lo observado por de Wysiecki *et al.* (1997) quienes sostienen que se trata de una tucura ubicua, capaz de tolerar disturbios ambientales producto de la intervención humana mediante prácticas de pastoreo o agricultura. De hecho cuando vemos la abundancia relativa de *D. elongatus* en los cultivos de soja (Tabla VIII), los cuales reflejan un alto nivel de disturbio dadas sus características de monocultivo altamente productivo, vemos que las mismas corresponden a las mayores de todas las registradas con una abundancia relativa promedio de 61,4 %, llegando incluso a ser la única especie presente (Gráfico h). Estos datos, si bien son limitados, coinciden con lo observado recientemente por Scuffi *et al.* (2012), en cultivos de soja en el partido de Benito Juárez donde se registró una clara dominancia de *D. elongatus*. Si tenemos en cuenta que la soja en Argentina es un cultivo relativamente nuevo (Fig. 2), se manifiesta la rápida adaptabilidad de *D.*

*elongatus* para aprovechar recursos aun en condiciones altamente disturbadas. Por su parte, el número de presencias y la abundancia relativa de *D. elongatus* registradas en las PD (Gráficos a y b), concuerdan con los resultados obtenidos por Torrusio *et al.* (2002), en los cuales *D. elongatus* presenta una asociación con los ambientes disturbados con dominancia de dicotiledóneas. Considerando que los cultivos son ambientes temporales es decir no permanecen disponibles todo el año debido a la remoción del mismo en la época de cosecha por lo que deben ser constantemente recolonizados. Estas observaciones podrían manifestar en cierta medida la capacidad de *D. elongatus* para utilizar los ambientes disturbados como refugio (más estables en el tiempo), y en situaciones de explosiones poblacionales o “outbreak” invadir cultivos. Observaciones similares han sido realizadas por Carrizo *et al.* (2010), para las comunidades de acridios en cultivos de soja en un establecimiento agropecuario al Norte de la provincia de Buenos Aires. Otro dato que se desprende de los resultados es que, si bien *D. elongatus* se puede localizar en todos los ambientes de pastizal, no es abundante en los pastizales de tipo halófilo, donde se registró la menor abundancia relativa promedio con solo un  $11,9 \pm 3 \%$  (Gráfico a). Estos datos concuerdan con lo observado por Mariottini (2009) para el partido de Laprida.

A nivel de subfamilia, Melanoplinae fue la más abundante y diversa, con 17 especies, entre ellas tres de las más ampliamente distribuidas y abundantes (*D. elongatus*, *D. pratensis*, *S. lemnicata*). Le siguieron las subfamilias Gomphocerinae, con 12 especies entre las cuales se destacan *B. bruneri* y *S. longicornis*; Acridinae, con seis especies (*Covasacris pallidinota* la más importante); Copiocerinae, con solo dos especies pero una de ellas, *A. linneatus*, entre las cuatro de mayor distribución y Romaleinae, con seis especies, todas de distribución restringida y abundancia escasa. Por último, las subfamilias Oedipodinae, Leptysminae y Ommexechinae presentaron una o dos especies, todas de presencia restringida y escasa (Tabla II). Estos datos concuerdan con los patrones generales observados en estudios realizados a menor escala en distintos partidos de la provincia de Buenos Aires (Sánchez & de Wysiecki 1993, de Wysiecki *et al.* 2000, Torrusio *et al.* 2002) y a escala regional (Cigliano *et al.* 2000) en distintas zonas de la provincia Pampeana.

Si bien los resultados concuerdan con lo observado por diversos autores para la provincia biogeográfica Pampeana y del Espinal, los datos obtenidos de los muestreos realizados en la provincia de Santa Fe (Gráfico h), correspondientes a la provincia biogeográfica Chaqueña, discrepan parcialmente con lo expuesto por Beltrame *et al.*

(2002) para la misma zona. Si bien hay concordancia en que *R. pictus* es una de las especies más abundantes y frecuentes de la zona (Tabla VII), estos autores también mencionan a *D. elongatus* como una de las tucuras más abundantes y frecuentes. Dichos autores registraron que *D. elongatus* comprendió el 8 % en el año 1998 y el 25% en el año 2000 del total de acridios colectados, siendo en este último año la segunda especie en importancia. Los resultados del presente estudio, en cambio, señalan a *D. elongatus* como una especie poco frecuente y escasa, registrándose tan solo en el 16 % de los sitios muestreados y con una abundancia relativa del 1,6 %. Las diferencias entre lo registrado por dichos autores y el presente estudio podrían estar relacionadas con cuestiones inherentes a la identificación de la especie. *Dichroplus exilis*, una de las especies con las que *D. elongatus* puede ser fácilmente confundida, en especial cuando su identificación se basa solo en caracteres morfológicos externos (COPR 1982, Bardi *et al.* 2011, Cigliano *et al.* 2012), no figura en las contribuciones sobre acridios para esa zona (Salto & Beltrame 1999 a y b, Zequin *et al.* 1999, Beltrame *et al.* 2002, Luiselli *et al.* 2002). Sin embargo, en los muestreos realizados en la provincia de Santa Fe, *D. exilis* resultó la especie de la subfamilia Melanoplinae más ampliamente distribuida y abundante, encontrándose en el 100 % de los sitios, con una abundancia relativa promedio del 18,7 % (Tabla VII).

## 2.1.5 Anexo

**Tabla I.** Listado de los 164 sitios de colecta de las muestras analizadas durante las temporadas 2008 al 2012, riqueza específica (S) y número de acridios colectados (n). **PH** – Pastizal halófilo; **PG** – Pastizal dominado por gramíneas; **PD** – Pastizal dominado por dicotiledóneas; **C** – Cultivo.

Nº	Sitio	Coordenadas	Mes y año	Pcia.	Categoría vegetación	S	n
1	Brandsen	35°13'26.37"S 58°12'13.43"O	Ene 2008	Bs.As.	PD	5	181
2	Laprida 1	37° 45' 11.4''S 60° 44' 34.1''O	Ene 2008	Bs.As.	PH	6	257
3	Laprida 9	37° 25' 16.1'' S 60° 55' 02.2'' O	Ene 2008	Bs.As.	PD	8	117
4	Laprida 12	37° 44' 55.9'' S 60° 44' 02.4''O	Ene 2008	Bs.As.	PG	8	371
5	Laprida 6	37° 25' 42.6''S 60° 55' 36.2'' O	Ene 2008	Bs.As.	C	6	190
6	Laprida 7	37° 25' 42.6'' S 60° 55' 10.4'' O	Feb. 2008	Bs.As.	PH	6	240
7	Laprida 2	37° 44' 31.4'' S 60° 44' 13.3'' O	Feb. 2008	Bs.As.	C	8	106
8	Girondo	35°59'54.54"S 61°36'25.58"O	Feb. 2008	Bs.As.	PG	6	217
9	Gral. Villegas	35° 3' 42.94"S 63° 9' 56.11"O	Feb. 2008	Bs.As.	PD	4	103
10	La Arboleda	36°54'11.91"S 61°30'38.13"O	Feb. 2008	Bs.As.	PD	9	158
11	Gral. San Martín	37°58'10.74"S 63°35'16.88"O	Feb. 2008	La Pampa	PG	11	98
12	El Destino	36°12'48.64"S 64°39'15.75"O	Feb. 2008	La Pampa	PG	10	244
13	Cruce Ruta 60 y Ruta 86	37° 5' 27.17"S 61° 19' 50.28"O	Feb. 2008	Bs. As	PD	9	172
14	Quetrequén	35° 3' 55.20"S 64° 30' 47.02"O	Feb. 2008	La Pampa	PG	11	194
15	Hucal	37°45'17.90"S 64° 1' 44.52"O	Feb. 2008	La Pampa	PD	9	134
16	La Maruja	35°40'2.87"S 64°55'55.09"O	Feb. 2008	La Pampa	PD	13	123
17	El Destino	36°14'18.04"S 64°56'51.25"O	Feb. 2008	La Pampa	PD	8	49
18	Caleufú	35°35'25.28"S 64°31'50.11"O	Feb. 2008	La Pampa	PG	11	118
19	Huanguelén	37° 7' 55.81"S 61° 42' 30.21"O	Feb. 2008	Bs. As	PG	7	44

N°	Sitio	Coordenadas	Mes y año	Pcia.	Categoría vegetación	S	n
19	Huanguelén	37° 7'55.81"S 61°42'30.21"O	Feb. 2008	Bs. As	PG	7	44
20	Rucanelo	36° 1'51.18"S 64°49'49.33"O	Feb. 2008	La Pampa	PD	12	207
21	Quehué	37° 7'10.25"S 64°29'57.98"O	Feb. 2008	La Pampa	PG	6	209
22	La Primavera	37°20'23.47"S 61°55'41.09"O	Feb. 2008	Bs. As	PG	9	251
23	Carlos Tejedor	35°22'9.95"S 62°28'5.55"O	Feb. 2008	Bs. As	PD	7	191
24	Laprida 7	37° 25' 42.6''S 60° 55'10.4''O	Ene 2009	Bs. As.	PH	9	254
25	Laprida 9	37° 25'16.1''S 60° 55'02.2''O	Ene 2009	Bs. As.	PD	8	659
26	Laprida 5	37° 34' 19.7'' S 60° 45' 51.0'' O	Ene 2009	Bs. As.	PG	5	66
27	Laprida 10	37° 44'21.6'' S 60° 43'46.4'' O	Ene 2009	Bs. As.	C	9	383
28	La Chumbeada	35°47'27.32"S 58°33'47.30"O	Ene 2009	Bs.As.	PG	3	41
29	Udaquiola	36°33'47.16"S 58°33'34.92"O	Ene 2009	Bs.As.	PG	4	285
30	Rauch	36°48'49.62"S 59° 4'23.74"O	Ene 2009	Bs As.	PG	7	64
31	Azul	36°46'0.61"S 59°48'12.79"O	Ene 2009	Bs.As.	PG	3	128
32	Tapalqué	36°23'20.00"S 60° 0'43.10"O	Ene 2009	Bs.As.	PH	8	50
33	Olavarría	36°54'44.30"S 60°12'42.14"O	Ene 2009	Bs As.	C	8	263
34	Blancagrande	36°31'45.58"S 60°44'49.62"O	Ene 2009	Bs.As.	PG	13	1113
35	Bolívar	36°15'41.23"S 61° 5'37.12"O	Ene 2009	Bs.As.	PG	5	110
36	Ruta 205 Km 226	36° 1'10.93"S 60°30'33.16"O	Ene 2009	Bs.As.	C	6	156
37	Saladillo	35°33'53.50"S 59°43'12.34"O	Ene 2009	Bs.As.	PD	8	101
38	Las Flores	36° 3'40.03"S 59° 8'47.84"O	Ene 2009	Bs. As.	PG	7	123
39	Udaquiola	36°33'47.16"S 58°33'34.92"O	Feb. 2009	Bs.As.	PG	4	234
40	Ayacucho	37° 7'50.64"S 58°33'6.90"O	Feb. 2009	Bs.As.	PG	6	160
41	Cruce Rta 29 y 226.	37°40'16.96"S 58°30'55.00"O	Feb. 2009	Bs. As	PG	9	113
42	Tandil	37°21'18.15"S 59° 1'44.73"O	Feb. 2009	Bs. As	PG	5	82
43	Azul	36°51'23.04"S 59°53'24.55"O	Feb. 2009	Bs. As	PH	11	123
44	Querandíes	37° 0'29.80"S 60°22'59.78"O	Feb. 2009	Bs.As	PG	10	158

N°	Sitio	Coordenadas	Mes y año	Pcia.	Categoría vegetación	S	n
45	Olavarría	36°54'44.30"S 60°12'42.14"O	Feb. 2009	Bs.As	PG	8	44
46	Blancagrande	36°31'45.58"S 60°44'49.62"O	Feb. 2009	Bs.As	PG	8	270
47	Bolívar	36°15'41.23"S 61° 5'37.12"O	Feb. 2009	Bs.As	PG	4	204
48	Saladillo	35°40'34.60"S 59°52'45.42"O	Feb. 2009	Bs.As	PG	11	80
49	Roque Pérez	35°24'30.60"S 59°25'56.03"O	Feb. 2009	Bs.As	PG	7	65
50	Los Sembrados	31°39'54.02"S 61°33'20.44"O	Feb. 2009	Sta. Fe	PG	5	43
51	Rafaela	31°16'8.29"S 61°31'15.41"O	Feb. 2009	Sta. Fe	PG	14	78
52	Constanza	30°40'1.49"S 61°15'55.23"O	Feb. 2009	Sta. Fe	PH	10	182
53	Cabal	31° 6'31.15"S 60°43'34.82"O	Feb. 2009	Sta. Fe	PG	14	61
54	Balcarce Cuartel IV	37°32'55.34"S 57°56'44.93"O	Ene 2010	Bs.As	PH	7	299
55	Balcarce Cuartel IV	37°29'47.91"S 57°49'44.33"O	Ene 2010	Bs.As	PH	7	197
56	Cruce Rta 29 y 226	37°40'18.54"S 58°27'44.82"O	Ene 2010	Bs.As	PH	7	108
57	Los pinos	37°55'14.22"S 58°20'14.47"O	Ene 2010	Bs.As	C	3	50
58	Tapalqué	36°23'20.00"S 60° 0'43.10"O	Ene 2010	Bs.As	PH	5	15
59	Tamangueyú	38°13'0.22"S 58°43'47.33"O	Ene 2010	Bs.As	C	2	34
60	San Manuel	37°48'26.30"S 58°51'33.82"O	Ene 2010	Bs.As	C	3	26
61	Napaleofú	37°40'10.32"S 58°43'46.02"O	Ene 2010	Bs.As	C	4	16
62	Las Nutrias	38° 5'21.29"S 58°29'1.77"O	Ene 2010	Bs.As	PH	7	139
63	El Moro	38°5'10.3"S 58°39'59.2"O	Ene 2010	Bs.As	PH	7	104
64	Coronel Vidal	37°28'20.63"S 57°46'34.55"O	Ene 2010	Bs.As	PG	6	52
65	Las Armas	37° 5'13.58"S 57°53'27.23"O	Ene 2010	Bs.As	C	1	144
66	Nahuel ruca	37°34'24.58"S 57°35'13.65"O	Ene 2010	Bs.As	C	3	20
67	Vivorata	37°38'58.66"S 57°37'49.81"O	Ene 2010	Bs.As	C.	6	52
68	Coronel Vidal	37°31'19.02"S 57°56'29.86"O	Ene 2010	Bs.As	PH	7	215
69	María Ignacia	37°18'11.22"S 59°34'7.42"O	Ene 2010	Bs.As	C.	6	33
70	Azucena	37°30'0.06"S 59°21'29.29"O	Ene 2010	Bs.As	C	5	95

N°	Sitio	Coordenadas	Mes y año	Pcia.	Categoría vegetación	S	n
71	María Ignacia	37°27'7.14"S 59°27'16.94"O	Ene 2010	Bs.As	C	3	19
72	Azucena	37°34'59.13"S 59°12'19.56"O	Ene 2010	Bs.As	C	8	57
73	Udaquiola	36°33'47.16"S 58°33'34.92"O	Ene 2010	Bs.As	PG	5	166
74	Ayacucho	37° 7'50.64"S 58°33'6.90"O	Ene 2010	Bs.As	PG	6	92
75	Cruce Rta 29 y 226	37°40'16.96"S 58°30'55.00"O	Ene 2010	Bs.As	PD	4	225
76	Tandil	37°26'57.04"S 58°56'4.98"O	Ene 2010	Bs.As	PD	4	83
77	Ruta 226 e/ Azul y Tandil	37° 4'35.32"S 59°32'38.65"O	Ene 2010	Bs.As	PG	3	156
78	Olavarría	36°54'44.30"S 60°12'42.14"O	Ene 2010	Bs.As	PG	7	50
79	Querandíes	37° 0'29.80"S 60°22'59.78"O	Ene 2010	Bs.As	C	3	262
80	Blancagrande	36°31'45.58"S 60°44'49.62"O	Ene 2010	Bs.As	C	4	64
81	Ibarra	36°17'14.72"S 61°16'3.75"O	Ene 2010	Bs.As	PG	8	103
82	Daireaux	36°35'15.59"S 61°46'50.86"O	Ene 2010	Bs.As	PG	7	165
83	Guaminí	36°53'29.39"S 62°24'34.96"O	Ene 2010	Bs.As	PD	8	81
84	Garré	36°29'21.78"S 62°37'39.14"O	Ene 2010	Bs.As	C	9	110
85	Bocayuva	36°12'17.06"S 63° 4'4.98"O	Ene 2010	Bs.As	PG	8	347
86	Quenumá	36°34'18.47"S 63° 2'21.31"O	Ene 2010	Bs.As	C	9	121
87	Ingeniero Thompson	36°37'55.71"S 62°54'57.23"O	Ene 2010	Bs.As	PG	9	841
88	Trenque Lauquen	35°57'51.36"S 62°46'58.88"O	Ene 2010	Bs.As	PD	9	372
89	Rivadavia	35°28'1.72"S 62°59'53.93"O	Ene 2010	Bs.As	PD	10	828
90	Carlos Tejedor	35°22'9.95"S 62°28'5.55"O	Ene 2010	Bs.As	C	11	130
91	Girondo	36° 0'3.37"S 61°36'26.86"O	Ene 2010	Bs.As	PG	7	349
92	Udaquiola	36°33'47.16"S 58°33'34.92"O	Feb. 2010	Bs.As	PG	4	157
93	Ayacucho	37° 7'50.64"S 58°33'6.90"O	Feb. 2010	Bs.As	PG	5	161
94	El Moro	37°40'16.96"S 58°30'55.00"O	Feb. 2010	Bs.As	PG	7	65
95	Tandil	37°26'57.04"S 58°56'4.98"O	Feb. 2010	Bs.As	PD	6	71
96	Ruta 226 e/ Azul y Tandil	37° 4'35.32"S 59°32'38.65"O	Feb. 2010	Bs.As	PD	5	68

N°	Sitio	Coordenadas	Mes y año	Pcia.	Categoría vegetación	S	n
97	Olavarría	36°54'44.30"S 60°12'42.14"O	Feb. 2010	Bs.As	PG	2	27
98	Querandíes	37° 0'29.80"S 60°22'59.78"O	Feb. 2010	Bs.As	PG	5	55
99	Blancagrande	36°31'45.58"S 60°44'49.62"O	Feb. 2010	Bs.As	PG	5	73
100	Pirovano	36°27'49.10"S 61°36'20.53"O	Feb. 2010	Bs.As	PD	7	49
101	Daireaux	36°35'15.59"S 61°46'50.86"O	Feb. 2010	Bs.As	PG	9	213
102	Guaminí	36°53'29.39"S 62°24'34.96"O	Feb. 2010	Bs.As	PG	8	42
103	Garré	36°29'21.78"S 62°37'39.14"O	Feb. 2010	Bs.As	PG	9	121
104	Trenque Lauquen	35°57'51.36"S 62°46'58.88"O	Feb. 2010	Bs.As	PD	9	183
105	LapridaSitio 7	37° 25' 42.6'' S 60° 55' 10.4'' O	Feb. 2010	Bs. As	PH	7	112
106	LapridaSitio 3	37° 44' 15'' S 60° 43' 53.1'' O	Feb. 2010	Bs. As	PD	6	124
107	LapridaSitio 4	37° 45' 09.8'' S 60° 44' 08.5'' O	Feb. 2010	Bs. As	PG	3	93
108	Laprida sitio 10	37° 44' 21.6'' S 60° 43' 46.4'' O	Feb. 2010	Bs.As.	C	3	24
109	Napaleofú	37°40'10.32"S 58°43'46.02"O	Feb. 2010	Bs.As	C.	3	116
110	Pieres	38°22'0.55"S 58°40'49.59"O	Feb. 2010	Bs.As	PH	7	115
111	Pieres	38°22'0.55"S 58°40'49.59"O	Feb. 2010	Bs.As	PH	4	84
112	Tamangueyú	38° 02' 38.7"S 58° 54' 57"O	Feb. 2010	Bs.As	PG	7	96
113	Las Nutrias	38° 5'21.29"S 58°29'1.77"O	Feb. 2010	Bs.As	PH	9	72
114	El Moro	38°5'10.3"S 58°39'59.2"O	Feb. 2010	Bs.As	PH	6	73
115	San Manuel	37°48'26.30"S 58°51'33.82"O	Feb. 2010	Bs.As	C	4	11
116	El Lenguaraz	38° 2'46.99"S 58°52'30.57"O	Feb. 2010	Bs.As	C	2	72
117	Udaquiola	36°33'47.16"S 58°33'34.92"O	Ene 2011	Bs.As	PG	4	74
118	Ayacucho	37° 5'57.44"S 58°35'52.43"O	Ene 2011	Bs.As	PG	5	65
119	Rauch	36°48'49.62"S 59° 4'23.74"O	Ene 2011	Bs.As	PG	3	31
120	Azul	36°46'0.61"S 59°48'12.79"O	Ene 2011	Bs.As	PG	4	59
121	Colonia Nieves	36°51'20.39"S 60° 3'12.61"O	Ene 2011	Bs.As	PG	4	44
122	Saladillo	35°40'34.60"S 59°52'45.42"O	Ene 2011	Bs.As	PG	6	31



N°	Sitio	Coordenadas	Mes y año	Pcia.	Categoría vegetación	S	n
123°	Roque Pérez	35°20'49.93"S 59°18'51.80"O	Ene 2011	Bs.As	PG	3	28
124	Gob. Udaondo	35°18'59.57"S 58°36'7.35"O	Ene 2011	Bs.As	PG	3	11
125	Udaquiola	36°33'47.16"S 58°33'34.92"O	Feb. 2011	Bs.As	PD	4	18
126	Ayacucho	37° 5'57.44"S 58°35'52.43"O	Feb. 2011	Bs.As	PG	3	85
127	Fulton	37°18'57.73"S 58°45'11.90"O	Feb. 2011	Bs.As	PG	5	127
128	Tandil	37°21'18.15"S 59° 1'44.73"O	Feb. 2011	Bs.As	PG	9	231
129	Emp. Querandíes	37° 0'29.80"S 60°22'59.78"O	Feb. 2011	Bs.As	PG	9	65
130	Blancagrande	36°31'45.58"S 60°44'49.62"O	Feb. 2011	Bs.As	PG	5	176
131	Ibarra	36°17'14.72"S 61°16'3.75"O	Feb. 2011	Bs.As	PD	9	87
132	Pirovano	36°27'49.10"S 61°36'20.53"O	Feb. 2011	Bs.As	PD	9	111
133	Daireaux	36°35'15.59"S 61°46'50.86"O	Feb. 2011	Bs.As	PD	9	106
134	Laguna Alsina	36°51'12.84"S 62°14'1.10"O	Feb. 2011	Bs.As	PG	6	199
135	Guaminí	36°53'29.39"S 62°24'34.96"O	Feb. 2011	Bs.As	PG	7	137
136	Garré	36°29'21.78"S 62°37'39.14"O	Feb. 2011	Bs.As	PG	8	169
137	Trenque Lauquen	35°57'51.36"S 62°46'58.88"O	Feb. 2011	Bs.As	PG	8	75
138	Pehuajó	35°51'55.66"S 61°53'14.05"O	Feb. 2011	Bs.As	PG	4	60
139	Girondo	36° 0'3.37"S 61°36'26.86"O	Feb. 2011	Bs.As	PD	7	39
140	Udaquiola	36°34'34.4"S 58°33'49.1"O	Feb. 2012	Bs.As	PD	4	387
141	Ayacucho	37°07'22.5"S 58°33'41.3"O	Feb. 2012	Bs.As	PD	5	91
142	Azul	36° 50' 31.8"S 59°31'54.4"O	Feb. 2012	Bs.As	PD	4	63
143	Blancagrande	36° 34' 21.5"S 60°41'47.4"O	Feb. 2012	Bs.As	PG	8	95
144	Ibarra	36° 16' 16.1"S 61° 13'43.1"O	Feb. 2012	Bs.As	PD	9	73
145	Pirovano	36° 27' 38.4"S 61° 36'22.0"O	Feb. 2012	Bs.As	PD	13	80
146	Daireaux	36° 39' 24.3"S 61° 58'55.8"O	Feb. 2012	Bs.As	PG	6	45
147	Laguna Alsina	36° 52' 54.2"S 62° 13'34.6"O	Feb. 2012	Bs.As	PD	7	35
148	Carhué	37° 10' 31.2"S 62° 25'07.0"O	Feb. 2012	Bs.As	PG	7	286

N°	Sitio	Coordenadas	Mes y año	Pcia.	Categoría vegetación	S	n
149	Pigüe	37° 31' 45.2''S 62° 26' 42.7''O	Feb. 2012	Bs.As	C	6	24
150	Carhué	37° 12' 52.4''S 62° 39' 55.7''O	Feb. 2012	Bs.As	PD	9	48
151	Macachín	37° 01' 33.1''S 63° 03' 48.4''O	Feb. 2012	Bs.As	PG	13	227
152	Miguel Riglos	36° 44' 42.4''S 63° 39' 55.9''O	Feb. 2012	Bs.As	PG	10	243
153	Pellegrini	36° 12' 21.3''S 63° 03' 48.4''O	Feb. 2012	Bs.As	PG	9	142
154	Trenque Lauquen	36° 02' 37.8''S 62° 48' 17.0''O	Feb. 2012	Bs.As	PG	7	72
155	Juan José Paso	35° 51' 52.1''S 62° 16' 21.8''O	Feb. 2012	Bs.As	PD	6	78
156	Gob. Udaondo	35° 23' 19.4''S 58° 42' 36.7''O	Feb. 2012	Bs.As	PD	6	46
157	Tandil	37° 18' 74.3''S 58° 44' 44.3''O	Feb. 2012	Bs.As	PG	10	51
158	Benito Juárez	37° 39' 10.9''S 59° 45' 52.1''O	Feb. 2012	Bs.As	PG	6	58
159	Iturregui	36° 58' 92.2''S 60° 59' 57.5''O	Feb. 2012	Bs.As	PD	7	58
160	Blancagrande	36° 34' 21.5''S 60° 41' 47.4''O	Feb. 2012	Bs.As	PG	8	81
161	Gral. Acha	37°20'52.14"S 64°30'10.69"O	Feb. 2012	La Pampa	PG	7	118
162	Utracán	37°15'53.78"S 64°34'11.12"O	Feb. 2012	La Pampa	PG	7	117
163	Arrufo	30°15'12.46"S 61°43'19.16"O	Feb. 2012	Santa Fe	PD	10	37
164	Las Palmeras	30°39'55.97"S 61°37'18.25"O	Feb. 2012	Santa Fe.	PG	9	43

**Tabla II.** Especies registradas durante los muestreos realizados entre 2008 – 2012; categorización de abundancia y distribución.

Especies	Categoría	
	Distribución	Abundancia
<b>Familia Acrididae</b>		
Subfamilia Acridinae		
<i>Allotruxalis gracilis</i> (Giglio - Tos)	R	E
<i>Cocitotettix argentina</i> (Bruner)	R	F
<i>Covasacris pallidinota</i> (Bruner)	L	F
<i>Metaleptea adspersa</i> (Blanchard )	R	E
<i>Parorphula graminea</i> Bruner	R	E
Subfamilia Copiocerinae		
<i>Aleuas lineatus</i> Stål	I	E
<i>Aleuas vitticollis</i> Stål	R	E
Subfamilia Gomphocerinae		
<i>Amblytropidia australis</i> Bruner	R	E
<i>Borellia bruneri</i> (Rhen)	L	F
<i>Borellia pallida</i> (Bruner)	R	E
<i>Dichromorpha australis</i> Bruner	R	E
<i>Euplectrotettix ferrugineus</i> Bruner	R	F
<i>Euplectrotettix schulzi</i> Bruner (*)	R	E
<i>Laplatacris dispar</i> Rhen	R	E
<i>Orpulella punctata</i> (De Geer)	R	E
<i>Rhammatocerus pictus</i> (Bruner)	R	E
<i>Scyllinula variabilis</i> (Bruner)	R	E
<i>Sinipta dalmani</i> (Stål)	R	E
<i>Staurorhectus longicornis</i> Giglio - Tos	L	F
Subfamilia Leptysminae		
<i>Leptysma argentina</i> Bruner	R	E
<i>Tucayaca gracilis</i> Giglio – Tos	R	E
Subfamilia Melanoplinae		
<i>Atrachelacris unicolor</i> Giglio - Tos	R	F
<i>Baeacris pseudopunctulatus</i> (Ronderos)	L	E
<i>Baeacris punctulatus</i> (Thunberg)	R	E
<i>Dichroplus conspersus</i> Bruner	R	E
<i>Dichroplus elongatus</i> Giglio - Tos	A	A
<i>Dichroplus exilis</i> Giglio - Tos	R	F
<i>Dichroplus maculipennis</i> (Blanchard)	R	F
<i>Dichroplus pratensis</i> Bruner	I	F
<i>Dichroplus schulzi</i> Bruner	R	E

<i>Dichroplus vittatus</i> Bruner	R	F
<i>Leiotettix pulcher</i> Rehn	R	E
<i>Neopedies brunneri</i> (Giglio – Tos)	R	E
<i>Ronderosia bergi</i> (Stål)	R	E
<i>Ronderosia forcipata</i> (Rhen)(*)	R	E
<i>Scotussa cliens</i> (Stål)	R	F
<i>Scotussa daguerrei</i> Lieberman	R	E
<i>Scotussa lemniscata</i> (Stål)	I	F
Subfamilia Oedipodinae		
<i>Trimerotropis pallidipennis</i> (Burmeister)	R	E
<b>Familia Ommexechidae</b>		
Subfamilia Ommexechinae		
<i>Graea horrida</i> Philippi	R	E
<b>Familia Romaleidae</b>		
Subfamilia Romaleinae		
<i>Chromacris speciosa</i> (Thunberg)	R	E
<i>Coryacris angustipennis</i> (Bruner)	R	E
<i>Diponthus argentinus</i> Pictet & Saussure	R	E
<i>Staleochlora viridicata viridicata</i> (Serville)	R	E
<i>Xyleus laevipes</i> (Stål)	R	E
<i>Zoniopoda tarsata</i> (Serville)	R	E

(\*) Nuevos registros para la provincia de Buenos Aires.

**Tabla III.** Especies registradas en los pastizales halófilos; categorización de abundancia y distribución.

Especies	Categoría	
	Distribución	Abundancia
<b>Familia Acrididae</b>		
Subfamilia Acridinae		
<i>Allotruxalis gracilis</i> (Giglio - Tos)	R	F
<i>Covasacris pallidinota</i> (Bruner)	A	F
<i>Parorphula graminea</i> Bruner	L	E
Subfamilia Copiocerinae		
<i>Aleuas lineatus</i> Stål	L	E
Subfamilia Gomphocerinae		
<i>Borellia bruneri</i> (Rhen)	A	F
<i>Borellia pallida</i> (Bruner)	A	E
<i>Dichromorpha australis</i> Bruner	R	E
<i>Orpulella punctata</i> (De Geer)	R	E
<i>Rhammatocerus pictus</i> (Bruner)	R	E
<i>Scyllinula variabilis</i> (Bruner)	R	F
<i>Sinipta dalmani</i> (Stål)	R	E
<i>Staurorhectus longicornis</i> Giglio - Tos	R	E
Subfamilia Leptysminae		
<i>Tucayaca gracilis</i> Giglio-Tos	R	E
Subfamilia Melanoplinae		
<i>Baeacris punctulatus</i> (Thunberg)	R	E
<i>Dichroplus conspersus</i> Bruner	L	E
<i>Dichroplus elongatus</i> Giglio - Tos	A	F
<i>Dichroplus exilis</i> Giglio - Tos	R	E
<i>Dichroplus maculipennis</i> (Blanchard)	I	E
<i>Dichroplus pratensis</i> Bruner	I	F
<i>Leiotettix pulcher</i> Rehn	R	E
<i>Scotussa lemniscata</i> (Stål)	L	E
<b>Familia Romaleidae</b>		
Subfamilia Romaleinae		
<i>Staleochlora viridicata</i> (Serville)	R	E

**Tabla IV.** Especies registradas en los pastizales dominados por gramíneas; categorización de abundancia y distribución.

Especies	Categoría	
	Distribución	Abundancia
<b>Familia Acrididae</b>		
Subfamilia Acridinae		
<i>Allotruxalis gracilis</i> (Giglio - Tos )	R	E
<i>Cocitotettix argentina</i> (Bruner)	R	F
<i>Covasacris pallidinota</i> (Bruner)	L	E
<i>Metaleptea adpersa</i> (Blanchard)	R	F
<i>Parorphula graminea</i> Bruner	R	E
Subfamilia Copiocerinae		
<i>Aleuas lineatus</i> Stål	I	E
<i>Aleuas vitticollis</i> Stål	R	E
Subfamilia Gomphocerinae		
<i>Amblytropidia australis</i> Bruner	R	E
<i>Borellia bruneri</i> (Rhen)	L	F
<i>Borellia pallida</i> (Bruner)	R	E
<i>Dichromorpha australis</i> Bruner	R	F
<i>Euplectrotettix ferrugineus</i> Bruner	R	F
<i>Euplectrotettix schulzi</i> Bruner	R	F
<i>Laplatacris dispar</i> Rhen	R	E
<i>Orpulella punctata</i> (De Geer)	R	E
<i>Rhammatocerus pictus</i> (Bruner)	R	E
<i>Scyllinula variabilis</i> (Bruner)	R	E
<i>Sinipta dalmani</i> (Stål)	R	E
<i>Staurorhectus longicornis</i> Giglio – Tos	L	F
Subfamilia Leptysminae		
<i>Leptysma argentina</i> Bruner	R	E
<i>Tucayaca gracilis</i> Giglio – Tos	R	E
Subfamilia Melanoplinae		
<i>Atrachelacris unicolor</i> Giglio – Tos	R	E
<i>Baeacris pseudopunctulatus</i> (Ronderos)	L	E
<i>Baeacris punctulatus</i> (Thunberg)	R	E
<i>Dichroplus conspersus</i> Bruner	R	E
<i>Dichroplus elongatus</i> Giglio - Tos	A	A
<i>Dichroplus exilis</i> Giglio – Tos	R	F
<i>Dichroplus maculipennis</i> (Blanchard)	R	F
<i>Dichroplus pratensis</i> Bruner	I	F
<i>Dichroplus vittatus</i> Bruner	R	F
<i>Leiotettix pulcher</i> Rehn	R	E

<i>Neopedies brunneri</i> (Giglio – Tos)	R	E
<i>Ronderosia bergi</i> (Stål)	R	E
<i>Ronderosia forcipata</i> (Rhen)	R	E
<i>Scotussa cliens</i> (Stål)	R	F
<i>Scotussa daguerrei</i> Lieberman	R	E
<i>Scotussa lemniscata</i> (Stål)	I	F
Subfamilia Oedipodinae		
<i>Trimerotropis pallidipennis</i> (Burmeister)	R	E
<b>Familia Ommexechidae</b>		
Subfamilia Ommexechinae		
<i>Graea horrida</i> Philippi	R	E
<b>Familia Romaleidae</b>		
Subfamilia Romaleinae		
<i>Chromacris speciosa</i> (Thunberg)	R	E
<i>Diponthus argentinus</i> Pictet & Saussure	R	E
<i>Staleochlora viridicata</i> (Serville)	R	E
<i>Zoniopoda tarsata</i> (Serville)	R	E

**Tabla V.** Especies registradas en los pastizales dominados por dicotiledóneas; categorización de abundancia y distribución.

Especies	Categoría	
	Distribución	Abundancia
<b>Familia Acrididae</b>		
Subfamilia Acridinae		
<i>Allotruxalis gracilis</i> (Giglio - Tos)	R	E
<i>Cocytotettix argentina</i> (Bruner)	R	E
<i>Covasacris pallidinota</i> (Bruner)	R	F
<i>Metaleptea adspersa</i> (Blanchard)	R	E
<i>Parorphula graminea</i> Bruner	R	E
Subfamilia Copiocerinae		
<i>Aleuas lineatus</i> Stål	L	E
<i>Aleuas vitticollis</i> Stål	R	E
Subfamilia Gomphocerinae		
<i>Amblytropidia australis</i> Bruner	R	E
<i>Borellia bruneri</i> (Rhen)	L	E
<i>Borellia pallida</i> (Bruner)	R	E
<i>Euplectrotettix ferrugineus</i> Bruner	R	E
<i>Euplectrotettix schulzi</i> Bruner	R	E
<i>Laplatacris dispar</i> Rhen	R	E
<i>Orpulella punctata</i> (De Geer)	R	E
<i>Rhammatocerus pictus</i> (Bruner)	R	E
<i>Scyllinula variabilis</i> (Bruner)	R	E
<i>Sinipta dalmani</i> (Stål)	R	E
<i>Staurorhectus longicornis</i> Giglio – Tos	L	F
Subfamilia Leptysminae		
<i>Leptysma argentina</i> Bruner	R	E
<i>Tucayaca gracilis</i> Giglio – Tos	R	E
Subfamilia Melanoplinae		
<i>Atrachelacris unicolor</i> Giglio - Tos	R	F
<i>Baeacris pseudopunctulatus</i> (Ronderos)	L	E
<i>Baeacris punctulatus</i> (Thunberg)	R	E
<i>Dichroplus conspersus</i> Bruner	R	E
<i>Dichroplus elongatus</i> Giglio - Tos	A	A
<i>Dichroplus exilis</i> Giglio - Tos	R	F
<i>Dichroplus maculipennis</i> (Blanchard)	R	F
<i>Dichroplus pratensis</i> Bruner	I	F
<i>Dichroplus schulzi</i> Bruner	R	E
<i>Dichroplus vittatus</i> Bruner	R	F
<i>Leiotettix pulcher</i> Rehn	L	E



<i>Neopedies brunneri</i> (Giglio – Tos)	L	F
<i>Ronderosia bergi</i> (Stål)	L	F
<i>Ronderosia forcipata</i> (Rhen)	R	E
<i>Scotussa cliens</i> (Stål)	R	E
<i>Scotussa lemniscata</i> (Stål)	I	F
Subfamilia Oedipodinae		
<i>Trimerotropis pallidipennis</i> (Burmeister)	R	E
<b>Familia Romaleidae</b>		
Subfamilia Romaleinae		
<i>Chromacris speciosa</i> (Thunberg)	R	E
<i>Coryacris angustipennis</i> (Bruner)	R	E
<i>Diponthus argentinus</i> Pictet & Saussure	R	E
<i>Xyleus laevipes</i> (Stål)	R	E
<i>Zoniopoda tarsata</i> (Serville)	L	E

**Tabla VI.** Especies registradas en los cultivos; categorización de abundancia y distribución.

Especies	Categoría	
	Distribución	Abundancia
<b>Familia Acrididae</b>		
Subfamilia Acridinae		
<i>Covasacris pallidinota</i> (Bruner)	L	F
<i>Metaleptea adspersa</i> (Blanchard)	R	E
<i>Parorphula graminea</i> Bruner	R	E
Subfamilia Copiocerinae		
<i>Aleuas lineatus</i> Stål	L	E
Subfamilia Gomphocerinae		
<i>Borellia bruneri</i> (Rhen)	L	F
<i>Borellia pallida</i> (Bruner)	L	E
<i>Euplectrotettix schulzi</i> Bruner	R	E
<i>Orpulella punctata</i> (De Geer)	R	E
<i>Sinipta dalmani</i> (Stål)	R	E
<i>Staurorhectus longicornis</i> Giglio - Tos	R	F
Subfamilia Leptysminae		
<i>Tucayaca gracilis</i> Giglio – Tos	R	E
Subfamilia Melanoplinae		
<i>Baeacris pseudopunctulatus</i> (Ronderos)	L	F
<i>Baeacris punctulatus</i> (Thunberg)	R	E
<i>Dichroplus conspersus</i> Bruner	R	E
<i>Dichroplus elongatus</i> Giglio - Tos	A	MA
<i>Dichroplus maculipennis</i> (Blanchard)	R	A
<i>Dichroplus pratensis</i> Bruner	I	F
<i>Leiotettix pulcher</i> Rehn	R	E
<i>Neopedies brunneri</i> (Giglio - Tos)	R	E
<i>Ronderosia bergi</i> (Stål)	R	E
<i>Ronderosia forcipata</i> (Rhen)	R	E
<i>Scotussa lemniscata</i> (Stål)	L	F

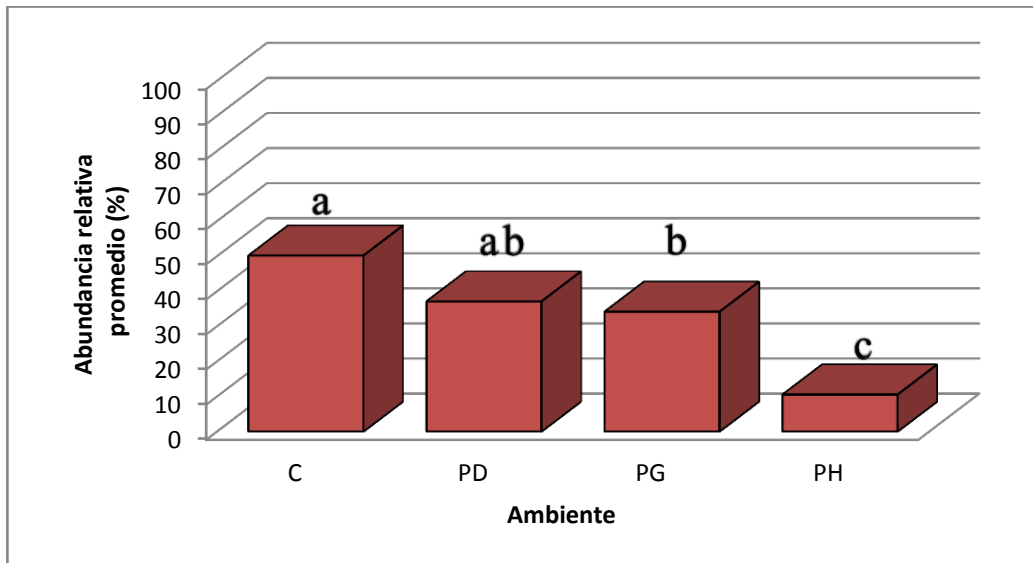
**Tabla VII.** Especies registradas en Santa Fe; categorización de abundancia y distribución.

Especies	Categoría	
	Distribución	Abundancia
<b>Familia Acrididae</b>		
Subfamilia Acridinae		
<i>Covasacris pallidinota</i> (Bruner)	L	E
<i>Metaleptea adspersa</i> (Blanchard )	R	E
Subfamilia Copiocerinae		
<i>Aleuas lineatus</i> Stål	A	F
<i>Aleuas vitticollis</i> Stål	R	E
Subfamilia Gomphocerinae		
<i>Amblytropidia australis</i> Bruner	L	E
<i>Borellia bruneri</i> (Rhen)	R	A
<i>Borellia pallida</i> (Bruner)	R	F
<i>Dichromorpha australis</i> Bruner	L	E
<i>Laplatacris dispar</i> Rhen	L	E
<i>Orpulella punctata</i> (De Geer)	L	E
<i>Rhammatocerus pictus</i> (Bruner)	A	F
<i>Scyllinula variabilis</i> (Bruner)	L	E
<i>Staurorhectus longicornis</i> Giglio - Tos	L	E
Subfamilia Leptysminae		
<i>Leptysma argentina</i> Bruner	R	E
Subfamilia Melanoplinae		
<i>Atrachelacris unicolor</i> Giglio - Tos	L	F
<i>Baeacris pseudopunctulatus</i> (Ronderos)	L	E
<i>Dichroplus conspersus</i> Bruner	L	F
<i>Dichroplus elongatus</i> Giglio - Tos	R	E
<i>Dichroplus exilis</i> Giglio - Tos	A	F
<i>Dichroplus pratensis</i> Bruner	R	E
<i>Neopedies brunneri</i> (Giglio – Tos)	L	F
<i>Ronderosia bergi</i> (Stål)	R	E
<i>Scotussa lemniscata</i> (Stål)	L	E
<b>Familia Romaleidae</b>		
Subfamilia Romaleinae		
<i>Chromacris speciosa</i> (Thunberg)	R	E
<i>Coryacris angustipennis</i> (Bruner)	R	E
<i>Diponthus argentinus</i> Pictet & Saussure	L	E
<i>Staleochlora viridicata viridicata</i> (Serville)	A	E
<i>Zoniopoda tarsata</i> (Serville)	L	E

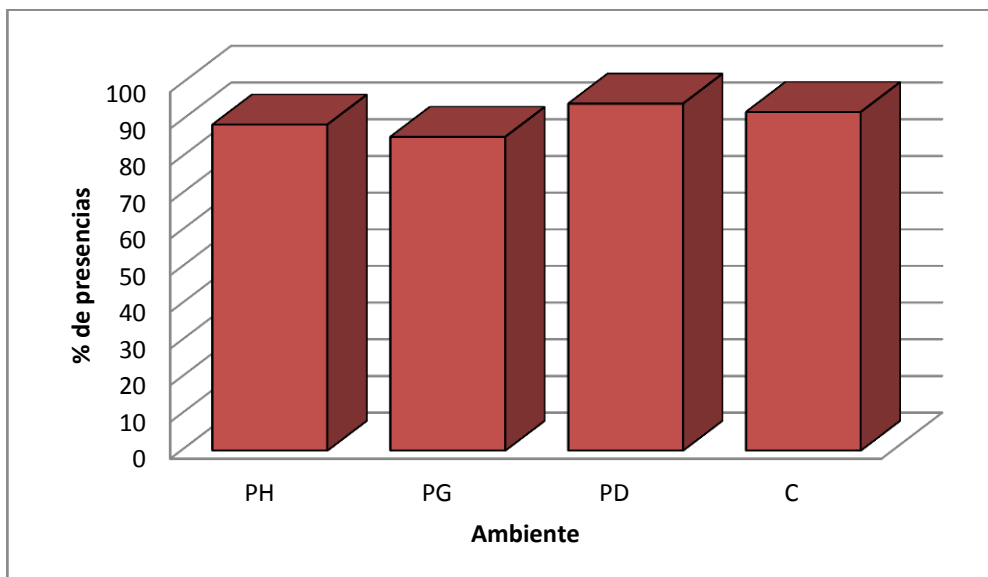
**Tabla VIII.** Especies registradas en cultivo de soja; categorización de abundancia y distribución.

Listado de Especies	Categoría	
	Distribución	Abundancia
<b>Familia Acrididae</b>		
Subfamilia Acridinae		
<i>Metaleptea adspersa</i> (Blanchard )	R	E
<i>Parorphula graminea</i> Bruner	R	F
Subfamilia Copiocerinae		
<i>Aleuas lineatus</i> Stål	I	E
Subfamilia Gomphocerinae		
<i>Borellia bruneri</i> (Rhen)	R	E
<i>Borellia pallida</i> (Bruner)	R	E
<i>Euplectrotettix schulzi</i> Bruner (*)	R	E
<i>Orpulella punctata</i> (De Geer)	R	E
<i>Sinipta dalmani</i> (Stål)	R	F
<i>Staurorhectus longicornis</i> Giglio - Tos	R	E
Subfamilia Melanoplinae		
<i>Baeacris pseudopunctulatus</i> (Ronderos)	I	F
<i>Baeacris punctulatus</i> (Thunberg)	R	E
<i>Dichroplus conspersus</i> Bruner	R	E
<i>Dichroplus elongatus</i> Giglio - Tos	A	MA
<i>Dichroplus pratensis</i> Bruner	I	F
<i>Neopedies brunneri</i> (Giglio – Tos)	R	E
<i>Ronderosia bergi</i> (Stål)	L	E
<i>Ronderosia forcipata</i> (Rhen)(*)	R	E
<i>Scotussa lemniscata</i> (Stål)	L	F
<b>Familia Romaleidae</b>		
Subfamilia Romaleinae		
<i>Zoniopoda tarsata</i> (Serville)	R	E

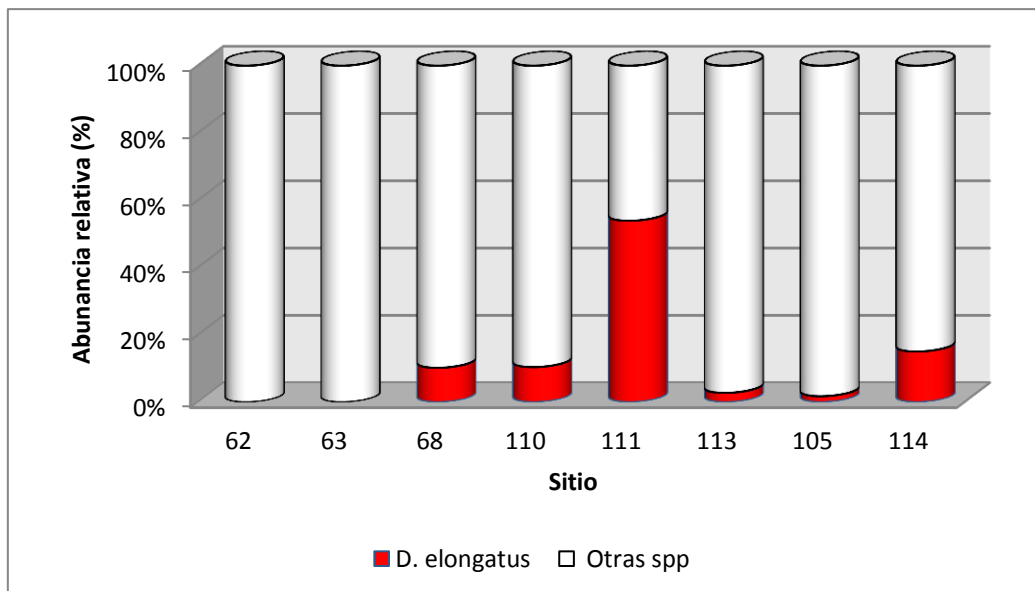
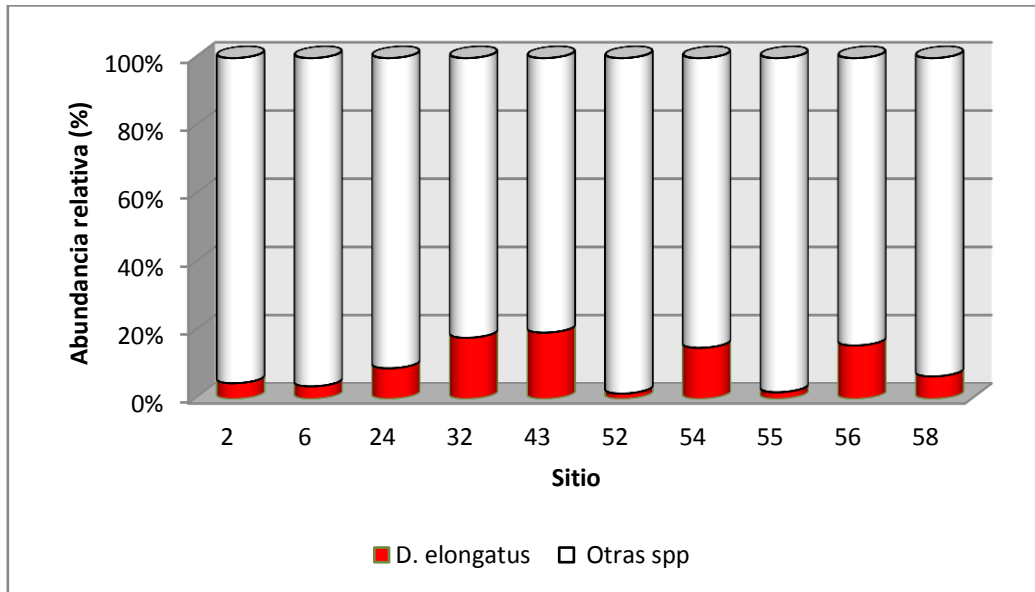
**Gráfico a.** Abundancia relativa promedio de *Dichroplus elongatus* en las distintas categorías de vegetación.



**Gráfico b.** Presencia de *Dichroplus elongatus* en las muestras según las distintas categorías de vegetación.

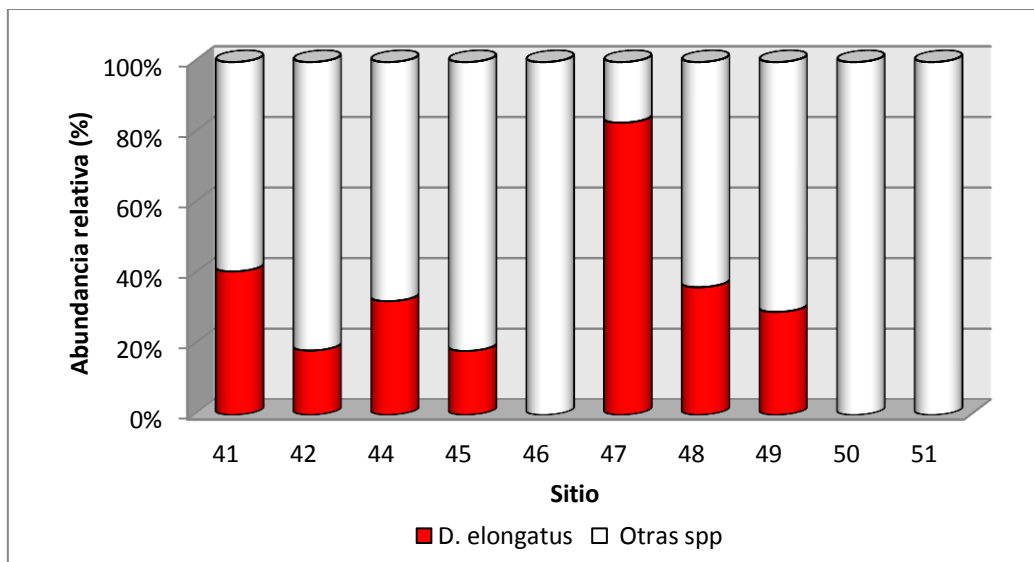
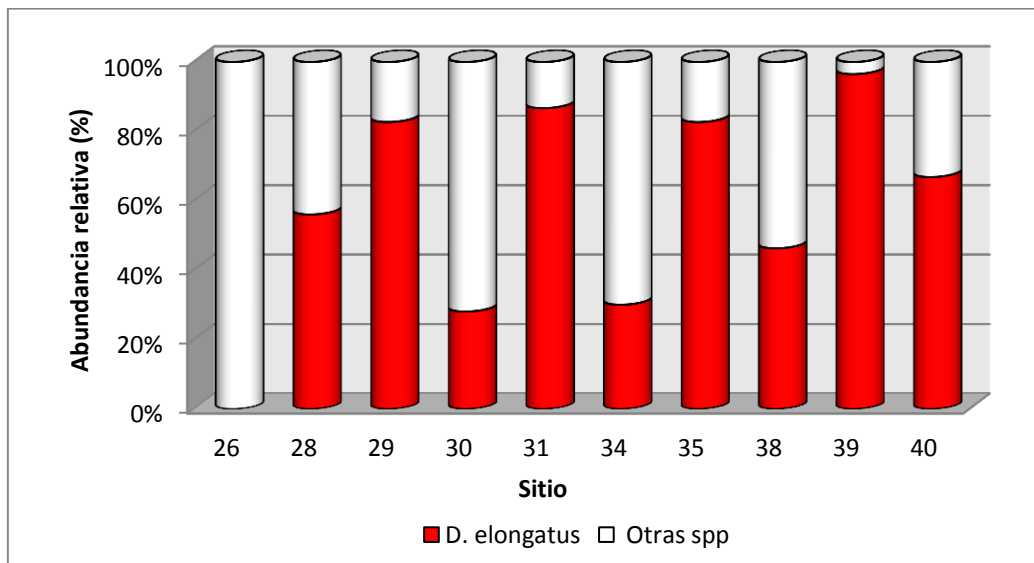
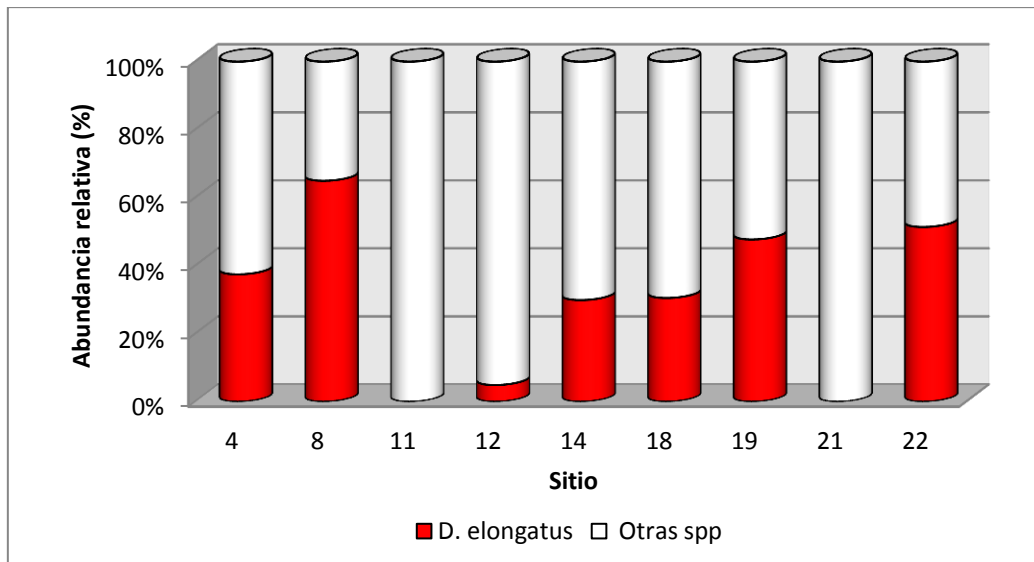


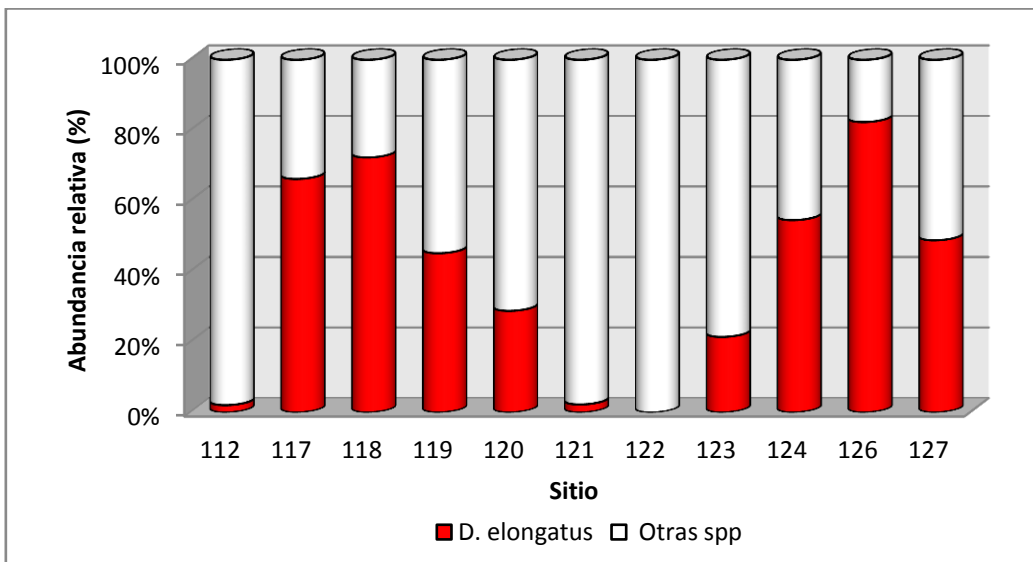
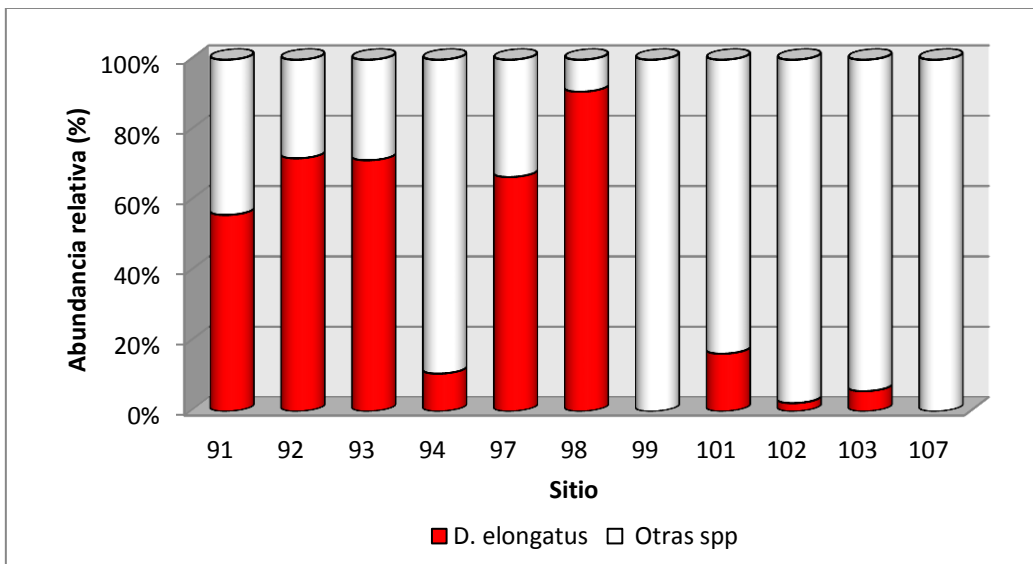
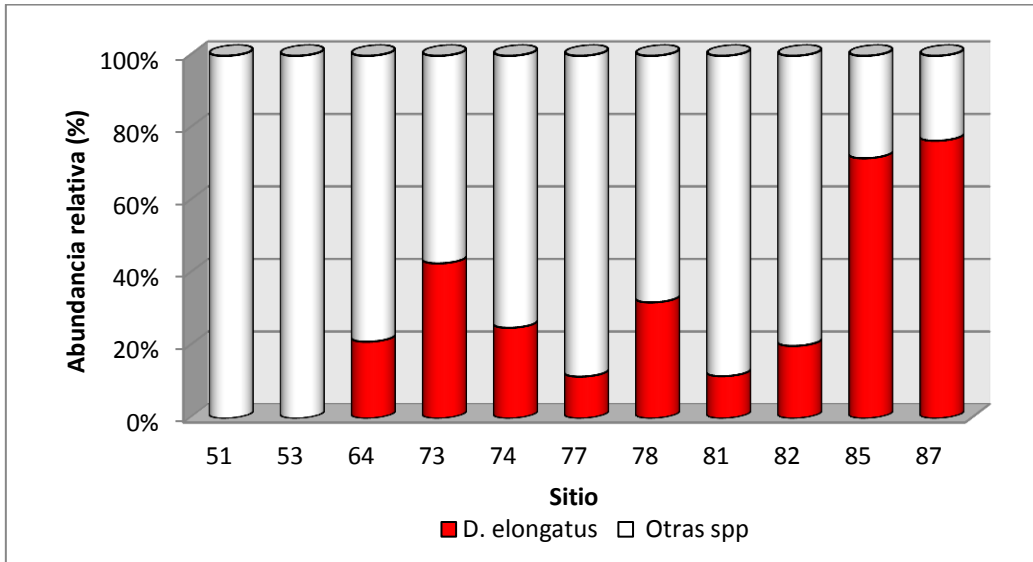
**Gráfico c.** Abundancia relativa de *Dichroplus elongatus* en los pastizales halófilos.



**Nota:** La primera fila del eje x corresponde al número de muestra en la Tabla I.

Gráfico d. Abundancia relativa de *Dichroplus elongatus* en los pastizales dominados por gramíneas.







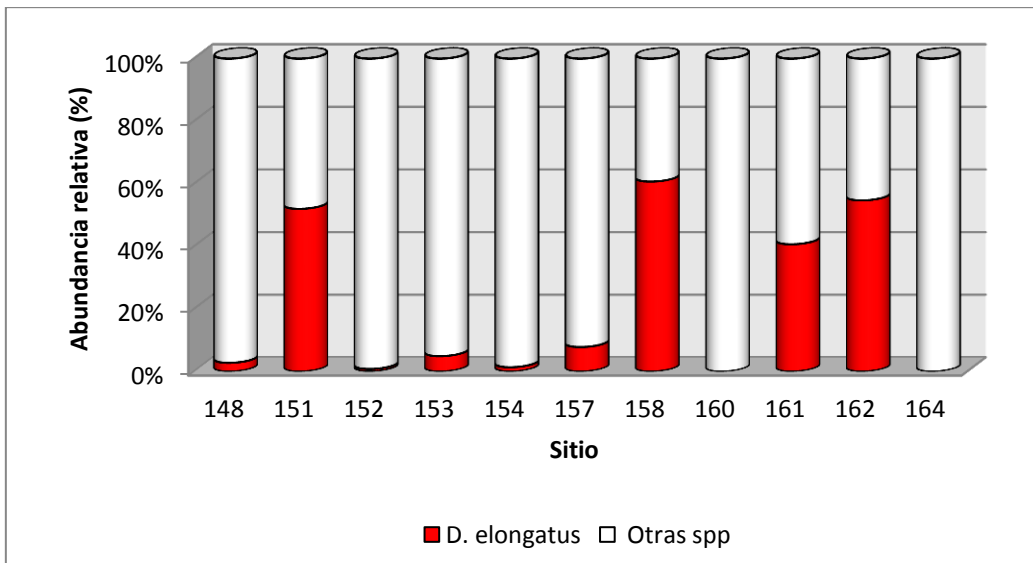
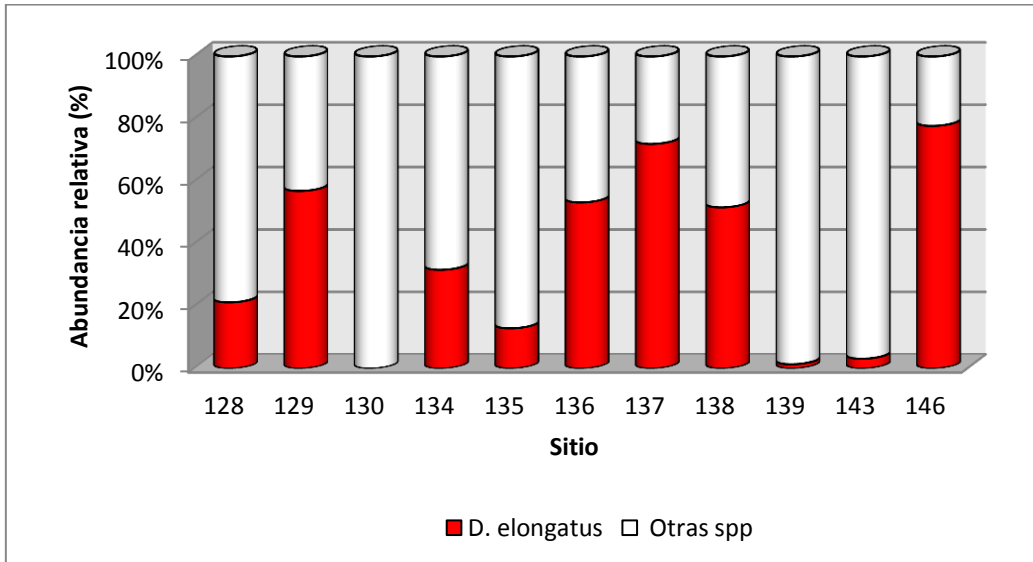
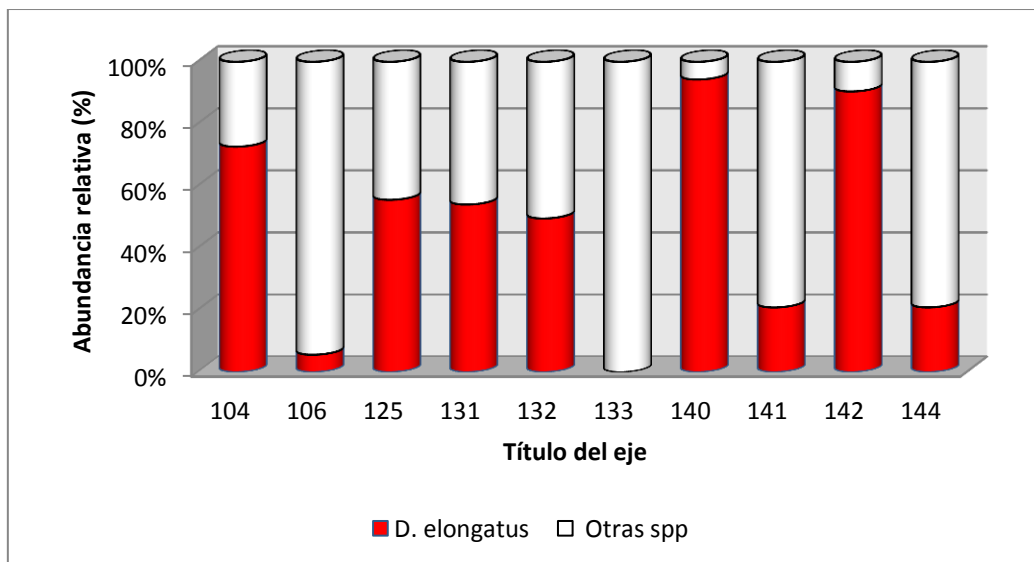
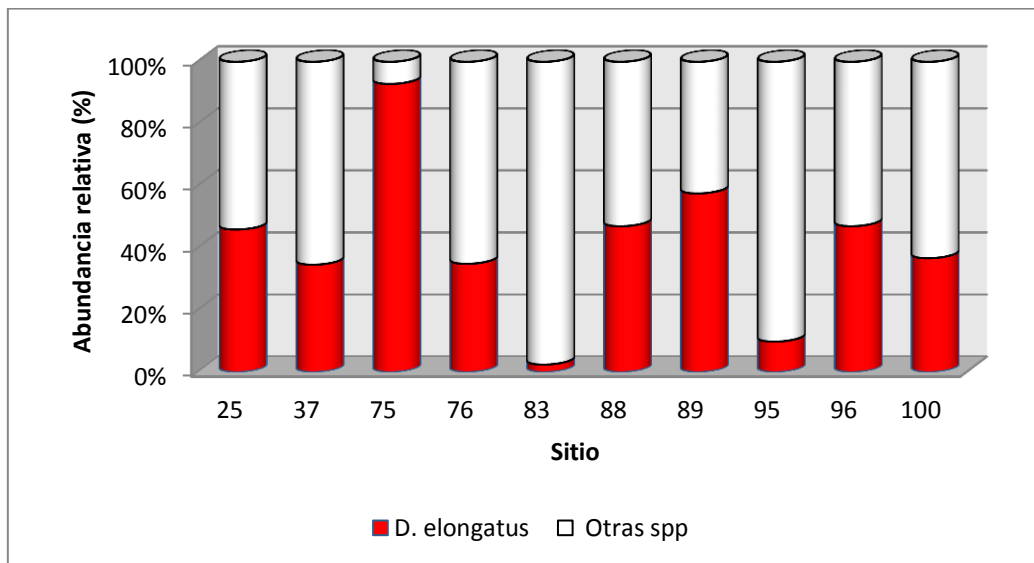
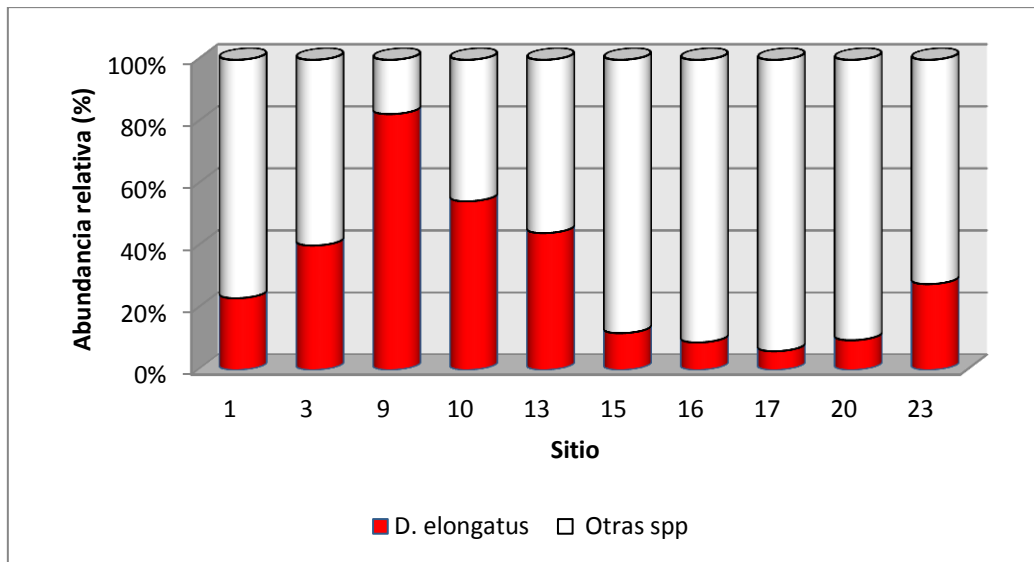


Gráfico e. Abundancia relativa de *Dichroplus elongatus* en los pastizales dominados por dicotiledóneas.



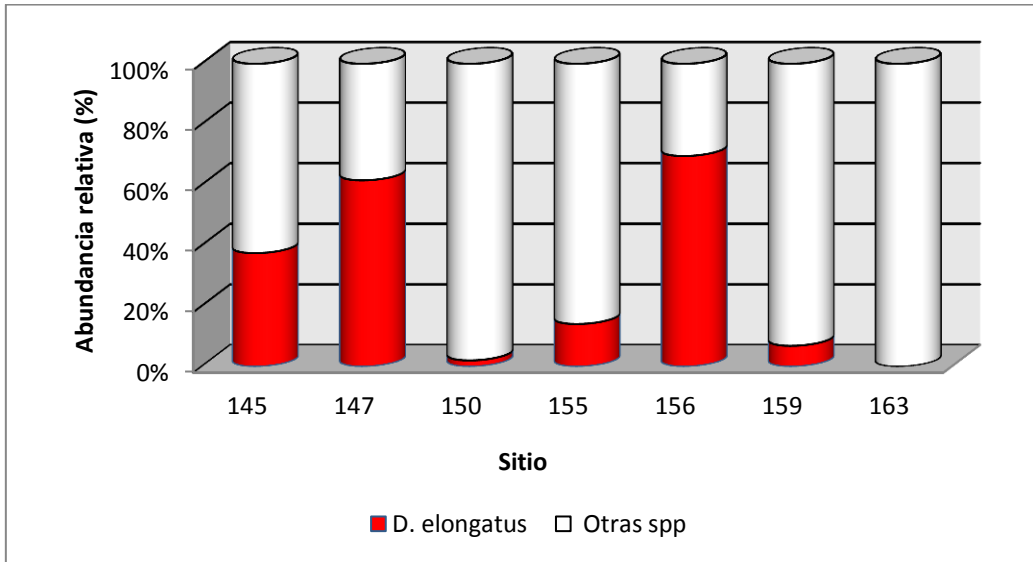
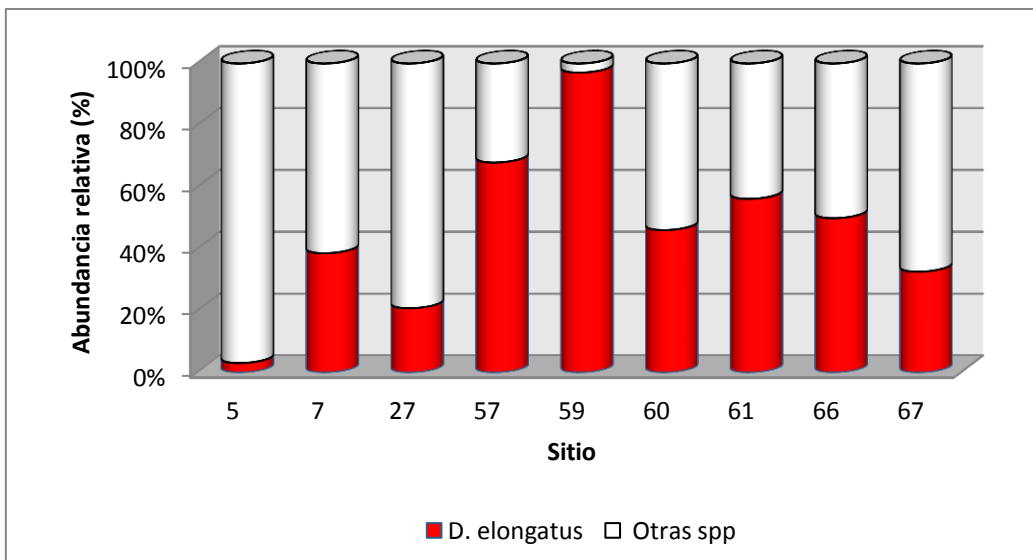
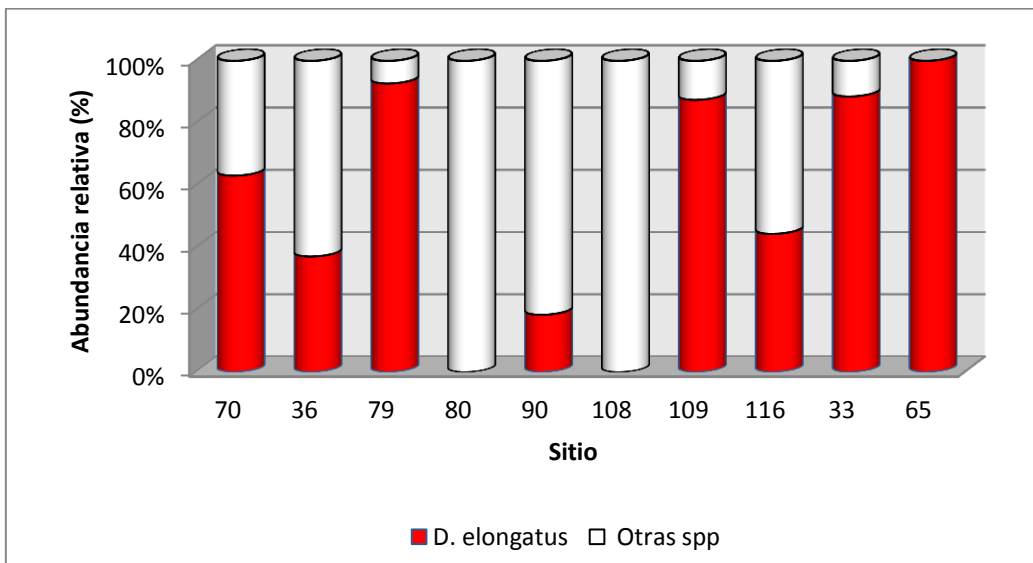


Gráfico f. Abundancia relativa de *Dichroplus elongatus* en cultivos.



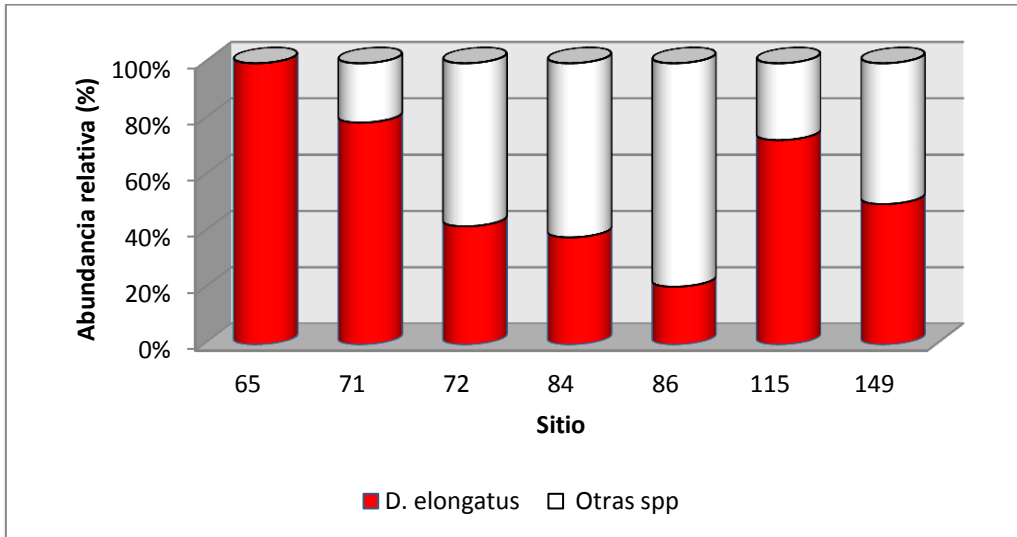


Gráfico g. Abundancia relativa de *Dichroplus elongatus* en la Provincia de Santa Fe.

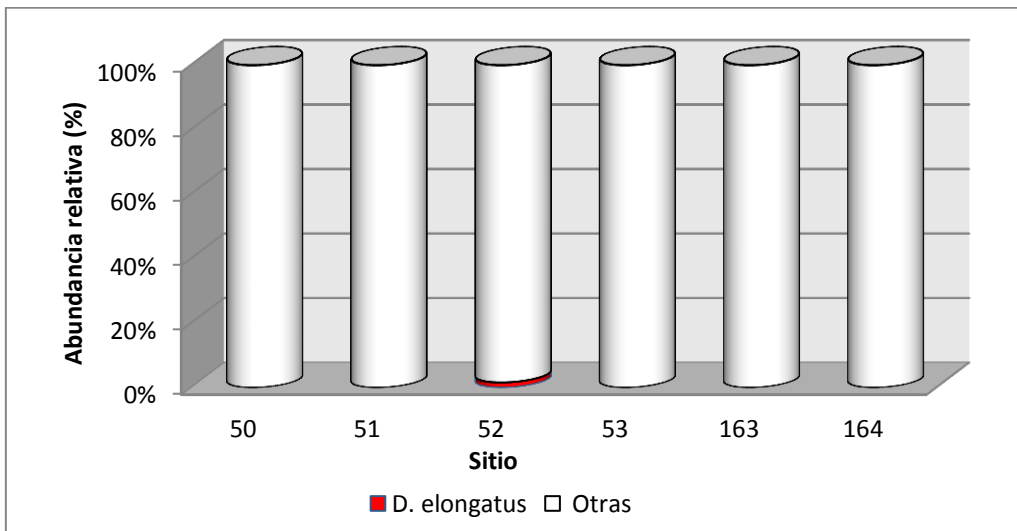
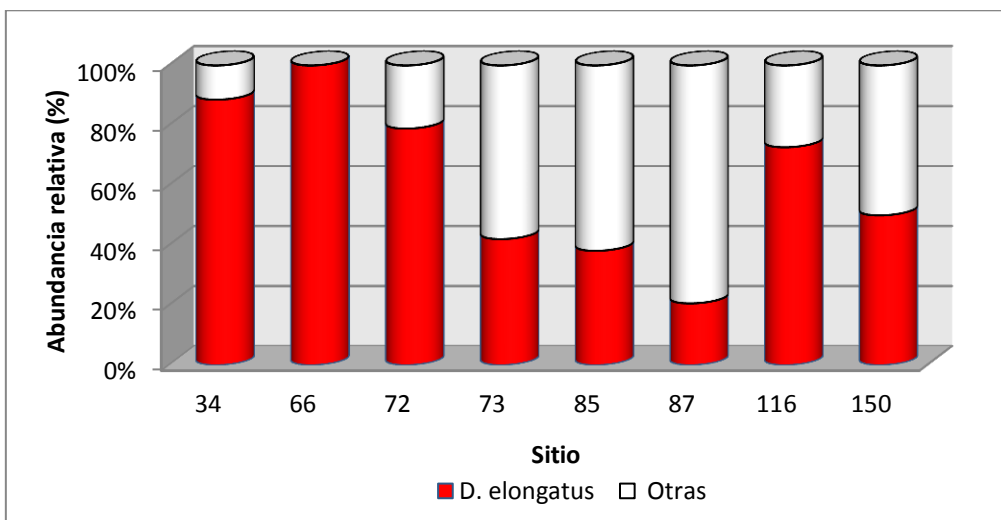


Gráfico h. Abundancia relativa de *Dichroplus elongatus* en cultivos de soja.



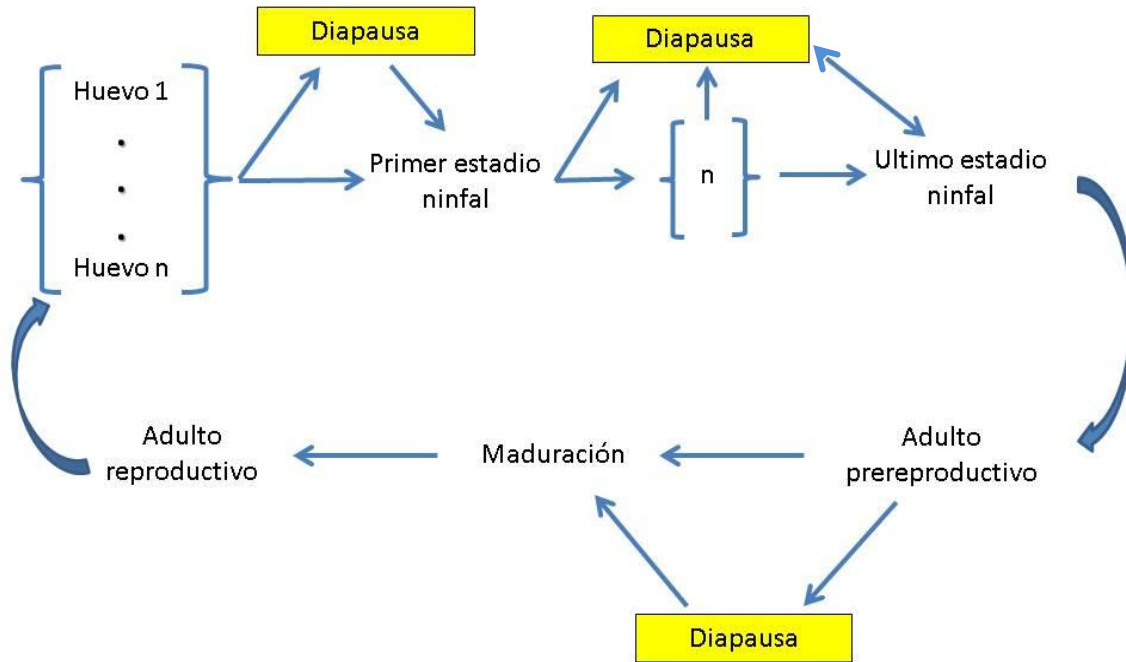
## 2.2 Diapausa y voltinismo

### 2.2.1 Introducción

El término diapausa surge en 1893 para describir un estado de la morfogénesis de una especie de acridio (Andrewartha 1952). Posteriormente, este término fue adoptado por la ecología y la fisiología y redefinido como el estado fisiológico de descanso o dormancia que suele ocurrir en un gran número de insectos (Andrewartha 1952, Kerkut & Gilbert 1985). La diapausa por lo general ocurre en el estado del ciclo de vida que está mejor adaptado para resistir las adversidades ambientales. Andrewartha (1952) sugiere que al hablar de diapausa se debe pensar el desarrollo en términos de aspecto morfológico como la morfogénesis, y el aspecto fisiológico como su análogo la fisiogénesis. De esta forma, podemos considerar a la diapausa como el estadio en la fisiogénesis que debe ser completado como prerequisite para la reanudación de la morfogénesis.

Tanto la diapausa embrionaria como las migraciones son interpretadas como mecanismos que permiten a los insectos en general y a los acridios en particular atravesar períodos desfavorables (Tauber *et al.* 1986, Joern & Gaines 1990, Danks 2006, 2007). La diapausa es considerada como un mecanismo que posibilita sincronizar el desarrollo con las condiciones ambientales cuando estas son predecibles, y de esta forma sortear exitosamente los cambios estacionales que se producen en el ambiente (Tauber *et al.* 1986, Danks 2006). Por ejemplo, en ambientes templados los individuos se desarrollan durante el verano y entran en diapausa durante el invierno (Uvarov 1977, Danks 2006). Este tipo de ciclo es el que se considera “típico” de acridios, aunque tal vez esto se deba en parte a que la mayoría de los ciclos estudiados corresponden a acridios de climas templados con inviernos fríos (Uvarov 1977).

**Figura 17.** Ciclo de vida generalizado de acridios donde pueden verse algunas de las posibilidades de diapausa. Si bien los ciclos de vida pueden ser muy diferentes entre las especies de acridios el siguiente esquema muestra un cuadro general de las posibilidades. (Fuente: Modificado de Joern & Gaines 1990).



La diapausa puede ocurrir en cualquier estado del ciclo de vida (Fig. 17) (Andrewartha, 1952, Joern & Gaines 1990, Chapman 1998). Por ejemplo, si la misma ocurre en el estado de huevo puede iniciarse cuando el embrión es aún muy joven, a la mitad de su crecimiento o cuando está a punto de eclosionar. En el estado ninfal la diapausa puede ocurrir en cualquiera de los estadios aunque suele ocurrir en el último. No obstante, la diversidad de opciones posibles, el estado/estadio en el cual la diapausa ocurre suele ser característico para cada especie (Andrewartha 1952, Joern & Gaines 1990). En contraposición, la incidencia de la diapausa puede ser altamente variable, no solo de especie a especie, sino también entre diferentes poblaciones de una misma especie (Andrewartha 1952). La diapausa puede ser obligatoria o facultativa, entendiéndose por especies con diapausa obligatoria a aquellas que normalmente poseen una sola generación anual y cuyos huevos entran en un período de reposo o latencia obligado en etapas tempranas de la embriogénesis. Por su parte, las especies con

diapausa facultativa son capaces de tener más de una generación anual si las condiciones son favorables. En caso contrario, los huevos entran en diapausa hasta que las condiciones sean adecuadas. El número de generaciones por año (voltinismo) se correlaciona con el tipo de diapausa embrionaria que presenta una especie. Mientras que una diapausa embrionaria obligatoria conduce al univoltinismo, una diapausa facultativa o la ausencia de diapausa permiten el bivoltinismo o multivoltinismo.

Estos aspectos resultan relevantes desde una perspectiva aplicada ya que las especies de tucuras con capacidad de desarrollar más de una generación por año (bivoltinas o multivoltinas) tienden a requerir esfuerzos de control más sostenidos (es decir, prolongados en el tiempo) que las especies univoltinas (Campodónico 1969, Krall & Wilps 1994, Lange *et al.* 2005). A su vez, una segunda generación puede producir aumentos en las densidades de las poblaciones y su potencial de daño. Cabe señalar la importancia de realizar estudios sobre la biología de los acridios ya que la utilización del conocimiento derivado de los mismos puede ser de importancia para el éxito en campañas de control con el fin de reducir los daños.

Entre las especies del género *Dichroplus*, al igual que la mayoría de las tucuras, se presentan ambos tipos de diapausa embrionaria (obligatoria y facultativa) (Turk & Barrera 1979). No obstante, existe información contradictoria respecto del tipo de diapausa embrionaria que presenta *D. elongatus* y su correspondiente voltinismo. Mientras que algunos autores (Campodónico 1966, 1968, 1969, Barrera & Paganini 1975, Luiselli *et al.* 2002) sostienen que esta especie presenta diapausa embrionaria facultativa y por ende capacidad de poseer más de una generación al año, otros autores (Liebermann 1949, Turk & Barrera 1979, Sisler 1981, Lange 1986, de Wysiecki *et al.* 1997, Mariottini *et al.* 2011b) sostienen que *D. elongatus* presenta diapausa obligatoria y es univoltina.

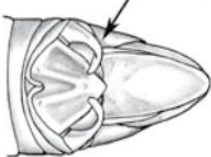
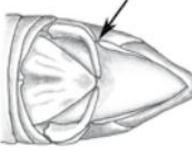
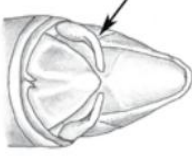
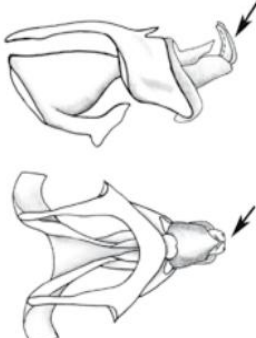
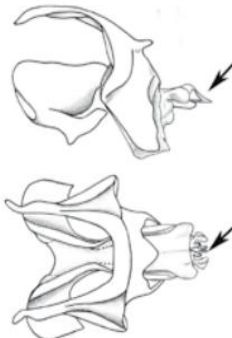
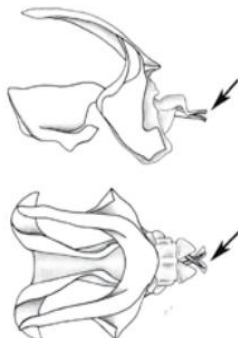



En este sentido, el objetivo de este capítulo es abordar el estudio de este aspecto controversial de la biología de *D. elongatus*, ya que el tipo de diapausa embrionaria y el voltinismo a ella asociada resulta un aspecto indispensable de esclarecer, pues se trata de una de las principales características biológicas de los acridios que debe ser considerada y conocida al momento del manejo de sus poblaciones.

### 2.2.2 Materiales y métodos.

Los ejemplares de *D. elongatus* utilizados en este estudio provinieron de las zonas donde se contaba con registros de una posible segunda generación mediante observaciones de campo: Guaminí, provincia de Buenos Aires (Campodónico 1968, 1969); Rafaela, provincia de Santa Fe (Luiselli *et al.* 2002) y San Miguel de Tucumán, provincia de Tucumán (Barrera & Paganini 1975). Los ejemplares fueron colectados como adultos mediante el uso de redes entomológicas y transportados vivos al laboratorio. La identificación de los insectos colectados requirió la observación de los cercos de los machos y del complejo fálico siguiendo a Ronderos *et al.* (1968). De lo contrario, cuando se examina exclusivamente su morfología externa, *D. elongatus* puede ser fácilmente confundida con otras especies del género (COPR 1982, Bardi *et al.* 2011, Cigliano *et al.* 2012) (Fig. 18). Una de estas especies, simpátrica con *D. elongatus* y por lo general presente en las localidades de muestreo, es *Dichroplus exilis* (Carbonell *et al.* 2006, Bardi & Lange 2011, Bardi *et al.* 2011) (Fig. 19 y 20). Una vez en el laboratorio, los insectos se mantuvieron siguiendo los procedimientos empleados por Henry (1985a) y Lange (1986) para la reproducción de tucuras en cautiverio. Los individuos fueron colocados en jaulas de aluminio (20 x 20 x 30 cm) con paredes de alambre tejido, usualmente utilizadas a nivel mundial (Henry 1985, Hinks & Erlandson, 1994) y mantenidas en una sala de cría bajo condiciones controladas (30°C, 14L: 10O, 40% HR), condiciones de comprobada efectividad para la cría de *D. elongatus* (Lange 1986). Los insectos fueron alimentados con hojas frescas de distintas hierbas, y lechuga, repollo y salvado de trigo. Cada jaula fue provista de sustratos para la puesta de huevos, consistentes en recipientes de plástico transparente de 10 cm de profundidad, con arena tamizada y esterilizada (Fig. 21). Los sustratos fueron humedecidos periódicamente para evitar que los huevos perdieran turgencia y viabilidad. La termorregulación, el apareamiento y la oviposición fueron estimulados con una bombilla de 75 W suspendida 15 cm por encima de cada jaula.



**Figura 18.** Clave para la diferenciación de *Dichroplus elongatus* de dos de las especies más similares (*Dichroplus patruelis*, *Dichroplus exilis*) presentes en Argentina (Fuente: Cigliano *et al.* 2012)

	<i>Dichroplus elongatus</i>	<i>Dichroplus patruelis</i>	<i>Dichroplus exilis</i>
Cercos de los machos			
	Con la mitad distal plana y ligeramente espatulada	Con la mitad distal cilíndrica, ápice agudo	Con la mitad distal redondeada
Cíngulo y endofalo, vistas lateral y dorsal			
	Valvas apicales con el tercio distal curvado en ángulo de 90°	Valvas apicales con ápice afinado, con apéndice membranoso	Valvas apicales entrecruzadas en su tercio distal
Fémur posterior, página interna, carena superior			
	Sin máculas	Con tres máculas oscuras apenas visibles	Con tres máculas oscuras evidentes
Color tibias posteriores	Verde azuladas	Verde azuladas	Anaranjadas

Los sustratos fueron reemplazados cada diez días. Las posturas presentes en cada sustrato no fueron removidas para evitar cualquier perturbación sobre las mismas que pudiese alterar el normal desarrollo de los huevos. Debido a esto, se tomó el número promedio de 24 (15 – 34), huevos por postura (de Wysiecki *et al.* 1997; Cigliano & Lange 1999) para estimar el número de posturas que eclosionaron en cada sustrato (Tabla IX).

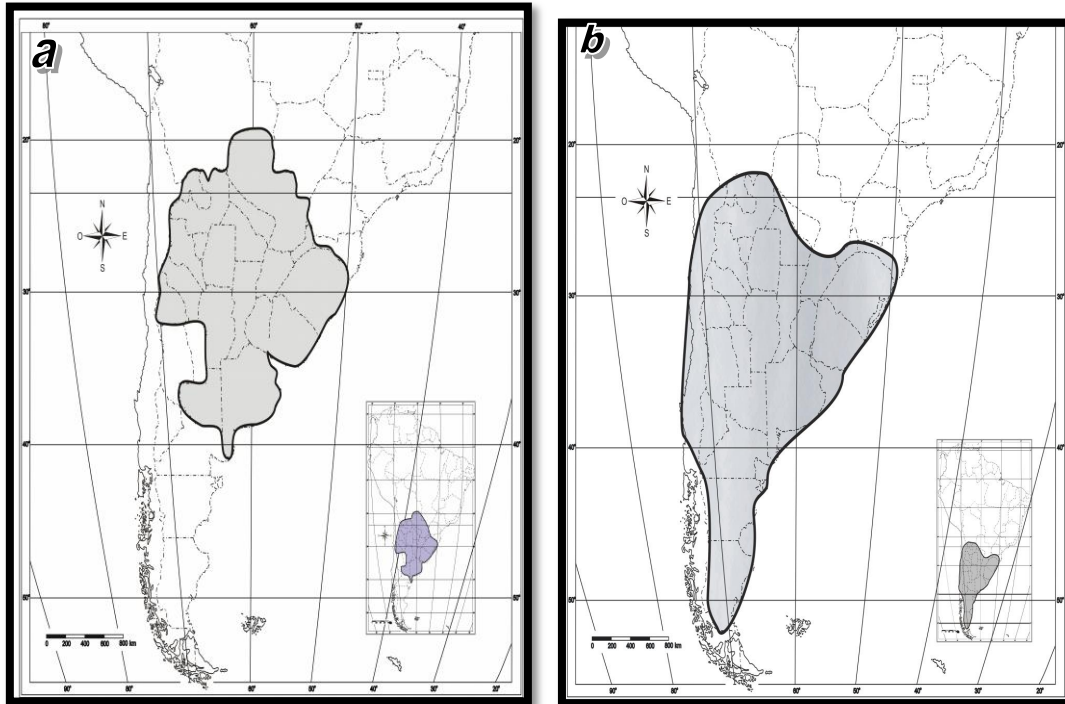
**Tabla IX:** Estimación del número aproximado de posturas eclosionadas en base al número de nacimientos de *Dichroplus elongatus*.

Número de Nacimientos	Número de Posturas Eclosionadas
Sin nacimientos	Cero posturas
< 10	Eclosiones ocasionales que no corresponden a una postura completa
$\geq 10 \leq 24$	Eclosión de 1 postura
$\geq 25 \leq 50$	Eclosión de 1 o 2 posturas
$\geq 51$	Eclosión de 3 o más posturas

**Figura 19.** Hembras adultas de *Dichroplus elongatus* (izquierda) y de *Dichroplus exilis* (derecha).



**Figura 20.** Solapamiento de la distribución geográfica de dos tucuras del género *Dichroplus*: (a) – *Dichroplus exilis* y (b) - *Dichroplus elongatus*.



Luego de retirados de las jaulas, los sustratos recibieron uno de tres tratamientos. Algunos fueron puestos directamente en refrigeración (4° C) durante al menos dos meses, procedimiento que se utiliza para “romper” la diapausa obligatoria en los acridios (Breije & Blickenstaff 1974, Oma *et al.* 1990), seguido de incubación bajo las mismas condiciones controladas ya mencionadas, durante dos meses o hasta producirse nacimientos. Otros sustratos se incubaron directamente (sin refrigeración) durante siete meses. Por último, otros recibieron cinco meses de incubación directa, luego dos meses de refrigeración y posteriormente fueron puestos nuevamente a incubar durante dos meses o hasta producirse nacimientos. Mientras permanecieron en incubación, los sustratos fueron verificados al menos dos veces al día en busca de eclosiones.

**Figura 21.** Sustratos utilizados para la oviposición donde se aprecian posturas de *Dichroplus elongatus* (flechas). Escala: 10 mm



### 2.2.3 Resultados

Se obtuvieron 20 sustratos, cada uno conteniendo varias posturas (Fig. 21): siete a partir de ejemplares provenientes de Guaminí, nueve de Rafaela y cuatro de San Miguel de Tucumán. Sobre ellos se aplicaron los tres tratamientos antes mencionados como se indica en la tabla X. Luego de siete meses de incubación no se produjeron eclosiones en sustratos que no fueron expuestos a refrigeración. Por el contrario, numerosas eclosiones se produjeron en sustratos sometidos a refrigeración, correspondientes a varias cohortes que eclosionaron casi al mismo tiempo o en el lapso de unos pocos días (Tabla X). Luego de la eclosión, el desarrollo ninfal transcurrió con normalidad, completando los 5 estadios previos a la aparición de los adultos de acuerdo a lo conocido para la especie (Cigliano & Lange 1999, Mariottini 2009).

**Tabla X:** Número de sustratos, ocurrencia de eclosiones, número de nacimientos y cohortes (entre paréntesis) de *Dichroplus elongatus* producidos bajo incubación a 30 °C con o sin período de refrigeración (4°C).

	Guaminí (Buenos Aires)			Rafaela (Santa Fe)			San Miguel de Tucumán (Tucumán)		
	Nº de sustratos	Eclosión	Nº de nacimientos	Nº de sustratos	Eclosión	Nº de nacimientos	Nº de sustratos	Eclosión	Nº de nacimientos
<b>Incubación 7 meses sin refrigeración</b>	2	NO	0 (0)	3	NO	0 (0)	1	NO	0 (0)
<b>Incubación 5 meses, refrigeración 2 meses, incubación durante 2 meses o hasta registrar nacimientos.</b>	3	SI	158 (6)	2	SI	39 (2)	2	SI	26 (1)
<b>Refrigeración 2 meses, seguida de incubación durante 2 meses o hasta registrar nacimientos.</b>	2	SI	41 (2)	4	SI	75 (3)	1	SI	52 (2)

#### 2.2.4 Discusión.

Los resultados de esta experiencia (Tabla X) concuerdan con los esperados para una especie con diapausa embrionaria obligatoria y una única generación anual ya que no se registraron nacimientos ni en los sustratos que permanecieron cinco meses en incubación continua antes de ser sometidos a refrigeración, ni en aquellos que permanecieron en incubación por un lapso de siete meses y nunca fueron sometidos a frío. Por el contrario, numerosos nacimientos se produjeron en todos los sustratos sometidos a un periodo de frío. Si bien en el transcurso de la experiencia (algo más de siete meses) no se registraron nacimientos en ninguno de los sustratos que no fueran expuestos a un período de refrigeración para romper la diapausa, una vez concluida la experiencia y luego de más de ocho meses de incubación continua se produjeron unos pocos nacimientos ocasionales (nueve de manera discontinua en el transcurso de un mes) en uno de los sustratos con posturas provenientes de ejemplares de Tucumán. Además de escasos, dichos nacimientos requirieron de un largo tiempo de incubación (más de ocho meses) por lo que no parece ser posible una segunda generación anual debida a los mismos.

Este fenómeno parece concordar con observaciones realizadas en *Melanoplus differentialis* en los Estados Unidos (Oma *et al.* 1990). En efecto, a partir de la selección de ejemplares que nacían de manera esporádica e irregular, luego de hasta nueve meses de incubación sin necesidad de refrigeración a lo largo de varias generaciones, dichos autores lograron obtener una colonia de ejemplares sin diapausa partiendo de ejemplares que en condiciones naturales presentaban diapausa embrionaria obligatoria. Es importante destacar que el género *Melanoplus* es considerado como “género hermano” (sister genus) de *Dichroplus*, emparentado no solo filogenéticamente (Chapco *et al.* 2001, Amédégnato *et al.* 2003), sino también cumpliendo roles ecológicos similares (Gangwere & Ronderos 1978, Vickery 1989).

El voltinismo es un aspecto de la biología que resulta importante conocer para la comprensión de la dinámica poblacional de las plagas y para la correcta toma de decisiones a la hora de aplicar medidas de control. Esta experiencia surge de la necesidad de resolver una controversia acerca del voltinismo de *D. elongatus*. Liebermann (1949) fue el primer investigador en realizar observaciones sobre el voltinismo de *D. elongatus*, postulando la existencia de diapausa embrionaria

obligatoria y una sola generación anual. La controversia sobre el tipo de diapausa embrionaria de *D. elongatus* y el consiguiente número de generaciones por año tiene sus orígenes cuando Campodónico (1966), basado en observaciones a campo y en la incubación de desoves procedentes del sudoeste de la provincia de Buenos Aires, citara dos generaciones anuales para esta especie, considerando a la temperatura como presunto efecto inhibitor de la diapausa invernal y descartando la posible asincronía en las eclosiones como causante de la segunda generación (Campodónico 1966, 1968, 1969). Campodónico concluye que, además de *D. elongatus*, poseen diapausa embrionaria facultativa *D. conspersus*, especie que recientemente ha sido mencionada por Mariottini *et al.* (2011b) como univoltina, y otras dos especies que actualmente ya no pertenecen al género *Dichroplus*: *Ronderosia bergi* y *Baeacris punctulatus*. Ahora bien, Campodónico (1968) realiza su investigación en dos etapas, una etapa (meses fríos) donde somete los desoves a condiciones de 14°C y 14-10 Luz/Oscuridad y la segunda etapa (meses cálidos) donde los mantiene bajo las siguientes condiciones: 22°C y 14-10 Luz/Oscuridad y registra la obtención de dos generaciones. Sin embargo, aclara que previamente a la incubación de la primera generación las posturas fueron sometidas a 5°C por un período de siete días a intervalos de 20 días durante cuatro meses. Dicho procedimiento es prácticamente equivalente a los 2 meses de frío utilizados en esta experiencia para romper la diapausa. A su vez, Campodónico (1966) considera la temperatura como posible factor inhibitor de la diapausa, postulación que se descarta con los resultados de la presente experiencia dado que las posturas incubadas a 30°C sin período de frío no presentaron eclosiones, por lo que la diapausa embrionaria se generó independientemente de la temperatura que recibieron las posturas. Si bien Campodónico descarta la asincronía de eclosiones como la causa de la aparición en sus observaciones de ninfas y adultos simultáneamente en el campo, es posible que la misma sea la causante de la contradicción de sus resultados y el presente trabajo, ya que en sus experiencias de laboratorio siempre la primera generación con la que trabajó recibió un período de frío y la segunda generación, podría no haber sido tal, sino el producto de eclosiones que se produjeron de manera tardía.

Por su parte, Barrera y Paganini (1975) postulan la existencia de dos generaciones anuales basados en observaciones a campo de ejemplares copulando en el mes de abril. Sin embargo, en investigaciones posteriores, uno de los autores concluye que *D. elongatus* posee una sola generación (Turk & Barrera 1979). Dicha

contradicción en la información quizás tenga su origen en una posible confusión en la identificación de la especie a campo. Asimismo, el estudio realizado por Sisler (1981) resulta un tanto ambiguo, dado que si bien la autora postula la existencia de diapausa facultativa para *D. elongatus*, sus experiencias concluyen de manera inversa, pues solo se completa el desarrollo embrionario y se producen nacimientos en aquellas posturas sometidas a un período de frío.

Por último, es posible que los resultados contradictorios de Luiselli *et al.* (2002), quienes postularon la existencia de diapausa embrionaria facultativa para *D. elongatus*, y los de esta experiencia también surjan de una identificación errónea de la especie. Esto se explicaría ya que es posible que *D. elongatus*, relativamente escasa en las inmediaciones de Rafaela (Gráfico g), podría haber sido confundida con *D. exilis*, especie con diapausa facultativa y capacidad multivoltina (Barrera & Turk 1977, Turk & Barrera 1979) y relativamente abundante en la región (Tabla VII). Esta posibilidad de un error en la identificación de la especie se ve reforzada por la ausencia de *D. exilis* en los trabajos sobre acridios para esa zona (Salto & Beltrame 1999 a y b, Zequin *et al.* 1999, Beltrame *et al.* 2002, Luiselli *et al.* 2002).

Debido a la variabilidad intraespecífica que puede existir en el tipo de diapausa embrionaria, particularmente en especies con amplia distribución geográfica (Andrewartha 1952, COPR 1982, Joern & Gaines 1990) como la que presenta *D. elongatus*, y atendiendo al hecho de que la heterogeneidad de condiciones ambientales puede incidir sobre la intensidad y control de la diapausa en los insectos, no es posible descartar de manera terminante la coexistencia de ambas posturas citadas acerca del voltinismo en *D. elongatus* (univoltinismo vs bivoltinismo). En este sentido, Rosetti y Remis (2012) detectaron la ocurrencia de una considerable variación genética intraespecífica en *D. elongatus* con respecto a otros grupos de ortópteros. Sin embargo, los resultados de este estudio sugieren que *D. elongatus* posee diapausa embrionaria obligatoria y una generación al año al menos en el Sur, centro y noroeste de Argentina.



### **3. Aspectos sobre el biocontrol de *Dichroplus elongatus***

#### **3.1 Potencialidad del apicomplejo *Gregarina ronderosi* como agente de biocontrol.**

##### **3.1.1 Introducción**

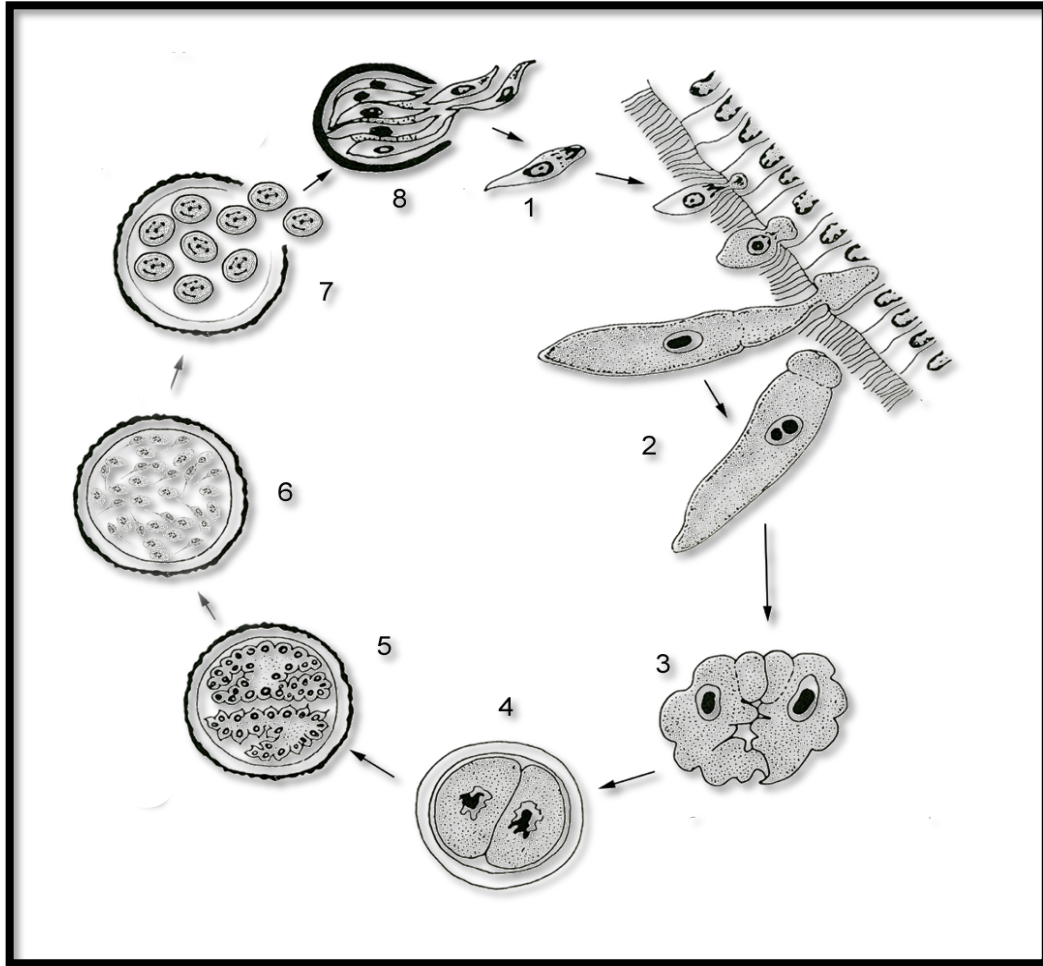
Las gregarinas son protistas parásitos de cavidades corporales de invertebrados cuyo grupo ha sido tradicionalmente ubicado en el phylum Protozoa y actualmente se encuentran en el phylum Apicomplexa (Lange & Lord 2012). La taxonomía del grupo ha sido ambigua y varios esquemas de clasificación han sido propuestos (Reyes-Villanueva 2004). Las gregarinas pertenecen a la subclase Gregarinasina. Esta a su vez se divide en tres órdenes: Archigregarinorida, Neogregarinorida y Eugregarinorida basándose en el tipo de división celular y de hospedador (Perkins 2000). Las eugregarinas (Eugregarinorida) se consideran un grupo monofilético dentro del phylum Apicomplexa (Clopton 2009).

Debido a que los insectos constituyen un grupo hiperdiverso y una sola especie de insecto puede hospedar varias especies de gregarinas (Clopton & Janovy 1993), las eugregarinas podrían ser uno de los grupos de parásitos más comunes y diversos. El orden Eugregarinorida contiene más de 1600 especies agrupadas en 244 géneros (Clopton 2002). Este número resulta exiguo si consideramos que la mayoría de los invertebrados pueden contener gregarinas y solo han sido reportadas para el 1 % de los mismos (Levine 1988). Por este motivo podemos considerar que aún restan por conocer las especies de gregarinas parásitas del 99% de los invertebrados conocidos (Clopton 2002). Es por ello que los trabajos disponibles sobre eugregarinas son en su gran mayoría en el área de la taxonomía y la sistemática y poco se sabe acerca de la

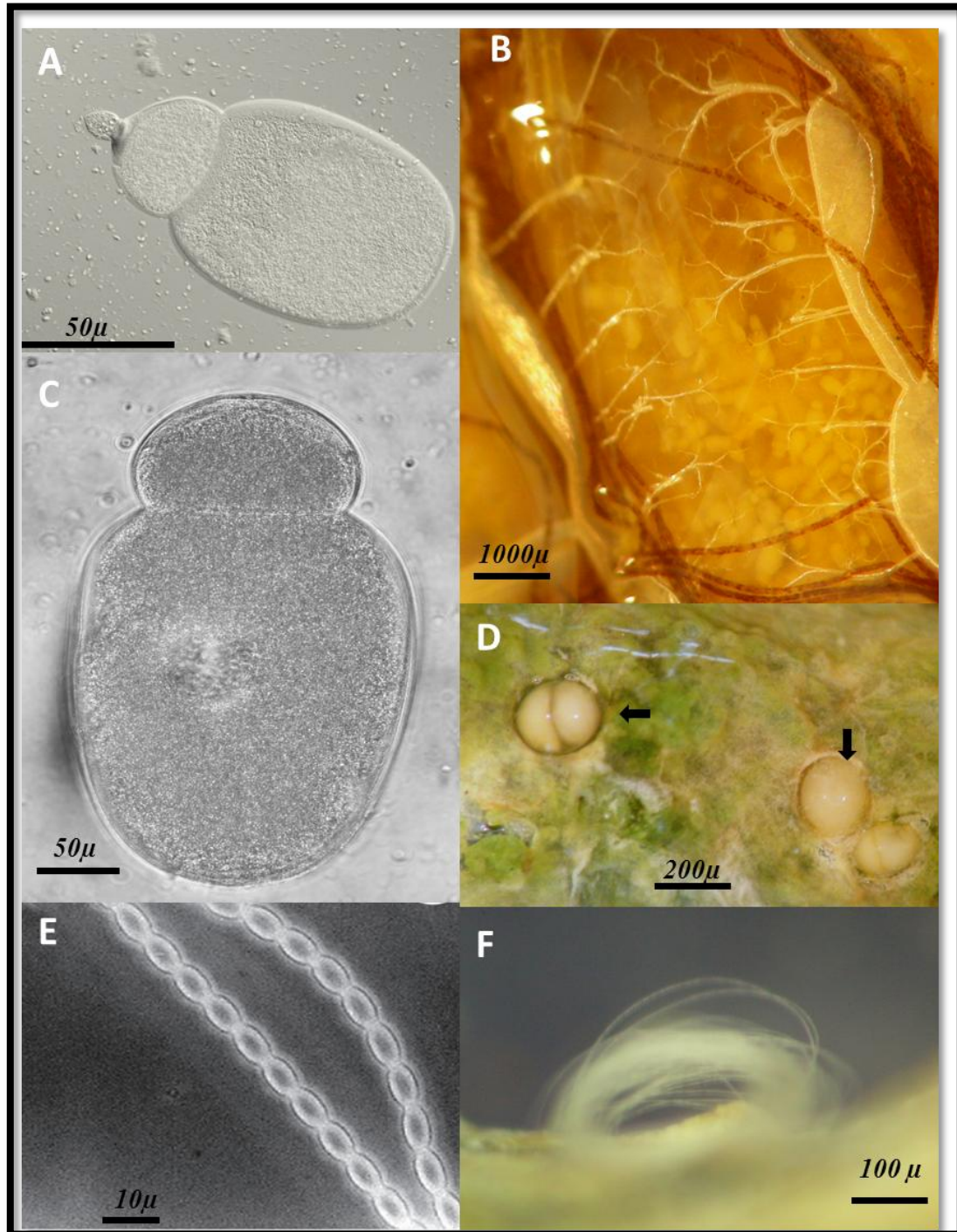
epizootiología y el efecto sobre sus hospedadores (Brooks & Jackson 1990). Las eugregarinas parásitas de acridios no escapan a esta tendencia y únicamente se han realizado un reducido número de trabajos explorando el efecto que estas causan sobre sus hospedadores (Harry 1970, Pushkala & Muralirangan 1997, Johny *et al.* 2000, Muralirangan *et al.* 2000). En Argentina, son escasos los registros de gregarinas en acridios. Solo dos especies han sido descritas con su ciclo de vida completo (Lange & Wittenstein 2002, Lange & Cigliano 2004). Una de ellas es *Gregarina ronderosi*, que parasita el tracto digestivo de ninfas y adultos de *D. elongatus* (Lange & Wittenstein 2002). Las eugregarinas, al igual que la mayoría de los protistas no suelen mostrar marcada patogenicidad (Lange & Lord 2012). Su eventual impacto negativo suele expresarse sobre el hospedador de manera crónica a través de la disminución del tamaño corporal, haciendo más lento el desarrollo y disminuyendo la longevidad y la fertilidad (Brooks & Jackson 1990, Reyes-Villanueva 2004, Rodríguez *et al.* 2007). Así, la muerte del insecto suele producirse debido a otras causas y el efecto de las gregarinas sólo acelera o facilita el proceso.

El ciclo de vida de las eugregarinas es homogéneo dentro del grupo (Fig. 22). Las eugregarinas se propagan en las poblaciones de sus hospedadores por transmisión horizontal, vía ingestión de ooquistes o propágulos (Perkins *et al.* 2000). *Gregarina ronderosi* Lange, al igual que el resto de las eugregarinas, ingresa *per os* mediante la ingestión de ooquistes (Fig. 23 E-F). Después de ser ingerido por un huésped susceptible los ooquistes liberan esporozoítos, los cuales constituyen las formas infectivas. Una vez en el acridio, los esporozoítos salen de los ooquistes en el tracto digestivo y se desarrollan adheridos al epitelio intestinal, convirtiéndose primero en trofozoítos (Fig. 23 A) y posteriormente en gamontes (Fig. 23 B y C). Normalmente esta es la etapa de desarrollo que es detectada en los insectos infectados. Esto se debe a que los gamontes y gametocistidios (Fig. 23 B, C y D) son los estados de desarrollo más grande y conspicuos, y por lo tanto son visibles bajo lupa. Es importante destacar que, a diferencia de lo que ocurre con las neogregarinas, en las eugregarinas no existe esquizogonia o merogonia, es decir que no se produce dentro del hospedador una multiplicación adicional que aumente el número de individuos (Lange & Lord 2012).

**Figura 22.** Ilustración del ciclo de vida general de eugregarinas. (1) Esporozoítos, (2) Trofozoítos, (3) Gamontes, (4 a7) Gametoquiste, (8) Ooquistes dentro de un gametoquiste. (Fuente: modificado de Vivier & Desportes 1990)



**Figura 23.** Estados de desarrollo de *Gregarina ronderosi*. (A) Trofozoíto - (B) Gamontes en el intestino medio - (C) Gamonte - (D) Gametoquistes maduro (derecha) e inmaduro (izquierda) - (E y F) Ooquistes en cadenas.



En la actualidad, existe un interés creciente por la búsqueda de alternativas al control químico para la supresión de plagas agrícolas debido a que el empleo de insecticidas de manera extensiva es considerado inaceptable debido al riesgo ambiental (Prior & Greathead 1989, Lomer *et al.* 2001). En este sentido, una opción es el uso de agentes microbianos de control biológico (Inglis *et al.* 2007). La importancia de esta área de investigación se basa en que los patógenos son a menudo un factor decisivo en la limitación de las poblaciones naturales de insectos (Lecuona 1996, Inglis *et al.* 2007, Vega & Kaya 2012). En este contexto, las eugregarinas han sido relegadas como agentes de control biológico, puesto que parecieran ser poco patogénicas y sus infecciones suelen pasar desapercibidas al no causar efectos conspicuos en sus hospedadores. No obstante, se ha demostrado que cuando las infecciones son fuertes, generalmente cuando los hospedadores se encuentran en condiciones subóptimas, los efectos adversos se magnifican (Brooks & Jackson 1990, Rodríguez *et al.* 2007). Diversos autores han demostrado la presencia de efectos adversos causados por gregarinas, los cuales se ven principalmente reflejados en disminuciones del peso y la longevidad. Por ejemplo, Harry (1970) registró una disminución significativa en el peso de los machos de *Schistocerca gregaria* Forsskål, infectados con *Gregarina garnhami* (Canning). Dicho autor sostiene que este efecto se debe a que las gregarinas podrían estar actuando como una barrera entre la comida presente en el lumen del tracto digestivo y las células epiteliales, afectando los procesos de digestión y absorción del alimento. Johny *et al.* (2000) encontraron una disminución en el peso y el consumo de *Atractomorpha crenulata* (Fabricius) infectadas con *Leidyana subramanii* Pushkala y Muralirangan y *Retractocephalus dhawannii* Johny, Muraliranga y Sanjayan. Observaciones similares han sido publicadas para *Tenebrio molitor* Linneo (Harry 1967, Rodríguez *et al.* 2007) y en *Gryllus veletis* Alexander & Bigelow (Zuk 1987). En todos los casos, dichas alteraciones resultaron evidentes cuando los huéspedes presentaron infecciones fuertes.

Dada la falta de información existente acerca de la epizootiología de las infecciones de gregarinas en acridios de la Argentina, el objetivo de este capítulo fue iniciar el registro de la distribución geográfica de *G. ronderosi*, su prevalencia natural y la intensidad de las infecciones a campo. A su vez se determinó, mediante experiencias de laboratorio, la curva de prevalencia respecto del tiempo y se propone una categorización cualitativa para medir las intensidades de las infecciones.

### 3.1.2 Materiales y métodos.

**Distribución geográfica.** Se realizaron muestreos durante las temporadas 2008 al 2012 en las comunidades de tucuras de la provincia Pampeana para determinar la presencia y prevalencia de *G. ronderosi* en *D. elongatus*. Cada muestra consistió en el total de tucuras capturadas mediante 200 golpes de red entomológica a lo largo de transectas de acuerdo a lo descrito por Lange y de Wysiecki (2005). Una vez en el laboratorio, los acridios fueron conservados por congelación (- 32° C) hasta proceder a su examen. Inmediatamente después de descongelado, cada ejemplar fue identificado por estadio de desarrollo y sexo. La presencia-ausencia de *G. ronderosi* en las muestras se determinó mediante la disección individual y observación de órganos y tejidos bajo microscopio simple (X20) y en caso de ser necesario con microscopía de contraste de fases (X100, X400).

**Ensayos.** Los ejemplares de *D. elongatus* utilizados provinieron de Girondo, Pehuajó, Buenos Aires (localidad tipo de *G. ronderosi*). Los mismos fueron colectados como ninfas mayores y adultos con el uso de redes entomológicas. Una vez en el laboratorio, se formaron grupos de 30 individuos adultos (15♀ - 15♂) que fueron mantenidos en jaulas de aluminio con paredes de alambre tejido de (20x20x30 cm) bajo condiciones controladas (30°C, 14L: 10O, 40% HR), hasta ser sacrificados a distintos intervalos de tiempo (bioensayo 1: 10, 20, 30; bioensayo 2: 3, 6, 9 días). El resto de los ejemplares fueron inmediatamente conservados por congelación (- 32° C) hasta su posterior examen a fin de determinar su condición (infectado vs. sano). Para ello los individuos fueron examinados por métodos de disección individual y observación de órganos y tejidos, bajo microscopio simple (X20) o con microscopía de contraste de fases (X100, X400). Además, se retiraron y examinaron mediante microscopio simple (X40) 150 heces, para cada intervalo de tiempo, en busca de gametoquistes para confirmar la presencia/ausencia de infecciones (Fig. 23 D). Estos son indispensables para la transmisión y el aumento de la prevalencia e intensidad de la infección.

Para determinar la existencia de diferencias significativas en la intensidad de las infecciones respecto del tiempo se utilizaron Tablas de Contingencia. En todas las pruebas estadísticas un valor de  $p < 0,05$  fue considerado significativo. Todos los

análisis se realizaron con el programa estadístico R versión 2.13.1 (R Development Core Team 2011).

- **Ensayo 1:** Se colectaron 216 individuos de *D. elongatus* y se formaron tres grupos de 30 individuos adultos (15♀ - 15♂) que fueron sacrificados a intervalos de 10, 20 y 30 días. Los ejemplares restantes (n=126) fueron inmediatamente sacrificados y examinados a fin de conocer la prevalencia inicial de *G. ronderosi*. Se realizaron Tablas de contingencia entre el primer intervalo (0 – 10 días) y entre (10 y 30) para ver si había variación en la intensidad de las infecciones.
- **Ensayo 2:** Se colectaron 130 individuos de *D. elongatus*, se formaron tres grupos de 30 individuos adultos (15♀ - 15♂) que fueron sacrificados a intervalos de 3, 6 y 9 días. Los ejemplares restantes (n=40) fueron inmediatamente sacrificados y examinados a fin de conocer la prevalencia inicial de *G. ronderosi*. Se realizaron Tablas de contingencia entre el primer intervalo (0 – 3 días) y entre (3 y 9) para ver si había variación en la intensidad de las infecciones.

**Categorización:** Los ejemplares infectados fueron categorizados para determinar la intensidad de la infección. Las categorías se diagramaron teniendo en cuenta dos criterios: el tipo de instrumento y aumento necesario para su diagnóstico y el número de secciones del tracto digestivo afectadas. Es decir, si la infección era detectada a simple vista (ojo desnudo), con la ayuda de microscopio simple (lupa) o microscopio compuesto, y el número de zonas del tracto digestivo que ocupa la infección. Para ello, el tracto digestivo se dividió en: Anterior (faringe y buche) – Medio (estómago y ciegos gástricos) y Posterior (intestino y recto) (Fig. 24). Las categorías resultantes fueron:

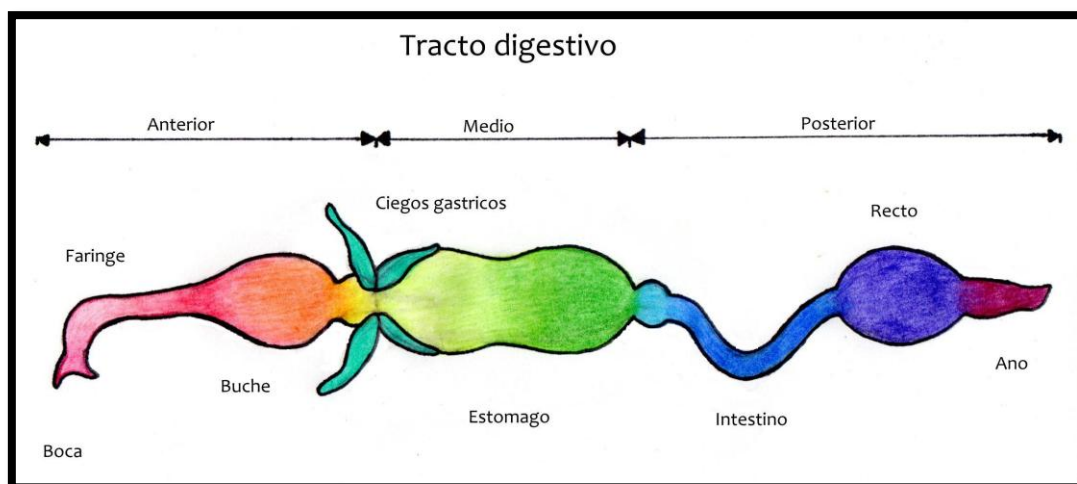
**Muy fuerte:** si la infección ocupa más de una zona del tracto digestivo y es evidente a “ojo desnudo”, es decir sin necesidad de recurrir al microscopio simple (Fig. 25).

**Fuerte:** si la infección ocupa solo una zona del tracto digestivo, siendo esta generalmente el digestivo medio, y es evidente a “ojo desnudo” (Fig. 26).

**Moderada:** si la infección ocupa solo una zona del digestivo y es detectable con la ayuda de microscopio simple.

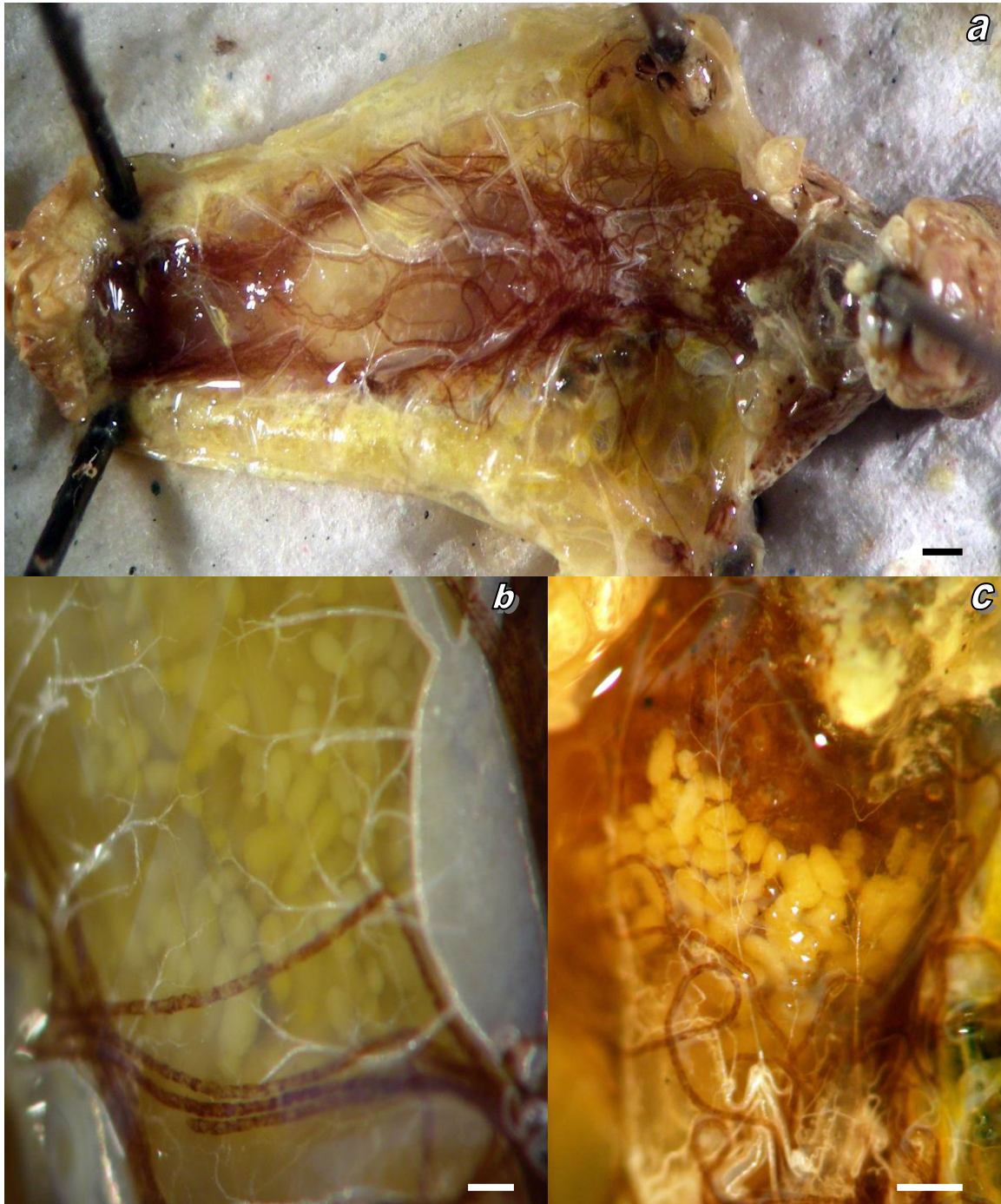
**Leve:** si la infección ocupa solo una zona del digestivo, y se debe recurrir al microscopio compuesto para confirmar la infección.

**Figura 24.** Esquema del tracto digestivo de un acridio donde pueden verse las distintas secciones y partes consideradas para la categorización.

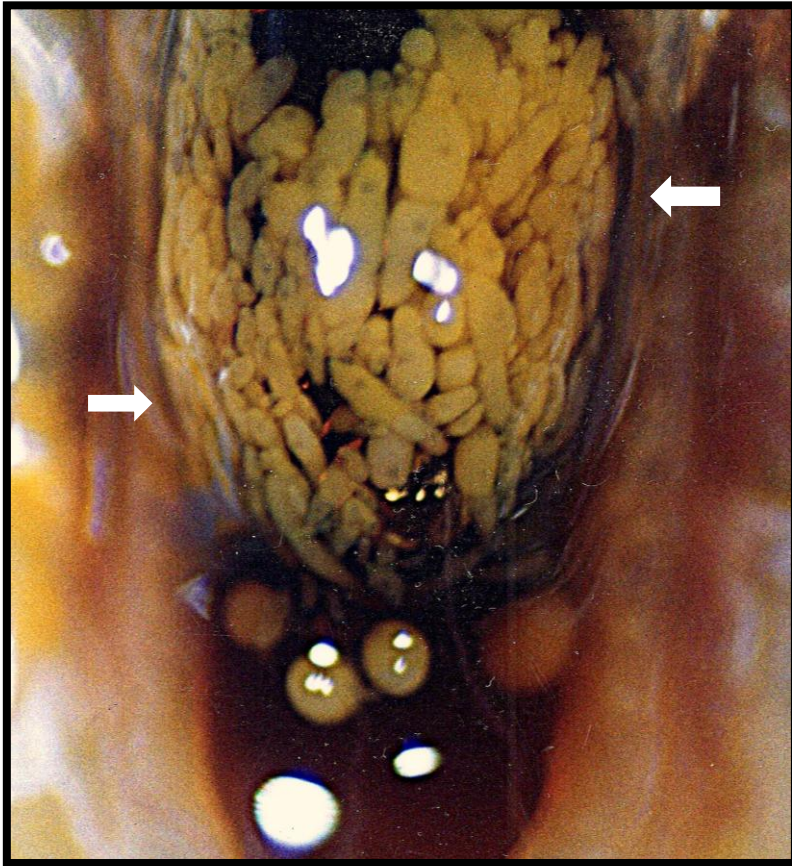




**Figura 25.** (a) Infección Muy fuerte, donde se observa más de una zona del tracto digestivo afectado por *Gregarina ronderosi*. (b) detalle del digestivo medio y (c) anterior. Escala: 1mm



**Figura 26.** Digestivo medio de *Dichroplus elongatus*, donde puede observarse una infección categoría fuerte producida por *Gregarina ronderosi*.



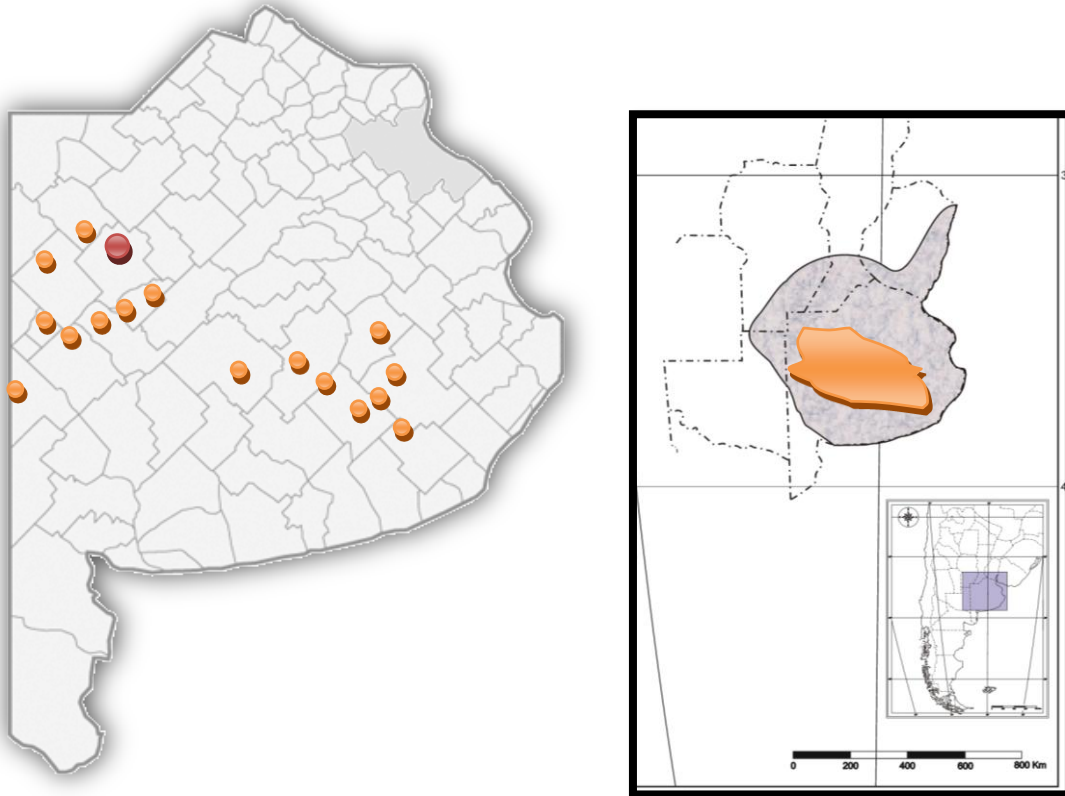
### 3.1.3 Resultados

**Distribución geográfica, prevalencia e intensidad.** *Gregarina ronderosi* ha sido detectada al menos una vez en 19 sitios de muestreo (Tabla XI). Los sitios se encuentran distribuidos principalmente en el Oeste y centro de la provincia de Buenos Aires delimitando un área relativamente bien definida (Fig. 27). La prevalencia varió entre 2,2 – 89,3 %, con un valor promedio de  $25,3 \pm 5,4$  % ( $n = 1161$ ). Del total de individuos afectados, solo tres (0,7 %) presentaron infecciones muy fuertes (MF), 81 (20 %) fuerte (F), 215 (53 %) moderadas (M) y 105 (26 %) infecciones leves (L).

**Tabla XI.** Sitios de muestreo donde se detectó la presencia de *Gregarina ronderosi* en *Dichroplus elongatus*, prevalencia y categorización de las infecciones: (MF) Muy Fuerte; (F) Fuerte; (M) Moderada; (L) Leve

Localidad	Año	%	MF	F	M	L	(n)
Girondo	2008	22,2	0	4	14	10	126
Udaquiola	2009	88,74	3	42	71	18	151
Ayacucho	2009	4,08	0	0	1	1	49
Cruce Rta 29 y 226	2009	2,17	0	0	1	0	46
Tandil	2009	7,14	0	0	1	0	15
Azul	2009	8,33	0	0	1	0	12
E. Querandies	2009	62,5	0	3	14	8	40
Ibarra	2009	82	0	9	22	10	50
Cruce Rta 29 y 226	2010	4,34	0	0	1	0	24
e/ Az y Tand	2010	12,5	0	1	0	0	8
Daireaux	2010	14,2	0	0	1	1	16
Guamini.	2010	18,75	0	0	2	1	16
Udaquiola	2011	3,33	0	0	1	1	60
Ayacucho	2011	25	0	6	10	4	100
Fulton	2011	8,9	0	0	1	3	45
Ibarra	2011	89,3	0	7	25	10	47
Pirovano	2011	28,2	0	0	5	6	39
Guaminí	2011	72,13	0	5	23	16	61
Garre	2011	46,8	0	0	14	8	47
TQ Lauq.	2011	4,25	0	0	0	2	47
Pehuajó	2011	20,68	0	2	1	3	29
Udaquiola	2012	2,7	0	1	0	0	37
Pirovano	2012	4,76	0	0	1	0	21
TQ Lauq	2012	9	0	0	0	1	11
Lag. Alsina	2012	21,4	0	0	2	1	14
Rivera	2012	10	0	1	2	1	40
Ibarra	2012	10	0	0	1	0	10
<b>Promedio/Totales</b>		<b>25,31</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>215</b>	<b>105</b>	<b>1161</b>

**Figura 27.** Mapa con las localidades donde fue detectada la presencia de *Gregarina ronderosi*, incluida en rojo la localidad tipo (Girondo).



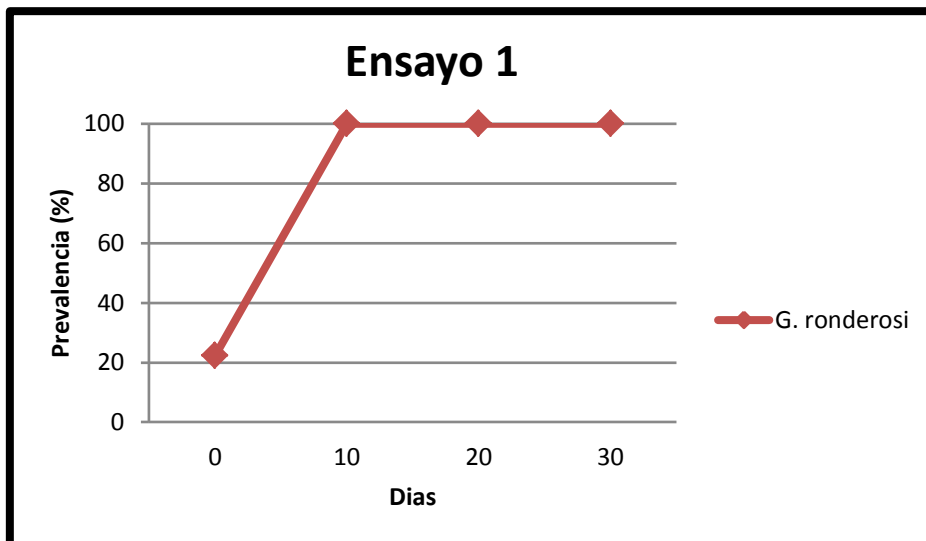
### **Ensayos.**

**Ensayo 1:** Se detectó la presencia de *G. ronderosi* en el 22, 22 % de la muestra obtenida a campo (prevalencia natural e inicial), de las cuales cuatro presentaron una intensidad fuerte, catorce moderada y diez baja (Tabla XII). Transcurridos 10 días del inicio del ensayo, la prevalencia aumentó al 100 % y no se modificó luego de 20 o 30 días de capturados los ejemplares (Grafico i). La intensidad de las infecciones entre los 10 y 30 días no evidencia diferencias significativas ( $X\text{-squared} = 0.8195$ ,  $df = 2$ ,  $p\text{-value} = 0.6638$ ), sin embargo si hay diferencias con respecto a la intensidad hallada a campo ( $X\text{-squared} = 7.9545$ ,  $df = 2$ ,  $p\text{-value} = 0.01874$ ). No fueron observadas en esta experiencia infecciones que alcanzaran el rango de “muy fuerte”. Fueron detectados gametoquistes en todos los intervalos de tiempo.

**Tabla XII.** Número de infecciones registradas a distintos intervalos de tiempo para las distintas categorías propuestas.

Días	Leve	Moderada	Fuerte	Muy Fuerte	Total	Prevalencia (%)	(n)
0	10	14	4	0	28	22,22	126
10	2	19	9	0	30	100	30
20	5	23	2	0	30	100	30
30	2	22	6	0	30	100	30

**Gráficoi.** Prevalencia de *Gregarina ronderosi* respecto al tiempo.

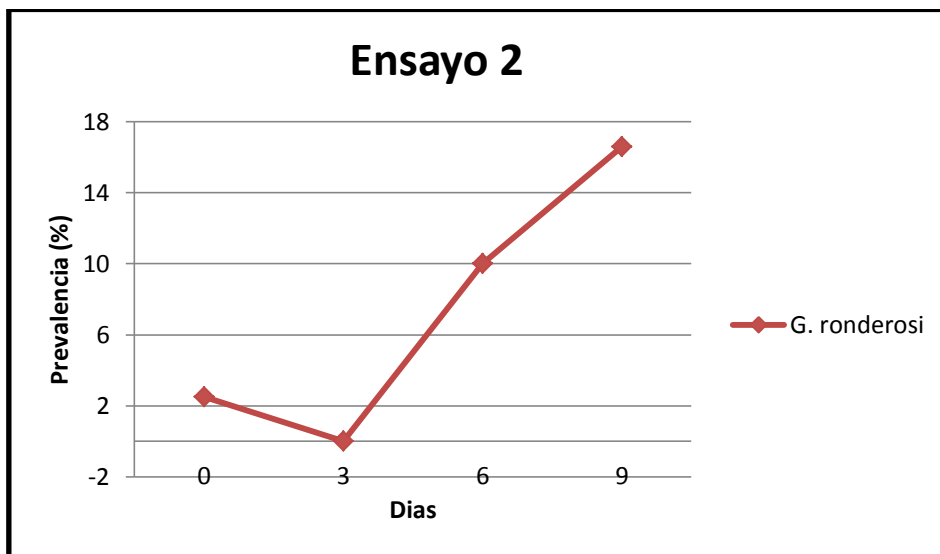


**Ensayo 2:** Se detectó la presencia de *G. ronderosi* en el 2,5 % de la muestra obtenida a campo (prevalencia natural e inicial), el único individuo afectado presentó una intensidad media de infección (Tabla XIII). Transcurridos tres días de cautiverio, la presencia de *G. ronderosi* no fue detectada, mientras que a los 6 y 9 días fue del 10 y 16,6 % respectivamente (Grafico j). La intensidad de las infecciones a los 3, 6 y 9 días no pudo ser cotejada mediante la prueba de  $\chi^2$ , debido a las bajas frecuencias observadas. No fueron observadas en esta experiencia infecciones que alcanzaran el rango de “muy fuerte”. Fue detectada la presencia de gametoquistes a los 6 y 9 días, no así a los 3 días.

**Tabla XIII.** Número de infecciones registradas a distintos intervalos de tiempo para las distintas categorías propuestas.

Días	Leve	Moderada	Fuerte	Muy Fuerte	Total	Prevalencia (%)	(n)
0	0	1	0	0	1	2,5	40
3	0	0	0	0	0	0	30
6	3	0	0	0	3	10	30
9	2	2	1	0	5	16,6	30

**Gráfico j.** Prevalencia de *Gregarina ronderosi* respecto al tiempo.



### 3.1.4 Discusión

Las eugregarinas suelen ser abundantes en tres niveles: entre una gran diversidad de invertebrados (riqueza específica), en la proporción de individuos de una población que afectan (prevalencia) y a nivel del individuo afectado (intensidad). En esta sección se analizan las infecciones de *G. ronderosi* en *D. elongatus* en dos de estos niveles (población e individuo), sentando las bases para un posterior análisis más profundo

sobre las afecciones que *G. ronderosi* causa sobre su hospedador natural *D. elongatus*. A nivel poblacional, hasta el presente trabajo, donde *G. ronderosi* fue detectada en 19 localidades (Tabla. XI), solo se tenía registro de su presencia en la localidad tipo (Lange & Wittenstein 2002). Las detecciones se encuentran distribuidas principalmente en el centro de la provincia fitogeográfica Pampeana (Fig. 27), presentando una prevalencia promedio del  $25,3 \pm 5,4$  % (2,2 – 89,3 %). A nivel individual hasta el momento solo se habían registrado infecciones naturales leves con unos pocos trofozoítos solitarios y gamontes asociados (Lange & Wittenstein 2002). En este trabajo fueron detectadas infecciones fuertes y muy fuerte (categorías F y MF), en condiciones naturales (Tabla XI), situación desconocida para *G. ronderosi* en particular y siendo aparentemente un suceso inusual para eugregarinas parásitas de acridios en general (Henry 1969, Johny *et al.* 1999).

Debido al modo de dispersión que posee *G. ronderosi*, uno esperaría que tanto la intensidad como la prevalencia aumenten con el tiempo en condiciones de hacinamiento, ya que dichas variables dependen de manera directa del número de ooquistes (unidades infectivas) ingeridos por un individuo, puesto que no se produce división dentro del hospedador (ausencia de ezquizogonia). Como era esperado, la prevalencia aumentó muy rápidamente en condiciones de hacinamiento (30 ejemplares en una jaula de 20x20x30 cm) llegando al 100 % en diez días a partir de una prevalencia del 22.2 % y luego permaneciendo constante a través del tiempo (Gráfico i). Incluso partiendo de una prevalencia inicial baja (2,5 %), en un período menor a 10 días, la misma aumentó considerablemente (Gráfico j). Por el contrario, en el ensayo 1 (aquel con mayor tiempo de confinamiento) si bien se registraron diferencias entre las intensidades inicial y las registradas a los 10 días ( $p=0.01874$ ), la intensidad de las infecciones no variaron significativamente entre los 10 y 30 días ( $p=0.6638$ ). Esto parecería indicar, al menos dentro de los plazos de tiempo utilizados para estas experiencias, una independencia de la intensidad respecto del tiempo, por lo que las intensidades de las infecciones podrían depender de otro u otros factores.

Dada la intensidad de las infecciones registradas en condiciones naturales (Fig. 25), estas probablemente puedan estar afectando a los individuos de *D. elongatus*, pues la presencia de tal magnitud de trofozoítos y gamontes (Fig. 23 a-c) en el lumen del tracto digestivo medio posiblemente esté actuando como una barrera entre el alimento y las paredes del mismo como ha sido propuesto por Harry (1970), e incluso hasta puedan

estar bloqueando total o parcialmente el tránsito del alimento a lo largo del tracto digestivo. A su vez, las múltiples lesiones causadas por el anclaje de los trofozoítos al epitelio del digestivo (Fig. 22), puede ser una vía de entrada para otros patógenos como las bacterias, causando la muerte del individuo por septicemia (Brooks & Jackson 1990, Boucias & Pendland 1998). Por último, el debilitamiento de los individuos podría potenciar los efectos causados por infecciones con alguno de los microsporidios patógenos de *D. elongatus*, produciéndose infecciones mixtas que maximicen los efectos de uno o ambos patógenos. Infecciones de tipo mixtas entre *P. locustae* o *L. dichroplusae* y *G. ronderosi* han sido ocasionalmente registradas a lo largo de este estudio.

Los muestreos realizados en distintos puntos de la provincia Pampeana indican que *G. ronderosi* se encuentra ampliamente distribuida (Fig. 27) y, en algunos casos, con altas prevalencias naturales (Tabla XI). Esta situación quizás permitiría la utilización de técnicas de control del tipo aumentativas como ha sido postulado para otras eugregarinas parásitas de acridios en la India (Muralirangan *et al* 2000). A su vez, los estudios de laboratorio, si bien preliminares, parecen concordar con los estudios a campo en cuanto a la posible consideración de *G. ronderosi* como potencial agente de control puesto que los resultados de las experiencias señalan que en caso de presentarse una alta densidad de individuos y una prevalencia inicial cercana al 20%, esta se incrementaría rápidamente (Gráfico i), producto de una efectiva transmisión horizontal.

A partir de los resultados obtenidos y según las características de *G. ronderosi* que han sido mencionadas en el presente trabajo: amplia distribución en la provincia Pampeana, altas prevalencias e intensidades fuertes de las infecciones sumadas a una rápida propagación en caso de hacinamiento (situación que podría darse durante una explosión poblacional), es posible considerar a esta especie como un potencial agente de control de *D. elongatus*. De todos modos, estudios que permitan cuantificar los efectos de infecciones fuertes de *G. ronderosi* sobre parámetros tales como la mortalidad, consumo, longevidad y fecundidad de *D. elongatus* deberán ser realizados para arribar a una conclusión definitiva.



## **3.2 Interacción entre dos microsporidios patógenos de *Dichroplus elongatus*: *Paranosema locustae* y *Liebermannia dichroplusae*.**

### **3.2.1 Introducción**

Los microsporidios (Microsporidia) son parásitos intracelulares obligados que utilizan las células del hospedador para obtener la energía necesaria para su metabolismo y reproducción. Prueba de ello es que carecen de las organelas que se encuentran típicamente en células eucariotas como peroxisomas, membranas de Golgi y mitocondrias. Los microsporidios son actualmente considerados afines a los hongos, aunque el lugar que filogenéticamente ocupan aún permanece incierto (Solter *et al.* 2012). Si bien la mayoría de la evidencia ubica a los microsporidios dentro del reino Fungi (Corradi & Keeling 2009), su morfología, biología e interacciones con el hospedador son únicas. Más allá de las discusiones en cuanto a su clasificación y filogenia, es importante considerar el rol que cumplen en sistemas naturales y en los programas de control biológico, ya que la mayoría de las más de 1300 especies descritas de microsporidios son patógenos de invertebrados, principalmente insectos (Solter *et al.* 2012).

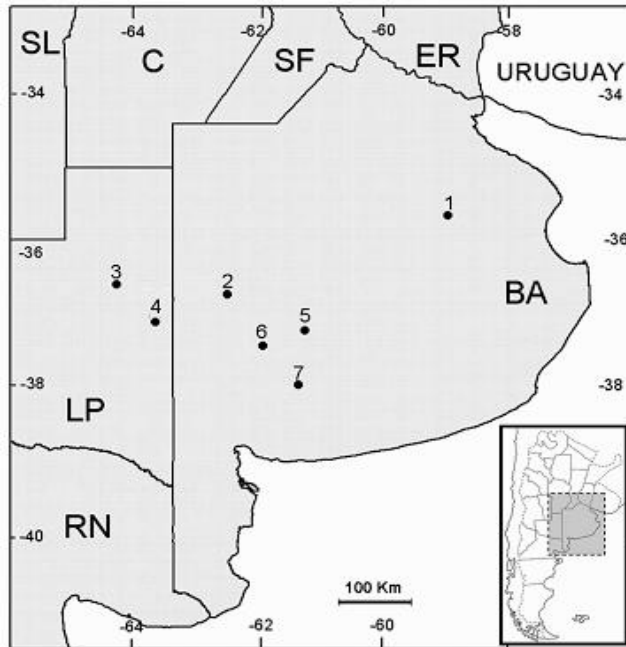
La transmisión típica ocurre cuando un hospedador susceptible ingiere esporos (forma infectiva resistente o propágulo) durante su alimentación. Las infecciones causadas tienden a ser crónicas con efectos sobre el hospedador que van desde prácticamente benignas, hasta enfermedades agudas, dependiendo de la especie de microsporidio y la especie hospedadora. Generalmente, los efectos se ven sobre el tiempo de desarrollo juvenil, disminución del peso corporal, y/o de la fecundidad y longevidad de los adultos, letargia y cambios en el comportamiento (Becnel & Andreadis 1999, Solter *et al.* 2012).

*Dichroplus elongatus* presenta de manera natural la ocurrencia de infecciones de dos microsporidios: *Liebermannia dichroplusae* Lange y *Paranosema locustae* (Canning). *Paranosema locustae* es un microsporidio patógeno formador de esporos del tejido adiposo de un amplio espectro de especies de acridios que fue desarrollado en los

Estados Unidos de América como agente de biocontrol a largo plazo (Henry & Oma 1981, Henry 1990, Johnson 1997, Lange & Cigliano 2005). Dos años antes de ser registrado en los EE. UU. (1980) *P. locustae* fue introducido en nuestro país en varios sitios de la provincia Pampeana (Fig. 28) y la Patagonia entre 1978-1982 y en 1996, respectivamente (Lange & Cigliano 2005, Bardi *et al.* 2012). Desde su introducción a finales de la década del setenta y hasta 1991 (Lange 1992) el establecimiento de *Paranosema locustae* no fue registrado, pues durante años no se hicieron esfuerzos tendientes a su detección. Desde entonces, su presencia ha sido monitoreada y constatada en las comunidades de acridios de la provincia Pampeana (Lange & Cigliano 2005, Bardi *et al.* 2012) y, en menor medida, en el valle de Gualjaina, en el Noroeste de la provincia de Chubut y en la provincia de Neuquén en inmediaciones de Loncopué (Lange & Cigliano 2005, 2010, Lange & Azzaro 2008, Lange 2010). Dado que todas las especies de que habitan en Argentina son nativas (Carbonell *et al.* 2006), la introducción de *P. locustae* representa un claro ejemplo de una "nueva asociación" o control biológico neoclásico (Hokkanen & Pimentel 1984, Lockwood 1993, Eilenberg *et al.* 2001). Si bien las introducciones se realizaron en varios puntos, *P. locustae* se estableció como un factor biótico adicional de mortalidad de las poblaciones de acridios únicamente en el Oeste de la provincia Pampeana, en el valle de Gualjaina (Chubut) y en Loncopué (Neuquén) (Lange 2003a, Lange & Cigliano 2005, Lange & Azzaro 2008). La alta susceptibilidad de muchas de las especies de tucuras de nuestro país (Lange & Cigliano 2005, Bardi *et al.* 2012) y los niveles relativamente elevados de esporulación mostrados por el patógeno en varias de ellas (Lange 2003b), serían dos de los factores que facilitaron su establecimiento. Sin embargo, parece observarse una tendencia según la cual *P. locustae* se habría establecido principalmente en aquellas zonas donde *L. dichroplusae* no está comúnmente presente.

Por su parte, *Liebermannia dichroplusae* fue originalmente descrito como *Perezia dichroplusae* (Lange 1987a) y posteriormente transferido al género *Liebermannia* (Sokolova *et al.* 2007). Es un patógeno de las células epiteliales de los túbulos de Malpighi, que causa severas alteraciones morfológicas y funcionales a nivel de los mismos (Lange 1987b) (Fig. 29). Su principal mecanismo de transmisión es por vía vertical materna (transovárica) (Lange 1987a, 1997). Este fenómeno concuerda con una ocurrencia de infecciones de tipo enzoóticas en la naturaleza (presencia persistente y bajas prevalencias) (Andreadis 1987, Lange 1989, 2003a). La inducción de

infecciones experimentales de *L. dichroplusae* no ha resultado posible hasta el momento (Lange 1989, 2003a). Desde 1994 se ha obtenido información acerca de la ocurrencia natural de *L. dichroplusae* en la provincia Pampeana, a través de la obtención y posterior examen de numerosas muestras de las comunidades de acridios (Lange 1989, 1992, 2003a).



**Figura 28** – Los siete puntos de introducción de *Paranosema locustae* en la provincia Pampeana. 1, Gorchs; 2, Casbas; 3, Santa Rosa; 4, Macachín; 5, General Lamadrid; 6, Coronel Suárez; 7, Coronel Pringles. BA, Buenos Aires; C, Córdoba; ER, Entre Ríos; LP, La Pampa; SF, Santa Fe; SL, San Luis; RN, Río Negro

El hecho de que *D. elongatus* se vea afectado por dos especies de microsporidios, claramente distinguibles entre sí no es una situación común o frecuente al considerar a los microsporidios en general. Si bien existen algunos reportes de infecciones mixtas, en tales casos a menudo se describe lo que ahora se sabe representan distintos tipos de esporos producidos por una misma especie de microsporidio.

No obstante, existen algunos registros donde ciertos insectos son afectados por más de una especie de microsporidio en diferentes zonas de su área de distribución (Solter *et al.* 2002). En Argentina se ha citado la ocurrencia de infecciones con los microsporidios *Thelohania solenopsae* Knell, Allen y Hazard (recientemente transferido al genero *Kneallhazia solenopsae* (Sokolova & Fuxa 2008), y *Vairimorpha invictae* Jouvenaz y Ellis en las poblaciones de la hormiga de fuego *Solenopsis invicta* Buren (Valles *et al.* 2004, Valles & Briano 2004, Briano 2005, Briano *et al.* 2006), incluso detectándose ambos microsporidios en una misma colonia de hormigas (Briano 2005, Briano *et al.* 2006).

Teniendo en cuenta la importancia económica de *D. elongatus* (COPR 1982, Cigliano *et al.* 2000, 2012), el objetivo central de este capítulo fue el de iniciar el estudio de las interrelaciones entre las dos especies conocidas de microsporidios que afectan a *D. elongatus*: *P. locustae* y *L. dichroplusae*. En este sentido, se profundizó el conocimiento acerca de la distribución geográfica y prevalencia de *L. dichroplusae* dentro y fuera de la zona de establecimiento de *P. locustae* en la provincia Pampeana en busca de la ocurrencia natural de infecciones por ambos patógenos (mixtas). Además, se realizaron bioensayos tendientes a obtener evidencia sobre la existencia o no de un posible antagonismo entre estos dos microsporidios. Estos estudios son importantes para la obtención de información acerca de uno de los factores que pueden afectar el establecimiento de patógenos como agentes de control biológico (Solter *et al.* 2002, Pilarska *et al.* 2006).

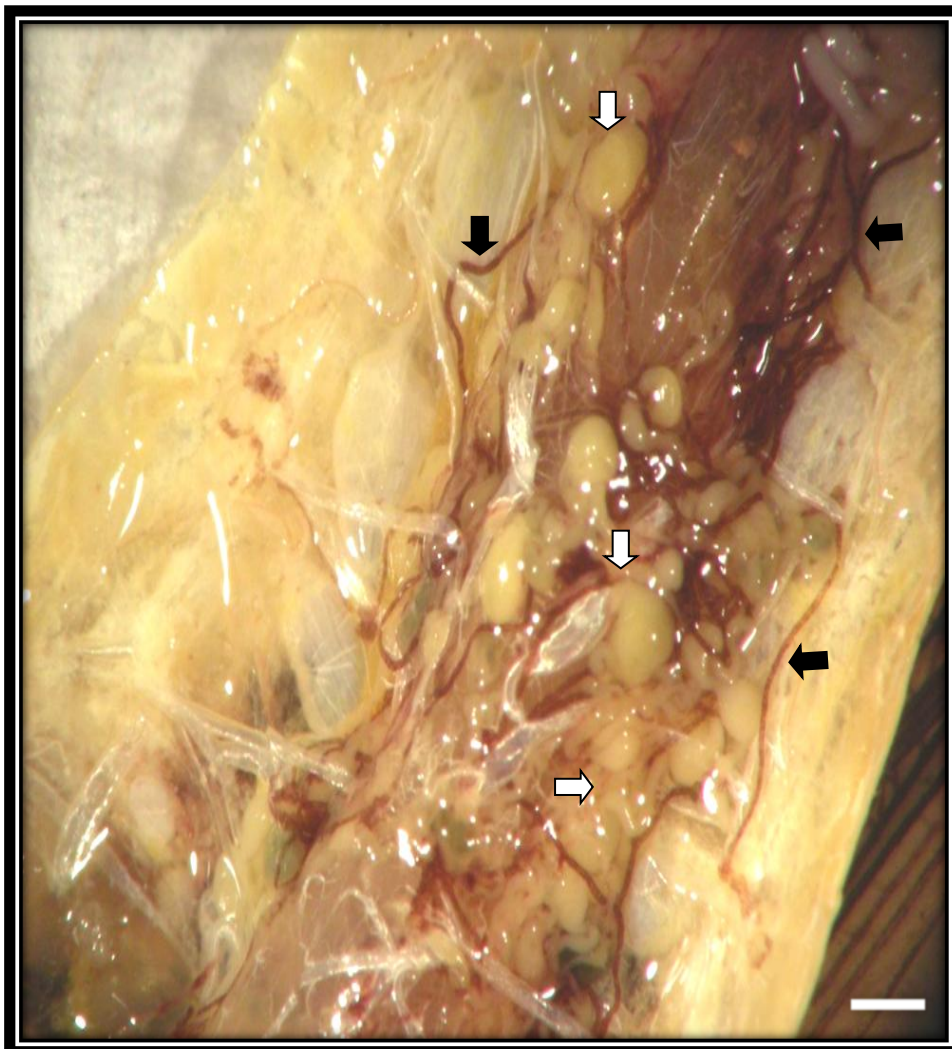
### **3.2.2 Materiales y métodos.**

Las colectas de acridios se realizaron durante los meses de enero y febrero de 2009 a 2012. Cada muestra consistió en el total de tucuras capturadas mediante 200 golpes de red entomológica. Una vez en el laboratorio, las tucuras fueron conservadas por congelación (- 32° C) hasta su procesamiento. Luego de descongelada, cada tucura fue identificada por especie, sexo, estado y estadio de desarrollo.

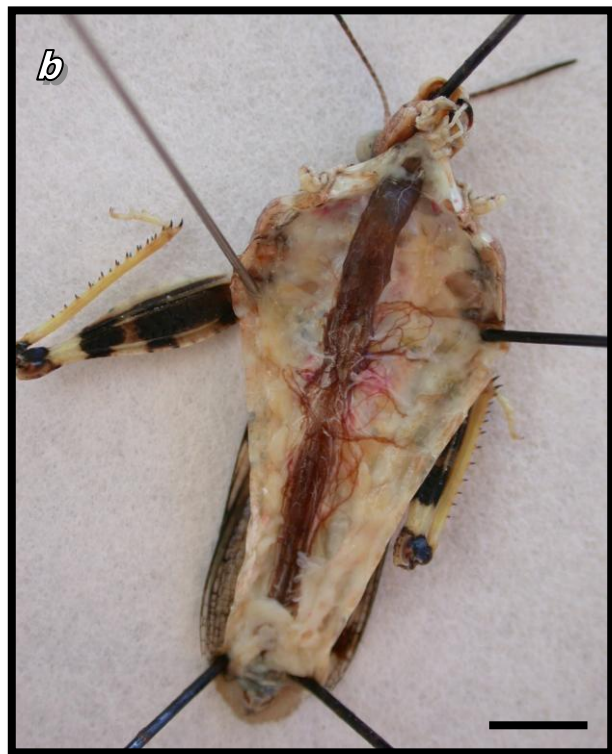
La presencia-ausencia de *L. dichroplusae* fue determinada por disección ventral longitudinal y examen microscópico de los túbulos de Malpighi, seguido de homogeneización individual de ejemplares en agua bidestilada y observación de alícuotas del homogenato resultante bajo microscopía de contraste de fases (X400, X1000) según Lange y Henry (1996) y Undeen y Vávra (1997). Dichas infecciones pueden ser fácilmente discriminadas de aquellas ocasionadas por *P. locustae*, también presente en la zona de estudio, ya que además de diferir en los órganos afectados, se diferencian por varios caracteres morfológicos (Tabla XIV). Aunque en infecciones avanzadas, *P. locustae* puede afectar el tejido nervioso, las gónadas y el intestino, el principal sitio de desarrollo de las infecciones es el cuerpo graso, donde la acumulación de esporos en los adipositos causa hipertrofia y cambio de coloración de los mismos que pasan de un amarillo translúcido brillante (Fig. 30a) a un color cremoso opaco (Fig.

30b). Asimismo, la localización de las infecciones con *L. dichroplusae* son las células epiteliales de los túbulos de Malpighi (Lange 1987b) y en menor medida las gónadas (Lange 1989). Los túbulos afectados por infecciones avanzadas de *L. dichroplusae* muestran sus paredes hipertrofiadas con un cambio de coloración de parda a blanca lechosa. En individuos con infecciones avanzadas o fuertes, la mayoría de los túbulos de Malpighi se presentan blancos e hipertrofiados, con segmentos redondeados, por la acumulación de inmensas cantidades de esporos y con una marcada disminución o cese de los movimientos contorsivos y peristálticos (Fig. 29).

**Figura 29.** Disección ventral de un ejemplar de *Dichroplus elongatus* con una infección fuerte de *Liebermannia dichroplusae* donde puede apreciarse la diferencia entre los túbulos de Malpighi sanos o levemente infectados de color pardo y delgados (flechas negras), y los túbulos fuertemente infectados que se presentan blancos e hipertrofiados, con segmentos redondeados por la acumulación de esporos (flechas blancas). Escala 1mm



**Figura 30.** (a), Acridio en condición sana donde puede verse el cuerpo grasos de color amarillo translucido brillante; (b) Acridio infectado con *Paranosema locustae* donde puede verse el cuerpo graso de un color cremoso opaco a causa de la acumulación de esporos. Escala 5mm

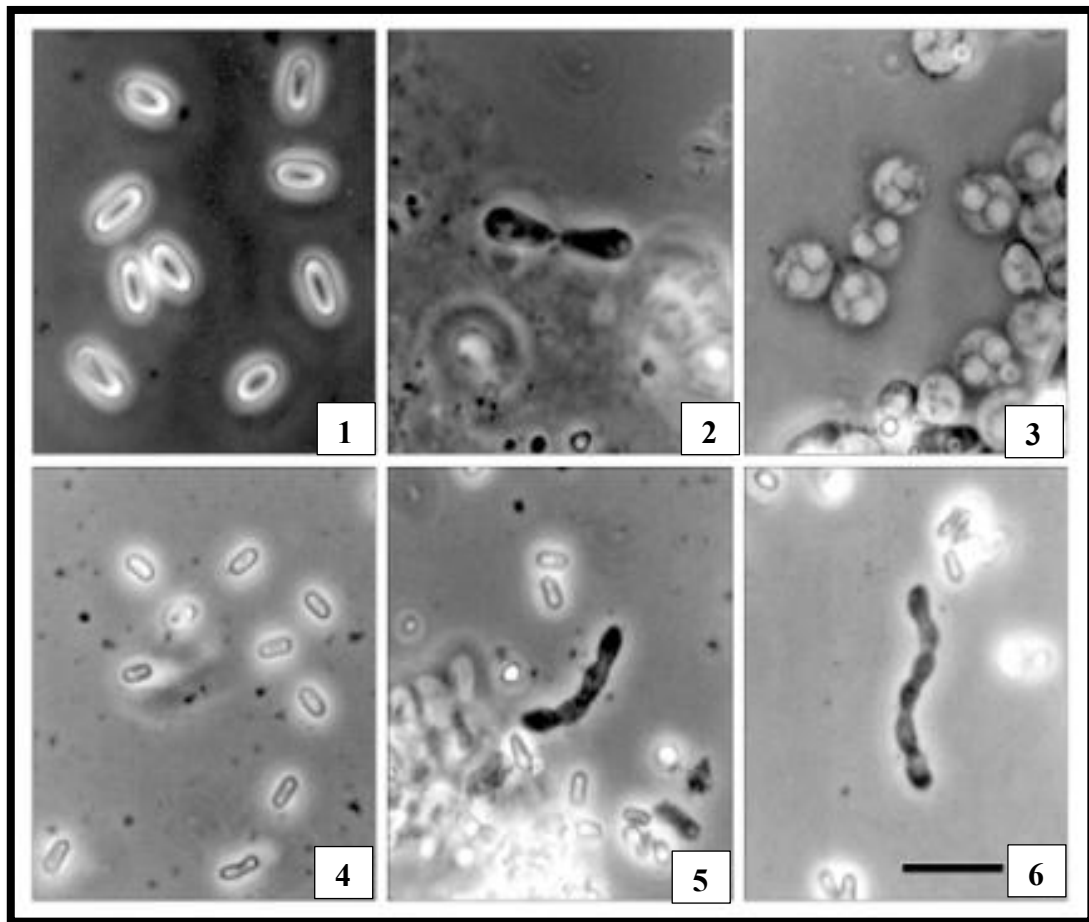


Respecto a la forma y tamaño de los esporos, *P. locustae* posee esporos más grandes (5,2 X 2,8  $\mu\text{m}$ ), con poca variación en el tamaño excepto por algunos macroesporos teratológicos (Henry & Oma 1981). Las etapas del ciclo de desarrollo (merontes, esporontes) son mayormente redondeados y siempre con núcleos íntimamente apareados (diplocarióticos) y esporogonia diesporoblástica (formación de dos esporoblastos a partir de un esporonte) (Sokolova & Lange 2002, Lange 2003a). Los esporos de *L. dichroplusae* son más pequeños (3,5 X 1,5  $\mu\text{m}$ ) y varían mucho en tamaño, principalmente en la amplitud de la longitud (rango 1,6 – 6,7 $\mu\text{m}$ ), manifestando una marcada heterogeneidad esporal. Asimismo, presentan estados de desarrollo moniliformes (plasmodios en forma de cadena) y la esporogonia es poliesporoblástica (Lange 1987a) (Fig. 31).

**Tabla XIV.** Principales diferencias entre los microsporidios patógenos de *Dichroplus elongatus*, *Liebermannia dichroplusae* y *Paranosema locustae*.

	<i>Liebermannia dichroplusae</i>	<i>Paranosema locustae</i>
<b>Hospedador</b>	<i>Dichroplus elongatus</i>	Múltiples hospedadores
<b>Principal órgano afectado.</b>	Túbulos de Malpighi	Cuerpo graso
<b>Tamaño promedio de los esporos</b>	(3,5 X 1,5 $\mu\text{m}$ )	(5,2 X 2,8 $\mu\text{m}$ )
<b>Apariencia de los esporos</b>	Heterogénea (longitud variable)	Homogénea (Longitud poco variable)
<b>Esporontes</b>	Plasmodios moniliformes diplo y haplocarióticos	Esféricos/ovales diplocarióticos
<b>Esporogonia</b>	Poliesporoblástica (varios esporos a partir de un esporonte)	Diesporoblástica (dos esporos a partir de un esporonte)

**Figura 31.** Diferencias entre los microsporidios *Liebermannia dichroplusae* y *Paranosema locustae*. La fila superior (1, 2, 3) corresponde a los esporos y estados de desarrollo de *P. locustae*, mientras la fila inferior (4, 5, 6) pueden verse los esporos y estados de desarrollo de *L. dichroplusae*, Escala 10µm. (Fuente: Lange 2003a).





**Bioensayos.** Para la realización de los bioensayos, debido a la imposibilidad de obtener individuos de *D. elongatus* infectados con *L. dichroplusae* mediante procedimientos de inoculación experimental de esporos, se recurrió a la obtención de una generación filial (F1) donde *L. dichroplusae* estuviese presente (transmisión vertical). Para ello, se colectaron ejemplares de *D. elongatus* en Empalme Querandíes, Olavarría, provincia de Buenos Aires (37° 00'29.80"S 60°22'59.78"O), donde estudios previos indicaron que *L. dichroplusae* se encontraba presente. Una vez en el laboratorio, se formaron grupos de tres hembras y dos machos, en jaulas de aluminio con paredes de alambre tejido (10 x 10 x 20 cm). Los ejemplares fueron alimentados con hojas frescas de lechuga, diferentes gramíneas, repollo y salvado de trigo, y mantenidos bajo condiciones controladas (30°C, 14L: 10O, 40% HR). En cada jaula se colocó un sustrato para la oviposición y se mantuvieron bajo condiciones controladas hasta la muerte del último individuo. Una vez muertos, los individuos fueron examinados para verificar su condición (infectado vs. sano). Finalmente, aquellos sustratos donde se produjeron oviposiciones de hembras infectadas con *L. dichroplusae* fueron seleccionados y puestos bajo refrigeración (4°C) durante 2 a 6 meses para "romper" la diapausa embrionaria obligatoria y posteriormente puestos en incubación a 30° C hasta la eclosión de los huevos y obtención de la F1. Una vez obtenida la F1 a partir de *D. elongatus* hembras con *L. dichroplusae* se procedió a la inoculación de los individuos en segundo y tercer estadio con *P. locustae*. Los esporos de *P. locustae* utilizados fueron obtenidos de acridios infectados capturados en localidades del Este de la provincia de La Pampa y el Oeste de Buenos Aires, zona de establecimiento de *P. locustae* en la provincia Pampeana (Bardi *et al.* 2012). A partir de este material, se prepararon suspensiones de esporos por homogeneización de acridios enfermos en agua bidestilada de acuerdo a la metodología descrita por Lange & Henry (1996). Estudios comparativos a nivel ultraestructural evidenciaron la homogeneidad morfológica de los esporos y estados del ciclo de desarrollo de *P. locustae* (merontes, esporontes, esporoblastos) prescindiendo del hospedador en el cual se desarrolle (Sokolova & Lange 2002). La cuantificación de los esporos se hizo con un hemocitómetro siguiendo el protocolo de Undeen y Vávra (1997) y se realizaron las diluciones en agua bidestilada necesarias para obtener la concentración de esporos deseada de 10<sup>5</sup> esporos/mililitro, dosis estándar utilizada para los bioensayos con *P. locustae* (Henry 1990).

Para la inducción de infecciones se siguió el método de inoculación experimental *per os* sobre ninfas de tercer estadio utilizado por Habtewold *et al.* (1995) y Lange *et al.* (2008). Un día antes de comenzar el experimento, las ninfas fueron individualmente colocadas en pequeños frascos de vidrio (20 ml) con tapa de goma espuma (Fig. 32) y desde ese momento se dejó de brindarles alimento. Luego del ayuno de 24 hs se le ofreció a cada individuo dentro del frasco un cebo que consistía en un disco de lechuga de 5 mm de diámetro impregnado en una de sus caras con  $10^5$  esporos. Sólo los insectos que ingirieron todo el disco se consideraron tratados y el resto fue descartado. La dosis de *P. locustae* empleada y la edad de los acridios experimentales fueron elegidas con el criterio de compatibilizar el estudio con procedimientos estandarizados (Henry 1990, Habtewold *et al.* 1995). Inmediatamente después de consumir los cebos, las ninfas fueron transferidas a tubos de cría de acetato transparente (Henry 1985a) y dispuestas en ambientes con condiciones controladas donde fueron mantenidas hasta su muerte o finalización de la experiencia 30 días post inoculación. Aquellos sustratos provenientes de hembras no infectadas fueron, previa ruptura de la diapausa, incubados y los individuos resultantes posteriormente inoculados siguiendo el mismo procedimiento anteriormente expuesto (testigos).

**Bioensayo I.** Fueron colectados 33 individuos adultos (20♀ - 13♂) de *D. elongatus* en Empalme Querandíes. Una vez en el laboratorio fueron divididos en 6 jaulas. De las seis jaulas formadas, una cumplió con los requisitos para la obtención de una F1 con *L. dichroplusae* (Tabla XVI). A partir de una de las posturas de los individuos de la Jaula 3, se obtuvieron 15 ninfas de *D. elongatus* nueve de ellas fueron inoculadas con *L. dichroplusae*.

**Bioensayo II.** Fueron colectados 39 individuos adultos (21♀ - 18 ♂) de *D. elongatus* en Empalme Querandíes. Una vez en el laboratorio fueron divididos en 7 jaulas con 3 hembras y 2 machos cada una. De las 7 jaulas formadas, dos cumplieron con los requisitos para la obtención de una F1 con *L. dichroplusae* (Tabla XVIII). A partir de posturas de los individuos de la Jaula 4, se obtuvieron 34 ninfas de *D. elongatus*.

**Figura 32.** Inoculación experimental de ninfas de 3er estadio de *Dichroplus elongatus* con *Paranosema locustae*.



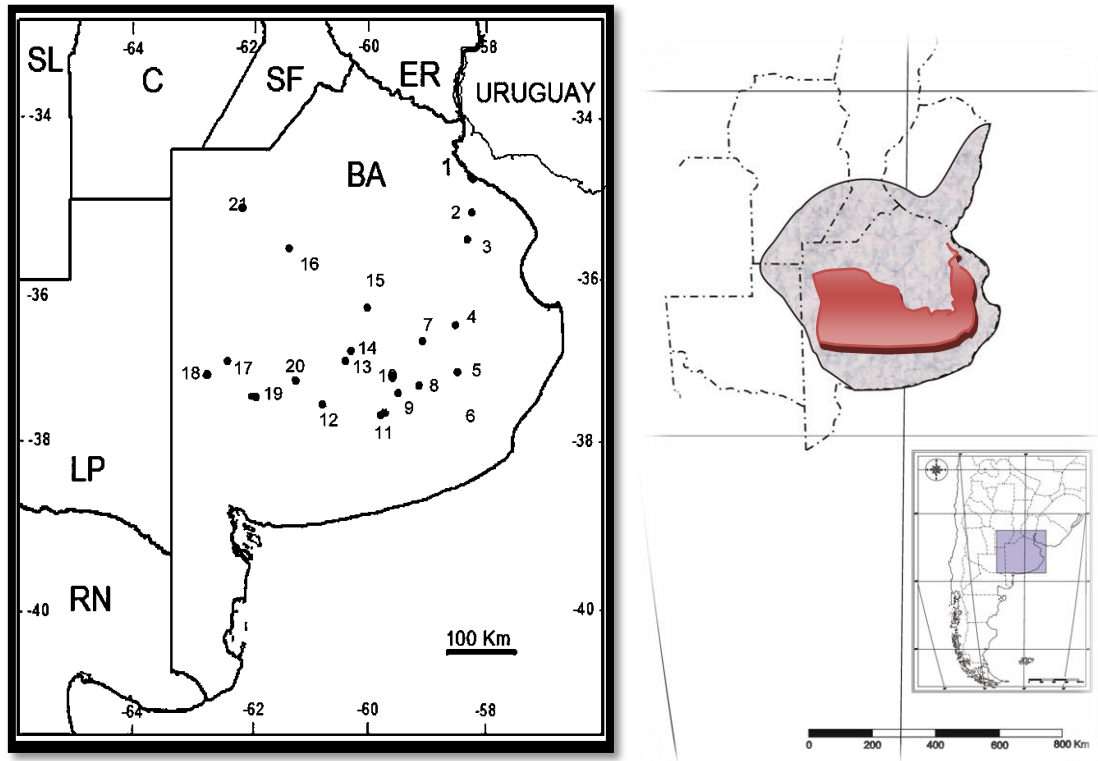
### 3.2.3 Resultados

En la presente contribución se ha ampliado a 21 el número de localidades donde *L. dichroplusae* ha sido detectada. Las mismas se hallan distribuidas principalmente en el centro y Este de la provincia de Buenos Aires (Fig. 33). Si solo consideramos las 164 muestras obtenidas durante el presente estudio (Tabla I), se han colectado y examinado alrededor de 9000 ejemplares de *D. elongatus* en distintos puntos distribuidos en la provincia Pampeana. En 24 muestras fue detectada la presencia de alguno de los dos microsporidios afectando a *D. elongatus*. Del total de detecciones, 17 (71 %) corresponden a *Liebermannia dichroplusae* con una prevalencia promedio del  $6,49 \pm 1,21$  % (0,27 – 19,15). Mientras que *P. locustae* fue detectada en seis oportunidades (25 %) con una prevalencia promedio del  $4,28 \pm 0,75$  % (0,88 – 10). Solo una oportunidad (4 %) fueron registrados ambos patógenos con una prevalencia del 4,91 y 3,27 % para *L. dichroplusae* y *P. locustae* respectivamente. Si bien ambos microsporidios han sido detectados en un mismo sitio solo en Guamini (Tabla XV) afectando a la misma especie de acridio (*D. elongatus*), hasta el presente nunca se han hallado ambos patógenos en un mismo individuo, es decir que no han sido encontradas infecciones mixtas a campo.

**Tabla XV.** Localidades de detección y prevalencias (%) de los microsporidios *Liebertmannia dichroplusae* y *Paranosema locustae* en ejemplares de *Dichroplus elongatus* durante el período 2008 - 2012.

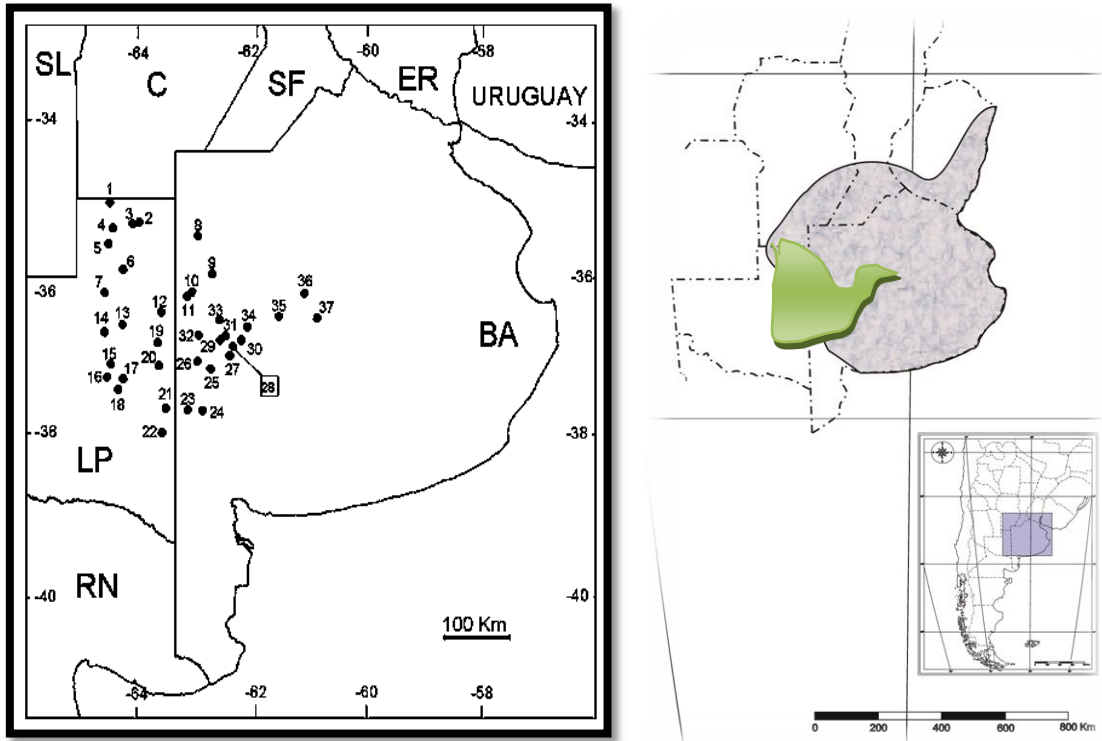
Localidad	Año	<i>L. dichroplusae</i> (%)	<i>P. Locustae</i> (%)	(N)
Ranchos	2008	1,81	0	55
Udaquiola	2009	0,89	0	223
Ayacucho	2009	7,69	0	107
Cruce Rta 29 y 226	2009	6,52	0	46
E. Querandés	2009	9,81	0	53
Olavarría	2009	12,5	0	8
Saladillo	2009	3,45	0	29
Cruce Rta 29 y 226	2010	0,47	0	209
e/ Azul y Tandil	2010	11,11	0	18
Emp. Quera	2010	1,87	0	152
C. tejedor	2010	10,70	0	24
Ayacucho	2011	19,15	0	47
Rauch	2011	7,14	0	14
Tandil	2011	1,2	0	84
E. Querandés	2011	10,8	0	37
Ibarra	2011	0	4,25	47
Pirovano	2011	0	2,17	46
<b>Guaminí</b>	<b>2011</b>	<b>4,91</b>	<b>3,27</b>	<b>61</b>
Garré	2011	0	2,24	89
Ibarra	2012	0	7,14	14
Pirovano	2012	0	10	30
Azul	2012	6,52	0	57
Macachín	2012	0	0,88	113
Udaquiola	2012	0,27	0	365
Promedio/total		<b>6,49</b>	<b>4,28</b>	<b>1928</b>

**Figura 33.** Las 21 localidades donde se detectó la presencia de infecciones de *Liebermannia dichroplusae* en *Dichroplus elongatus* en la provincia Pampeana.



1 Berazategui 2 Brandsen 3 Ranchos 4 Udaquiola 5 Ayacucho 6- Cruce rta 29 y 226 7 Rauch 8 Tandil 9 María Ignacia 10 e/ azul y Tandil 11 Benito Juárez 12 Laprida 13 Empalme Querandies 14 Olavarria 15 Saladillo 16 Carlos Casares 17 Guaminí 18 Carhué 19 Coronel Suarez 20 General Lamadrid 21 Carlos Tejedor.

**Figura 34.** Las 37 localidades donde se detectó la presencia de *Paranosema locustae* en la provincia Pampeana (Bardi *et al* 2012).



1, Quetrequén; 2, Ojeda; 3, Alta Italia; 4, Ingeniero Luiggi; 5, Caleufú ; 6, Eduardo Castex; 7, El Destino; 8, Rivadavia; 9, Trenque Lauquen; 10, Bocayuva; 11, Pellegrini; 12, Lonquimay; 13, Santa Rosa; 14, Boliche El Araña; 15, Quehué; 16, Utracán; 17, Padre Buodo; 18, Gamay; 19, Riglos; 20, Macachín; 21, Guatraché; 22, San Martín; 23, Darregueira; 24, Azopardo; 25, Carhué; 26, Villa Sauri; 27, Guaminí; 28, Alamos; 29, San Fermín; 30, Estación Bonifacio; 31, Casbas; 32, Salliqueló; 33, Garre; 34, Luro; 35, Pirovano; 36, Bolívar; 37, Blancagrande. BA, Buenos Aires; C, Córdoba; ER, Entre Ríos; LP, La Pampa; SF, Santa Fe; SL, San Luis; RN, Río Negro.

**Bioensayo I:** Se obtuvieron 15 individuos a partir de una postura proveniente de hembras de *D. elongatus* infectadas con *L. dichroplusae*. Nueve fueron inoculados con *P. locustae*, el resto de los individuos murió antes de la inoculación, posiblemente debido a algún efecto causado por la presencia de *L. dichroplusae*. De los nueve ejemplares inoculados, todos presentaron infecciones con *L. dichroplusae*, mientras que ninguno resultó infectado con *P. locustae* (Tabla XVII). No se registraron infecciones mixtas. Los ejemplares de *D. elongatus* (n = 30) sin *L. dichroplusae* e inoculados con *P. locustae* (controles) desarrollaron infección.

**Tabla XVI.** Condición respecto de la presencia/ausencia de *Liebermannia dichroplusae* en la generación parental de *Dichroplus elongatus* proveniente de Empalme Querandíes correspondiente al bioensayo I.

Jaula	♂	♀
1	Todos negativos	Todos negativos
2	Todos negativos	Todos negativos
3	Todos negativos	Dos positivas
4	Uno positivo	Todos negativos
5	Todos negativos	Todos negativos
6	Todos negativos	Todos negativos

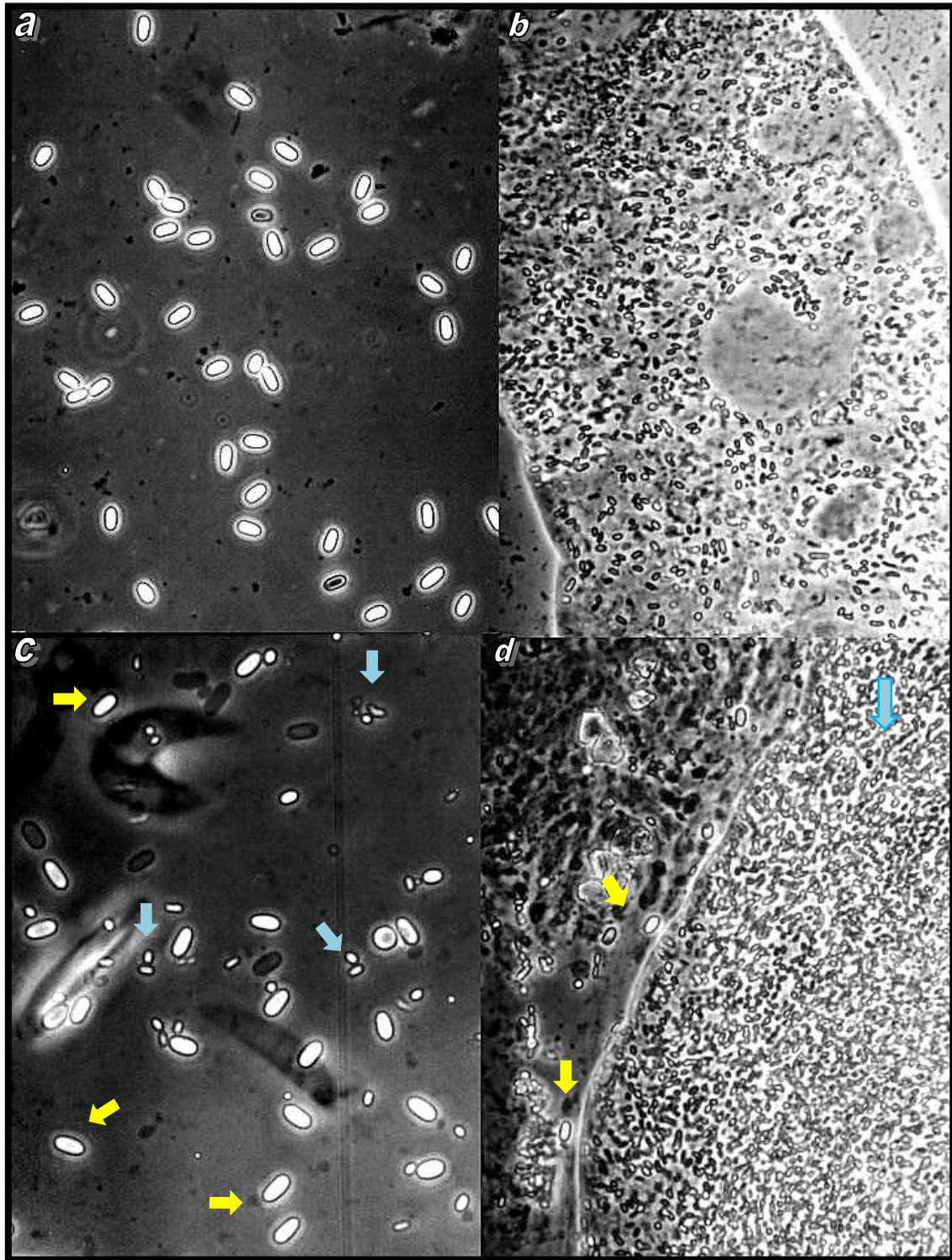
**Tabla XVII.** Resultado de la inoculación con *Paranosema locustae* de ejemplares de la primera generación filial (F1) de *Dichroplus elongatus* provenientes de Empalme Querandíes.

<i>Ejemplar</i>	<i>L. dichroplusae</i>	<i>P. locustae</i>
<b>1</b>	(+)	(-)
<b>2</b>	(+)	(-)
<b>3</b>	(+)	(-)
<b>4</b>	(+)	(-)
<b>5</b>	(+)	(-)
<b>6</b>	(+)	(-)
<b>7</b>	(+)	(-)
<b>8</b>	(+)	(-)
<b>9</b>	(+)	(-)
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>0</b>

**Bioensayo II.** Se obtuvieron 34 individuos a partir de posturas provenientes de hembras de *D. elongatus* infectadas con *L. dichroplusae*. De éstas, 13 fueron inoculadas con *P. locustae*, ya que el resto murió antes de la inoculación, quizás debido a la presencia de *L. dichroplusae*, la misma fue constatada en el 86% (n=21) de los individuos que murieron antes de la inoculación. Los 13 ejemplares inoculados presentaron infecciones con *P. locustae* (100 %), mientras que cinco resultaron infectados con *L. dichroplusae* (38,5 %) (Tabla XIX). En esta experiencia fue registrada la ocurrencia de infecciones mixtas (Fig. 35). Los ejemplares de *D. elongatus* (n= 30) sin *L. dichroplusae* e inoculados con *P. locustae* (controles) desarrollaron infección.



**Figura 35.** Infecciones de *Paranosema locustae* y *Liebermannia dichroplusae* en *Dichroplus elongatus*. (a) Esporos de *P. locustae*, - (b) Túbulo de Malpighi con esporos de *L. dichroplusae* - (c) Infección mixta donde pueden observarse los esporos de *L. dichroplusae* (Flechas azules) y *P. locustae* (Flechas amarillas), - (d) Túbulo de Malpighi infectado con *L. dichroplusae* (Flecha azul) y por fuera algunos esporos de *P. locustae* (Flechas amarillas).



**Tabla XVIII.** Condición respecto de la presencia/ausencia de *Liebermannia dichroplusae* en la generación parental de *Dichroplus elongatus* proveniente de Empalme Querandíes correspondiente al bioensayo II.

Jaula	♂	♀
1	Todos negativos	Todos negativos
2	Todos negativos	Todos negativos
3	Uno positivo	Todos negativos
4	Todos negativos	Uno positivo
5	Todos negativos	Todos negativos
6	Todos negativos	Uno positivo
7	Todos negativos	Todos negativos

**Tabla XIX.** Resultado de la inoculación con *Paranosema locustae* de ejemplares de la primera generación filial (F1) de *Dichroplus elongatus* provenientes de Empalme Querandíes.

Ejemplar	<i>L. dichroplusae</i>	<i>P. locustae</i>
1	(-)	(+)
2	(-)	(+)
3	(-)	(+)
4	(+)	(+)
5	(-)	(+)
6	(+)	(+)
7	(-)	(+)
8	(-)	(+)
9	(+)	(+)
10	(+)	(+)
11	(+)	(+)
12	(-)	(+)
13	(-)	(+)
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>13</b>

### 3.2.1 Discusión

Los resultados de este estudio concuerdan con observaciones previas (Lange 2003a) demostrando un escaso solapamiento en las distribuciones naturales de *P. locustae* y *L. dichroplusae*, ya que de las 24 detecciones de alguno de los dos patógenos de *D. elongatus*, la mayoría (23) corresponden a detecciones de uno de los dos microsporidios, y la única ocasión en la que su detección fue conjunta, dichas infecciones nunca ocurrieron en un mismo individuo (ausencia de infecciones mixtas). Estas observaciones también concuerdan con las registradas para los microsporidios patógenos de la hormiga de fuego *Solenopsis invicta* Buren: *Thelohania solenopsae* Knell, Allen, y Hazard y *Vairimorpha invictae* Jouvenaz y Ellis. Donde de los 262 sitios muestreados por Briano *et al.* 2006 solo en 11 se halló simultáneamente a ambos microsporidios y de esos 11 sitios solo en 1 ocasión fueron registrados ambos patógenos en la misma colonia y no fueron registradas infecciones para el mismo individuo (mixtas).

El establecimiento y la dispersión de una enfermedad previamente ausente en una o varias especies hospedadoras con diferentes susceptibilidades, es un tema complejo regido por múltiples factores relacionados tanto con el agente etiológico (infectividad, patogenia, transmisión, producción y longevidad de los propágulos, etc.), como con las especies hospedadoras (susceptibilidad, densidad, comportamiento, etc.) y el ambiente (temperatura, humedad, radiación solar) (Harper 1987). Dada la eficiencia en la transmisión horizontal que caracteriza a *P. locustae* (Henry & Oma 1981, Henry 1985b, Lange 2003a), la cual es además asistida por la existencia de transmisión vertical (Henry & Oma 1981, Raina *et al.* 1995), se podría esperar que mientras estén presentes especies susceptibles en forma relativamente abundante, la dispersión de *P. locustae* debería, al menos en cierta medida, coincidir con la de sus hospedadores (Lange 2003b, Bardi *et al.* 2012). Sin embargo, los resultados obtenidos a partir de los muestreos realizados en el presente estudio en gran parte de la provincia Pampeana sugieren que esto no es así. Una de las múltiples razones posibles que podrían estar actuando para

generar esta contradicción entre lo esperado y lo observado podría ser la ocurrencia de una interacción de tipo antagónica entre *L. dichroplusae* y *P. locustae*.

Las interacciones entre los dos microsporidios patógenos de *D. elongatus* pueden ser aditivas, neutrales o antagónicas (Solter *et al.* 2002). Podría esperarse que ante un caso de antagonismo o competencia, una de las especies excluya a la otra o de alguna manera altere la tasa de multiplicación de uno de los patógenos (Solter *et al.* 2002). Las pruebas de laboratorio tuvieron resultados contrastantes. En la primera de ellas, no se registraron infecciones mixtas siendo *L. dichroplusae* el único microsporidio presente. (Tabla XVII). En el segundo bioensayo, en cambio, fue *P. locustae* el microsporidio dominante, encontrándose en la totalidad de los ejemplares inoculados, aunque conjuntamente se detectó la presencia de *L. dichroplusae* (Tabla XIX), registrándose de este modo la ocurrencia de infecciones mixtas.

La dinámica de las infecciones producidas por dos microsporidios en un mismo hospedador (mixtas) es compleja y está regida por múltiples factores. Uno de ellos es la dosis inicial de ambos patógenos. Dado que *L. dichroplusae* no ha podido ser transmitido mediante inoculaciones experimentales la dosis inicial del mismo no puede ser controlada. Quizás allí resida la causa de las diferencias encontradas en los resultados de los bioensayos. Las hembras de la generación parental del bioensayo 1 (aquel donde *P. locustae* no desarrolló infecciones) poseían una infección avanzada (de intensidad moderada a fuerte) donde los túbulos de Malpighi se encontraban hipertrofiados y blanquecinos. Por el contrario, la hembra de la generación parental del ensayo 2 (aquel donde *P. locustae* desarrolló infecciones) poseía una infección de intensidad leve, donde la presencia de *L. dichroplusae* solo se detectó mediante el examen microscópico de los túbulos de Malpighi (400X). Si se tiene en cuenta que la transmisión de *L. dichroplusae* a la siguiente generación es del tipo transovárica, posiblemente el número inicial de esporos que adquieran los descendientes se correlacione con la intensidad de infección que presente la hembra parental. Así parecen sugerirlo los resultados dado que no se registró el desarrollo de infecciones con *P. locustae* en aquellos individuos de *D. elongatus* que provenían de individuos con infecciones de *L. dichroplusae* fuertes, mientras que aquellos provenientes de individuos con infecciones leves, desarrollaron infecciones con *P. locustae* como único patógeno o con presencia de *L. dichroplusae* (infecciones mixtas).

Esta contribución ha ampliado a 21 el número de localidades donde fue detectada la presencia de *L. dichroplusae* (Fig. 33). A su vez, se ha aumentado el registro de localidades donde ambos patógenos han sido registrados juntos (en una misma especie hospedadora), pero no han sido registradas hasta el momento infecciones de ambos patógenos en un mismo individuo, es decir que no han sido encontradas infecciones mixtas a campo.

Si bien *D. elongatus* no es la única especie susceptible a *P. locustae* (Bardi *et al.* 2012), es una de las que más frecuentemente presenta infecciones en condiciones naturales (Lange 2003b) y una de las especies generalmente más abundante en las comunidades de acridios de la provincia Pampeana como ha sido demostrado en este trabajo y en otros trabajos anteriores (Cigliano *et al.* 2000; Torrusio *et al.* 2002, de Wysiecki *et al.* 2011), características que la convierten en un especie relevante para la dispersión de *P. locustae*.

Este posible antagonismo parcial podría explicar, al menos en parte, la aparente falta de establecimiento de *P. locustae* en el Sur y Este de la provincia de Buenos Aires (Fig. 34). Por lo tanto, sería recomendable que, a la hora de programar futuras introducciones de *P. locustae* en Argentina se contemple entre otros múltiples factores la existencia de microsporidios nativos de las especies blanco como un posible impedimento para el éxito de las mismas.

## 4. Consideraciones finales

**Respecto de la presencia y abundancia relativa de *D. elongatus***, los muestreos realizados durante cinco temporadas en distintos puntos de la provincia Pampeana permitieron ratificar la vigencia de *D. elongatus* como una especie clave en las comunidades de acridios. Esto se cumplió tanto para el alcance de su distribución como para su dominancia relativa, siendo la única especie que alcanzó las máximas categorías: (A) distribución amplia y (MA) muy abundante.

Tanto la distribución como la abundancia de *D. elongatus* no se vieron disminuidas en aquellos ambientes con mayores niveles de disturbios, registrándose la mayor abundancia relativa promedio de *D. elongatus* en los cultivos de soja, llegando incluso a ser la única especie presente en los mismos. Estas observaciones ponen de manifiesto la adaptabilidad de *D. elongatus* y su capacidad para aprovechar los ambientes disturbados de los agroecosistemas y resaltan su importancia como plaga del agro.

Si bien la presencia de *D. elongatus* fue registrada en todos los ambientes de pastizal sin excepción, no resultó una especie abundante en los ambientes halófilos donde la vegetación es corta y escasa, registrándose en este tipo de ambientes la menor abundancia relativa.

A diferencia de lo expresado por otros autores, no se registró a *D. elongatus* como uno de los componentes principales de las comunidades de acridios para la provincia de Santa Fe (provincia biogeográfica Chaqueña). Estas discrepancias posiblemente se deban a cuestiones inherentes a la identificación de la especie.

**Respecto del voltinismo de *D. elongatus***, los resultados de este estudio sugieren que *D. elongatus* posee diapausa embrionaria obligatoria y una única generación anual, ya que no fueron registrados nacimientos en aquellos sustratos con posturas que permanecieron en incubación directa (sin exposición a frío), por cinco meses antes de recibir frío, o siete meses sin ser expuestos a refrigeración. Por el contrario, numerosos nacimientos se produjeron en aquellos sustratos que fueron sometidos a un período de frío de al menos 2 meses.

**Respecto de la Potencialidad de *G. ronderosi* como agente de biocontrol**, en el presente estudio se ha comprobado que *G. ronderosi* presenta una distribución amplia en la provincia Pampeana, abarcando la región central de la misma, y que presenta altas prevalencia e intensidad de sus infecciones a campo. Las infecciones fuertes halladas de forma natural permiten pensar en que *G. ronderosi* posiblemente pueda estar afectando a los individuos de *D. elongatus*, puesto que la presencia de tal magnitud de trofozoítos y gamontes podrían estar actuando como una barrera entre la comida presente en el lumen del tracto digestivo y las células epiteliales, afectando los procesos de digestión y absorción del alimento y/o causando bloqueos intestinales.

Las altas prevalencias detectadas en algunas localidades y los ensayos llevados a cabo en el presente trabajo ponen de manifiesto una efectiva transmisión horizontal. La misma es una característica deseable para su uso como agente de biocontrol, si bien se requieren de futuros estudios para comprobar y cuantificar los posibles efectos adversos sobre los parámetros poblacionales de *D. elongatus*.

**Respecto de las interacciones entre *P. locustae* y *L. dichroplusae***, se registró un escaso solapamiento en las distribuciones de ambos patógenos, dichos resultados concuerdan con las observaciones de microsporidios patógenos de invertebrados terrestres a nivel mundial y con observaciones realizadas anteriormente para la provincia Pampeana. De la totalidad de detecciones de alguno de los dos microsporidios afectando a *D. elongatus*, durante el periodo 2008 – 2012 (n = 24), solo en una ocasión fueron registrados ambos patógenos en una misma muestra. No obstante, a pesar de la magnitud del muestreo, nunca se detectó la presencia de *L. dichroplusae* y *P. locustae* en un mismo individuo (ausencia de infecciones mixtas).

Se ha logrado la obtención de infecciones mixtas en laboratorio. La dinámica de las infecciones mixtas producidas por microsporidios es compleja y está regida por múltiples factores. Uno de ellos es la dosis inicial de ambos patógenos. Debido a que, *L. dichroplusae* no ha podido ser transmitido mediante inoculaciones experimentales la dosis inicial del mismo no puede ser controlada, siendo tal vez está la causa de las diferencias tan contrastantes en los resultados de ambos ensayos. Si se tiene en cuenta que la transmisión de *L. dichroplusae* a la siguiente generación es del tipo transovárica, posiblemente el número inicial de esporos que adquieran los descendientes se

correlacione con la intensidad de infección que presente la hembra parental. En este sentido parecen apuntar los resultados, ya que no se registró el desarrollo de infecciones con *P. locustae* en aquellos individuos de *D. elongatus* que provenían de individuos con infecciones de *L. dichroplusae* fuertes. Mientras que aquellos provenientes de individuos con infecciones leves, desarrollaron infecciones mixtas (con *P. locustae* y *L. dichroplusae*) o infecciones donde *P. locustae* fue el único microsporidio presente.

Si bien *D. elongatus* no es la única especie susceptible a *P. locustae*, es una de las especies de acridios que presenta infecciones en forma frecuente en condiciones naturales. Y como ha sido demostrado en este estudio es una de las especies más abundantes en las comunidades de acridios de la provincia Pampeana. Características la convierten en una especie clave para la dispersión de *P. locustae*. La ausencia de infecciones de este tipo a campo, no obstante haberse logrado infecciones mixtas en el laboratorio, hacen pensar en la posibilidad de que la presencia de *L. dichroplusae* en las poblaciones de *D. elongatus* pudiese ser uno de los múltiples factores que estén actuando para generar las diferencias entre lo observado y lo esperado respecto de la distribución de *P. locustae* producto de un antagonismo parcial entre los mismos.



#### 4.1 Aportes de la tesis y desafíos futuros.

Lo que se sabía	Aportes de la tesis	Desafíos futuros
<p>Con excepción de algunos trabajos, la mayoría de los estudios sobre las comunidades de acridios son de carácter mayoritariamente local.</p>	<p>Se realizó el muestreo de una amplia porción de la región central de la Argentina. Los resultados resaltan la importancia de <i>D. elongatus</i> como una especie clave de las comunidades de acridios en la provincia Pampeana y parte del Espinal. No así en la provincia biogeográfica Chaqueña.</p>	<p>Continuar con el monitoreo de las comunidades de acridios a fin de detectar situaciones de crecimiento y decaimiento de las densidades de <i>D. elongatus</i></p>
<p><i>D. elongatus</i> podía alimentarse de la soja (Torrusio et al 2005).</p>	<p>Se detectó una amplia abundancia relativa de <i>D. elongatus</i> (61,4%) en cultivos de soja llegando incluso a ser la única especie presente. Poniendo de manifiesto la capacidad de <i>D. elongatus</i> para explotar dicho recurso y reafirmando su condición de especie plaga del agro.</p>	<p>Aumentar el número y distribución geográfica de los monitoreos en cultivos de soja. Realizar pruebas de preferencia alimenticia y exámenes de contenido estomacal en ejemplares de <i>D. elongatus</i> presente en el cultivo y en las inmediaciones del mismo.</p>
<p>Se disponía de trabajos describiendo la fauna acridiológica de la Provincia de Santa Fé donde no se mencionaba a <i>D. exilis</i> como parte importante de las mismas</p>	<p>Fue registrada en este trabajo la presencia de <i>D. exilis</i> como un componente importante de las comunidades de acridios de la zona central de la Provincia de Santa Fé.</p>	<p>Comprobar si los episodios de explosiones poblacionales y daños a cultivos ocurridos en dicha zona y atribuidos a <i>D. elongatus</i>, son realmente ocasionados por dicha</p>

		especie o por el contrario son producto del accionar de <i>D. exilis</i> .
<p>Existía información contradictoria respecto del tipo de diapausa embrionaria que presenta <i>D. elongatus</i> y su correspondiente voltinismo. Mientras que algunos autores sostienen que esta posee diapausa embrionaria facultativa y es multivoltina, otros sostienen que posee diapausa obligatoria y es univoltina.</p>	<p>Los resultados de este estudio sugieren que <i>D. elongatus</i> posee diapausa embrionaria obligatoria y una generación al año al menos en el Sur, centro y noroeste de Argentina.</p>	
<p>Se postuló a la temperatura como presunto efecto inhibitor de la diapausa invernal de <i>D. elongatus</i>.</p>	<p>En la presente experiencia se descarta a la temperatura como presunto efecto inhibitor de la diapausa.</p>	
<p>Se tenía registro de la presencia de <i>G. ronderosi</i> solo en la localidad tipo (Lange &amp; Wittenstein 2002).</p>	<p><i>G. ronderosi</i> fue detectada en 19 localidades distribuidas principalmente en el centro de la provincia Pampeana</p>	<p>Continuar con la prospección, con el fin de determinar el alcance de la distribución geográfica de <i>G. ronderosi</i></p>
<p>Solo habían sido registradas para <i>G. ronderosi</i> en condiciones naturales infecciones leves con unos pocos trofozoítos solitarios y gamontes asociados.</p>	<p>Fueron registradas infecciones fuertes (en condiciones naturales, convirtiéndose en el primer registro de dicha situación para <i>G. ronderosi</i> en particular.</p>	<p>Cuantificar los efectos causados por dicho entomopatógenos sobre parámetros biológicos fundamentales (desarrollo, longevidad, fecundidad) y el consumo de alimentos de <i>D. elongatus</i> bajo condiciones de laboratorio.</p>
<p>No se conocía nada acerca de la epizootiología de las infecciones causadas por <i>G. ronderosi</i> más allá de las prevalencias registradas en su descripción original.</p>	<p>Se registró una prevalencia promedio del <math>25,31 \pm 5,41</math> % (2,17 – 89,3 %). Se realizaron experiencias mediante las cuales se constató que la prevalencia aumenta muy rápidamente en</p>	<p>Continuar con las prospecciones con el fin de determinar las prevalencias naturales y registrar la posible ocurrencia de infecciones mixtas, es decir, las causadas por más de un</p>

	condiciones de hacinamiento llegando al 100 % en diez días. No se registraron cambios notables en las intensidades de las infecciones en el transcurso de 30 días de clausura.	agente etiológico simultáneamente.
Solo existían un par de contribuciones con la distribución de <i>L. dichroplusae</i> . En ellos se había registrado su presencia en 10 localidades (Lange 1989, 1992, 2003a).	La presencia de <i>L. dichroplusae</i> fue detectada en 17 muestras, ampliando a 21 el número de localidades donde fue detectada.	Continuar con la prospección, con el fin de determinar el alcance de la distribución geográfica de <i>L. dichroplusae</i> .
Se tenía conocimiento de la existencia de escaso solapamiento en las distribuciones geográficas de <i>L. dichroplusae</i> y <i>P. locustae</i> . No se conocía la ocurrencia de infecciones mixtas.	Los muestreos realizados reafirman la existencia de un escaso solapamiento en las distribuciones geográficas de <i>L. dichroplusae</i> y <i>P. locustae</i> . Fueron obtenidas infecciones mixtas en condiciones de laboratorio mediante la inoculación experimental con <i>P. locustae</i> de ejemplares de <i>D. elongatus</i> con <i>L. dichroplusae</i> .	Evaluar los efectos que causan <i>P. locustae</i> , <i>L. dichroplusae</i> sobre <i>D. elongatus</i> , tanto por separado como sus respectivas combinaciones.

## 5. Bibliografía

- ADDINSOFT. 2005. XLSTAT Pro versión 7.5.3 (En línea: <http://www.xlstat.com/en/home>).
- AIASSA, D; F MAÑAS; B BOSCH; L PERALTA; N GENTILE; S BEVILACQUA; J GÓMEZ MIRALLES; S BERRARDO & N GORLA. 2009. Los plaguicidas. Su relación con la salud humana y ambiental en la provincia de Córdoba. Rev. Exp. Méd. Vol. 27 N° 2.
- ALTIERI, M. 1992. "El rol de la biodiversidad en agroecosistemas". Agroecología y Desarrollo. Rev. CLADES (4): 2-11
- AMÉDÉGNATO, C; W CHAPCO & G LITZENBERGER. 2003. Out of South America? Additional evidence for a southern origin of melanopline grasshoppers. Mol. Phylogenet. Evol. 29: 115-119.
- ANDREADIS TG. 1987. Transmission. En: Fuxa, J. R. & Y. Tanada (Eds.), Epizootiology of insect diseases, John Wiley & Sons, Nueva York, 159-176. "
- ANDREWARTHA, HG. 1952. Diapause in relation to the ecology of insects. Rev. Biol. 27, 50-107.
- ARAGON, J. 2003. Resumen de Guía de Reconocimiento y Manejo de Plagas Tempranas relacionadas a la Siembra Directa.
- BARBOSA, P. 1987. Insect Outbreaks. San Diego (CA): Academic Press, 578p.
- BAKER, GL. 1983. Parasites of locusts and grasshoppers. Agfact AE.2, Department of Agriculture, New South Wales, Australia. 16 pp.
- BARDI, C; ME. POCCO & MM CIGLIANO. 2010. First record of the subfamily proctolabinae (Orthoptera: Acridoidea: Acrididae) from Argentina. Rev. Soc. Entomol. 69 (3-4):275 - 279.
- BARDI, C & CE LANGE. 2011. Voltinism in the melanopline grasshopper *Dichroplus elongatus* Giglio-Tos (Orthoptera: Acrididae: Melanoplinae). Stud. Neotrop. Fauna Environ. 46(2): 143-145.
- BARDI, C; Y MARIOTTINI, ML DE WYSIECKI & CE LANGE. 2011. Desarrollo postembrionario, fecundidad y consumo de alimento de *Dichroplus exilis* (Orthoptera: Acrididae: Melanoplinae) bajo condiciones controladas. Rev. Biol. Trop. 59 (4): 1579 – 1587.
- BARDI, C; Y MARIOTTINI; S PLISCHUK & CE LANGE. 2012. Status of the alien pathogen *Paranosema locustae* (Microsporidia) in grasshoppers (Orthoptera: Acridoidea) of the Argentine Pampas. Biocontrol Sci. Techn. 22 :497 – 512

BARRERA, M & IH PAGANINI. 1975. Acridios de Tucumán. Notas bioecológicas. A. Zool. Lill. 31(11):107–123.

BARRERA, M & SZ TURK. 1977. Acridios del NOA II: contribución al conocimiento de huevos, desove y hábitos de postura de algunas especies de tucuras (Orthoptera: Acrididae) de la provincia de Tucumán. A. Zool. Lill. 32(9):167–188.

BATISTA, WB; MA TABOADA; RS LAVADO; SB PERELMAN Y RJC LÉON. 2005. Asociación entre comunidades vegetales y suelos en el pastizal de la Pampa Deprimida. En: Oesterheld, M; Aguiar, MR; Ghersa, CM; Paruelo, JM, (Eds.). La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando León. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires. 113 – 129

BECNEL, JJ & TG ANDREADIS. 1999. Microsporidia in insects. In M. Wittner & L. M. Weiss (Eds.). The Microsporidia and Microsporidiosis Washington, DC: American Society for Microbiology Press. 447-501

BELOVSKY, GE & JB SLADE. 1993. The role of vertebrate and invertebrate predators in a grasshopper community. Oikos 68:193-201

BELTRAME, RS; L LUISELLI; S ZEQUIN; S SIMIONI & C SALTO. 2002. Dinámica poblacional de tucuras (Orthoptera: Acridoidea) en agroecosistemas del centro oeste de Santa Fe y centro este de Córdoba. Natura Neotrop. 33 (1–2):47–54.

BLANCHARD, EE & L. DE SANTIS. 1973. Primera lista anotada de oestromuscarios entomófagos argentinos. Rev. Inv. Agr. Inta, Serie V, Patol. Veg. 12 (1): 7:76.

BOUCIAS, DG & JC PENDLAND. 1998. Principles of Insect Pathology. Dordrecht, Holanda The Netherlands: Kluwer Academic Publishers pp.

BRANDSON, DH; A JOERN & G A SWORD. 2006. Sustainable management of insect herbivores in grassland ecosystems: new perspectives in grasshopper control. Biocience 56: 743 – 755.

BREIJE, NN & CC BLICKENSTAFF. 1974. Refrigeration of egg pods of a non-diapausing strain of the migratory grasshopper. Econ Entomol. 67(1):134–135.

BRIANO, JA. 2005. Long term studies of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta*, infected with the microsporidia *Vairimorpha invictae* and *Thelohania solenopsae* in Argentina. Environ. Entomol. 34: 124-132.

BRIANO, JA, LA CALCATERRA, S VALLES & JP LIVORE. 2006. New survey for the fire ant microsporidia *Vairimorpha invictae* and *Thelohania solenopsae* in southern South America, with observations on their field persistence and prevalence of dual infections. Environ. Entomol. 35: 1358-1365.

BROOKS WM. 1988. Entomogenous Protozoa. In: Handbook of Naturally Occurring Pesticides. C. M. Ignoffo (Ed). CRC Press, Boca Raton, Florida, 1-149

BROOKS, WM & JJ JACKSON. 1990 Eugregarines: current status as pathogens, illustrated in corn rootworms. In: Department of Entomology, University of Adelaide, G Osmond (eds) Proceedings of the Vth International Colloquium of Invertebrate Pathology and Microbial Control, Adelaide, Australia, 20–24 August 1990, pp. 512–515.

BULACIO, N; S LUISELLI & C SALTO. 2005. Cuantificación del daño potencial de *Dichroplus elongatus* y *Orphulella punctata* en sorgo y alfalfa. Rev. Fac. Agr. UBA, 25 (3): 199-206.

CABRERA, AL. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. Bol. Soc. Argent. Bot. 14: 1–42.

CABRERA, AL & A WILLINK. 1973. Biogeografía de América Latina. Monografía n° 13, Serie de Biología. Departamento de Asuntos Científicos, OEA, Washington, D.C. 117 p.

CAMINO, N & CE LANGE. 1997. Two new species of the genus *Amphimermis* Kaburaki & Imamura, 1932 (Nematoda: Mermithidae) from Argentine grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). Fundam. appl. Nematol.. 20 (3): .239-242

CAMPODÓNICO MJ. 1966. Comprobación de una segunda generación en tucuras de importancia económica. Inst. Pat. Veg. INTA Hoja Informativa N°2:1–2.

CAMPODÓNICO MJ. 1968. Biología comparada de tucuras del genero *Dichroplus* (Orthoptera – Acrididae). Inst. Pat. Veg. INTA Hoja informativa N°29: 1-2.

CAMPODÓNICO MJ. 1969. Investigaciones sobre la biología de tucuras realizadas en el INTA. IDIA, 255; 1 – 4.

CARBONELL, CS; MM CIGLIANO & CE LANGE. 2006. Especies de Acridomorfos (Orthoptera) de Argentina y Uruguay. CD ROM. Publications on Orthopteran Diversity. The Orthopterists Society at the Museo de La Plata, La Plata.

CARREÑO, LV & EF VIGLIZZO. 2007. Provisión de Servicios Ecológicos y Gestión de los Ambientes Rurales en Argentina. Área Estratégica de Gestión Ambiental. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina, 68 pp.

CARRIZO, P, A PONTACUARTO, JI CUIROLO & MV LOPEZ. 2010. Abundancia de especies de tucuras (orthoptera: acrididae) a través del mosaico de recursos de un establecimiento en arrecifes (Prov. de Buenos Aires). Idesia [online].. 28 (1): 43-53.

CENTRE FOR OVERSEAS PEST RESEARCH (COPR). 1982. The locust and grasshopper agricultural manual. London: Centre for Overseas Pest Research. 690 p.

CHAPCO, W; G LITZENBERGER & WR KUPERUS. 2001. A Molecular Biogeographic Analysis of the Relationship between North American Melanoploid Grasshoppers and Their Eurasian and South American Relatives. *Mol. Phylogen. Evol.* 18 (3): 460 – 466

CHAPMAN, RF. 1998. *The Insects: structure and function*. Cambridge: University Press, UK. 755p.

CIGLIANO, MM & CE LANGE. 1999. Global crop protection compendium. Module 1, *Dichroplus elongatus*. Wallingford (UK): Centre for Agriculture and Biosciences International (CABI) 9 p.

CIGLIANO, MM; ML DE WYSIECKI & CE. LANGE. 2000. Grasshopper (Orthoptera, Acrididae) species diversity in the Pampas, Argentina. *Diversity and Distributions* 6: 81-91.

CIGLIANO, MM. S. TORRUSIO & ML DE WYSIECKI. 2002. Grasshopper community composition and temporal variation in the Pampas. *J. Orthop. Res.*, 11(2): 215-221.

CIGLIANO, MM; ME POCCO & CE LANGE. 2012. Acridoideos (Orthoptera) de importancia agroeconomica. En Roig Juñent, S.; LE Claps, JJ Morrone (Eds.), *Biodiversidad de Artropodos Argentinos*, vol. 3 (En prensa)

CLOPTON, RE. 2002. Phylum Apicomplexa Levine, 1970: Order Eugregarinorida Léger, 1900. *in: Illustrated Guide to the Protozoa*, 2<sup>nd</sup> edition, J. J. Lee, G. Leedale, D. Patterson, and P. C. Bradbury, eds. Society of Protozoologists, Lawrence, Kansas. 205-288p

CLOPTON, RE. 2009. Phylogenetic Relationships, Evolution, and Systematic Revision of the Septate Gregarines (Apicomplexa: Eugregarinorida: Septatorina). *Comp. Parasitol.* 76(2) :167–190

CLOPTON, RE. & J. JANOVY JR. 1993 Developmental niche structure in the gregarine assemblage parasitizing *Tenebrio molitor*. *J. Parasitol.* 79: 701-709.

CORRADI, N. & PJ KEELING. 2009. Microsporidia: a journey through radical taxonomic revisions. *Fungal Biol. Rev.* 23:1-8.

CUNNINGHAM, GL & MW SAMPSON (eds). 2000. *Grasshopper Integrated Pest Management User Handbook*. Washington (DC): US Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service. USDA/APHIS Technical Bulletin 1809.

DANKS, HV. 2006. Insect adaptations to cold and changing environments. *Can. Entomol.* 138:1–23.

DANKS, HV. 2007. The elements of seasonal adaptations in insects. *Can. Entomol.* 139:1–44.

DE WYSIECKI, ML; MM CIGLIANO & CE LANGE. 1997. Fecundidad y longevidad de adultos de *Dichroplus elongatus* (Orthoptera:Acrididae) bajo condiciones controladas. Rev. Soc. Entomol. Argent. 56(1-4): 101-104.

DE WYSIECKI, ML; SE TORRUSIO & MM CIGLIANO. 2004. Caracterización de las comunidades de acridios del partido de Benito Juárez, sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Rev. Soc. Entomol. Argent. 63: 87-96.

DE WYSIECKI, ML; M ARTURI; S TORRUSIO & MM CIGLIANO. 2011. Influence of weather variables and plant communities on grasshopper density in the Southern Pampas, Argentina. J. Insect Sci. 11:109

EADES, DC; D OTTE; MM CIGLIANO & H BRAUN. 2012. Orthoptera Species File Online. Version 2.0/4.0 <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>.

EVANS, EW. 1984. Fire as a natural disturbance to grasshopper assemblages of tall grass prairie. Oikos 43: 9-16.

EVANS, EW. 1988. Grasshopper (Insecta: Orthoptera: Acrididae) assemblages of tall grass prairie: influences of fire frequency, topography, and vegetation. Can. J. Zool. 66: 1495-1501.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Can). 1997. Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. 55 126 pp.

GANGWERE, SK & RA RONDEROS. 1975. A synopsis of food selection in Argentine Acridoidea. Acrida 4: 173-194.

GANGWERE, SK & RA RONDEROS. 1978. The current status of New World acridology. Interciencia 3: 16-19.

GARDINER, T; J HILL & D CHESMORE. 2005. Review of the methods frequently used to estimate the abundance of Orthoptera in grassland ecosystems. J. Insect Conserv. 9: 151-173.

GHERSA; CM. 2005. La sucesión ecológica en los agroecosistemas pampeanos. Sus modelos y significado agronómico. In: M Oesterheld, eds. M. Aguilar, GHERSA, CM & J PARUELO. 2005 La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando León. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía, Univ. Nac. Bs. As. 195 – 212.

GOETTEL, MS; DL JOHNSON & GD INGLIS. 1995. The role of fungi in the control of grasshoppers. Can. J. Bot. 73: 71-75

GOLDSTEIN, MI; TE LACHER Jr; B WOODBRIDGE; MJ BECHARD; SB CANAVELLI; ME ZACCAGNINI; GP COBB; EJ SCOLLON; R TRIBOLET & MJ HOOPER. 1999. Monocrotophos-induced mass mortality of Swainson's hawks in Argentina, 1995-96. Ecotoxicology 8: 201-214



GREATHEAD, DJ. 1992. Natural enemies of tropical grasshoppers: their impact and potential as biological control agents. In *Biological Control of Locusts and Grasshoppers*. C.J. Lomer & C. Prior (Eds.). CAB International, UK, p. 105 - 121.

HABTEWOLD, T; J LANDIN; U WENNERGEN & KO BERGMAN. 1995. Life table for the tef grasshopper, *Aiolopus longicornis* under laboratory conditions and demographic effects of the pathogen *Nosema locustae*. *Biol. Control*, 5: 497-502.

HAJEK, A. 2004. *Natural enemies. An introduction to biological control*. Cambridge univ. Press, UK, 378p.

HARPER, JD. 1987. Applied Epizootiology: Microbial Control of Insects. In: Fuxa, J.R. & Y. Tanada (eds.), *Epizootiology of insect diseases*, John Wiley & Sons, Nueva York, pp. 473-479.

HARRY, OG. 1967. Effect of a *Gregarina polymorpha* (Hammerschmidt) on the Mealworm Larva of *Tenebrio molitor* (L.). *J. Protozool.* 14(4), 539 – 547.

HARRY, OG. 1970. Gregarines: their effect on the growth of the desert locust (*Schistocerca gregaria*). *Nature* 225, 964-966.

HENRY JE. 1969. Protozoan and viral pathogens of grasshoppers. Tesis doctoral. Montana State Univ. Bozeman, EE.UU. 152p.

HENRY JE. 1985a. Handbook of insect rearing. Vol. I, *Melanoplus* spp. Amsterdam: Elsevier. p. 451–464.

HENRY, JE. 1985b. Effect of grasshopper species, cage density, light intensity, and method of inoculation on mass production of *Nosema locustae* (Microsporidia: Nosematidae). *J. Econ. Entomol.*, 78: 1245-1250.

HENRY JE. 1990. Control of insects by Protozoa. In: *New Directions in Biological Control: Alternatives for Suppressing Agricultural Pests and Diseases*, (Eds. R. Baker, P. E. Dunn). A. R. Liss, New York, 161-176

HENRY JE & EA OMA. 1981. Pest control by *Nosema locustae*, a pathogen of grasshoppers and crickets. In: *Microbial Control Of Pests and Plant Diseases 1970-1980*, (Ed. H. D.Burges). Academic Press, New York, 573-586.

HINKS CF & MA ERLANDSON. 1994. Rearing grasshoppers and locust: review, rationale and update. *J. Orthop. Res.* 3:1–10. HUNTER, D. 2005. Mycopesticides as part of integrated pest management of locusts and grasshoppers. *J. Orthopter Res.* 14: 197-201.

INGLIS, GD, MS GOETTEL, MA ERLANDSON & DK WEAVER. 2007 "Grasshoppers and Locusts," En *Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology. Application and Evaluation of Pathogens for Control of Insects and Other Invertebrate Pests*, by L. A. Lacey ; H. K. Kaya (Eds) Springer. 627–654.

INSAUSTI, P; EJ CHANETON & AA GRIMOLDI. 2005. Las inundaciones modifican la estructura y dinámica de la vegetación en los pastizales de la Pampa Deprimida. En M Oesterheld, eds. M. Aguilar, C. M. Ghera, J. Paruelo. La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando León. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Buenos Aires. pp 253 – 269.

JAGO, ND. 1998. The world-wide magnitude of Orthoptera as pests. *J. Orthop. Res.* 7:117–124.

JI, R; SJ SIMPSON; F YU; QX HE & CJ YUN. 2008. Diets of migratory rosy starlings (Passeriformes: Sturnidae) and their effects on grasshoppers: implications for a biological agent for insect pests. *Biological Control* 46: 547–551.

JOERN, A. 2005. Disturbance by fire and bison grazing modulate grasshopper assemblages in tallgrass prairie. *Ecology.* 86: 861 – 873.

JOERN, A & SB GAINES. 1990. Population dynamics and regulation in grasshoppers. In: Chapman RF, Joern A, (eds). *Biology of grasshoppers*. New York: John Wiley & Sons. 415–482.

JOHNSON, DL. 1997. Nosematidae and other Protozoa as agents for control of grasshoppers and locusts: current status and prospects. *Mem. Ent. Soc. Can.*, 171: 375-389.

JOHNY, S, K MUTHUKUMARAVEL, S RAGHU, MC MURALIRANGAN, & KP SANJAYAN. 1999. Geographic distribution of cephaline gregarines (Apicomplexa: Protozoa) in relation to grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in Tamil Nadu, India. *Int. J. Ecol. Environ Sci.* 25:201–207.

JOHNY, S; MC MURALIRANGAN & KP SANJAYAN. 2000. Parasitization potential of two cephaline gregarines, *Leidyana subramanii* Pushkala & Muralirangan and *Retractocephalus dhawanii* sp. n. on the tobacco grasshopper, *Atractomorpha crenulata* (Fab.). *J. of Orthop. Res.* 9:67–70.

KAYA, HK & FE VEGA. 2012. Scope and Basic Principles of Insect Pathology. In: *Insect Pathology*, 2nd edition. FE Vega and HK Kaya (Eds.). Academic Press, an imprint of Elsevier, London. 1 – 12.

KERKUT, GA & LI GILBERT. 1985. *Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology*. Vol 1. Embryogenesis and reproduction. Pergamon Press, Oxford. 487p.

KRALL S & H WILPS (eds.). 1994. *New trends in locust control*. Schriftenreihe GTZ, Eschborn, Germany. 181p.

KRALL, S; R PEVELING & D BA DIALLO. 1997. *New strategies in locust control*. Birkhäuser, Basilea. 544p.

LANGE, CE. 1986. Crianza en cautiverio de *Dichroplus elongatus* (Orthoptera: Acrididae: Melanoplinae). Neotrópica. 32(88):147-148.

LANGE, CE. 1987a. A new species of *Perezia* (Microsporida: Pereziiidae) from the Argentine grasshopper *Dichroplus elongatus* (Orthoptera: Acrididae). J. Protozool. 34: 34-39

LANGE, CE. 1987b. Histopathology in the Malpighian tubules of *Dichroplus elongatus* (Orthoptera: Acrididae) infected with *Perezia dichroplusae* (Microspora: Pereziiidae). J. Invertebr. Pathol. 50:146-150.

LANGE, CE. 1989. Prevalence of *Perezia dichroplusae* (Microspora: Pereziiidae) in Argentine Grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). J. Invertebr. Pathol. 54: 269-271

LANGE, CE. 1992. Espectro hospedador natural y persistencia de *Perezia dichroplusae* Lange y *Nosema locustae* Canning (Protozoa: Microspora) en acridios argentinos (Orthoptera: Acrididae). Neotrópica 38, 65-74.

LANGE, CE. 1996. Protistas patógenos de insectos terrestres. En: Lecuona, R. (ed.), Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga. Mariano Mas, Buenos Aires, pp. 87-104.

LANGE, CE. 1997. Transmisión vertical de *Perezia dichroplusae* Lange (Protozoa: Microspora) en su hospedador natural, *Dichroplus elongatus* Giglio-Tos (Orthoptera: Acrididae). Neotrópica 43: 39-42.

LANGE, CE. 1999. Detección de un virus Entomopox (Entomopoxvirinae) en *Staurorhectus longicornis*. Rev. Soc. Entomol. Arg., 58:133-134.

LANGE, CE. 2003a Long-term patterns of occurrence of *Nosema locustae* Canning and *Perezia dichroplusae* Lange (Microsporidia) in grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) of the Pampas, Argentina. Acta Protozool. 42, 309-315.

LANGE, CE. 2003b. Niveles de esporulación experimentales y naturales del agente de biocontrol *Nosema locustae* (Protozoa. Microspora) en especies de tucuras y langostas (Orthoptera: Acridoidea) de la Argentina. Rev. Soc. Entomol. Arg., 62: 15-22.

LANGE, CE. 2010. *Paranosema locustae* (Microsporidia) in Grasshoppers (Orthoptera: Acridoidea) of Argentina: Field Host Range Expanded, Biocontrol Sci. Techn, 20, 1047\_1054.

LANGE, CE. & JE. HENRY. 1996. Métodos de estudio y producción de protistas entomopatógenos. En: Lecuona, R. (ed.), Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga, Mariano Mas, Argentina, pp. 169-176.

LANGE, CE & ML DE WYSIECKI. 1996. The fate of *Nosema locustae* (Microsporida: Nosematidae) in argentine grasshoppers. Biol. Control, 7: 24-29.

LANGE, CE & E WITTENSTEIN. 2002. The life cycle of *Gregarina ronderosi* n. sp. (Apicomplexa: Gregarinidae) in the Argentine grasshopper *Dichroplus elongatus* (Orthoptera: Acrididae). J. Invertebr. Pathol. 79: 27-36

LANGE, CE & MM CIGLIANO. 2004. The life cycle of *Leidyana ampulla* sp.n. (Apicomplexa: Eugregarinorida: Leidyanaidae) in the grasshopper *Ronderosia bergi* (Stål) (Orthoptera: Acrididae: Melanoplinae). Acta Protozool. 43:81-87.

LANGE, CE & MM CIGLIANO. 2005. Overview and perspectives on the introduction and establishment of the grasshopper biocontrol agent *Paranosema locustae* (Microsporidia) in the western Pampas of Argentina. Vedia 12: 61-84.

LANGE, CE & ML DE WYSIECKI. 2005. Espectro hospedador, prevalencias y dispersión del entomopatógeno *Paranosema locustae* (Microsporidia) en tucuras (Orthoptera: Acridoidea) del sudoeste de Buenos Aires. Rev. Invest. Agro. (RIA), INTA, Argentina, 34(1): 127-142.

LANGE, CE; MM CIGLIANO & ML DE WISIECKI. 2005. Los acridoideos (Orthoptera: Aeridoidea) de importancia económica en la Argentina. En: Barrientos Lozano L, Almaguer Sierra P, (eds). Manejo integrado de la langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons*, Walker) y acridoideos plaga en América Latina. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. 93-95.

LANGE, CE. & FG. AZZARO. 2008. New case of long-term persistence of *Paranosema locustae* (Microsporidia) in melanopline grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) of Argentina. J. Invertebr. Pathol. 99: 357-359.

LANGE, CE; C BARDI, & S PLISCHUK. 2008. Infectividad de *Paranosema locustae* (Microsporidia) en la "tucura quebrachera" *Tropidacris collaris* (Orthoptera: Romaleidae) en laboratorio. Rev. Soc. Entomol. Arg. 67 (3-4): 151-155.

LANGE, CE & MM CIGLIANO. 2010. Prevalence and infection intensity of the biocontrol agent *Paranosema locustae* (Microsporidia) in field-collected, newly-associated hosts (Orthoptera: Acrididae: Melanoplinae). Biocontrol Sci. Techn, 20(1): 19-24.

LANGE, CE & JC LORD. 2012. Protistan Entomopathogens. In: Insect Pathology, 2nd edition. FE Vega and HK Kaya (Eds.). Academic Press, an imprint of Elsevier, London. 367 – 394.

LARSON DP; KM O'NEILL, WP KEMP. 1999. Evaluation of the accuracy of sweep sampling in determining grasshopper (Orthoptera: Acrididae) community composition. J. Agricul. Urban. Entomol. 16: 207-214.

LECUONA, R. E. 1996. Microorganismos Patógenos Empleados en el Control Microbiano de Insectos Plaga. M. Mas, Buenos Aires. 338 p.

LEÓN, R. 1991. "Vegetation". En: Soriano, A. & R. Coupland (eds.), *Natural Grasslands: Introduction and Western Hemisphere*, Ámsterdam, Elsevier, pp. 380-387.

LEVINE, ND. 1988. *The protozoan phylum Apicomplexa. Volume I y II*. CRC Press, Inc.. pp. 203 ; 154 pp.

LIEBERMANN, J. 1949. Los acridios de la zona subandina de Neuquén, Río Negro y Chubut. *Rev Mus Argent Cs Ns Bernardino Rivadavia Zool.* 1:127–160.

LIEBERMANN, J. 1959. Zoogeografía, sistemática y economía de los acridoideos de la Patagonia. *Publ. Tec., Inst. Patol. Veg. Buenos Aires* 1(6): 60 pp.

LIEBERMANN, J. 1972. The current state of the locust and grasshopper problem in Argentina. En: *Proc. Int. Study Conf. on the Current and Future Problems of Acridology*, London, pp. 191 – 198.

LOCKWOOD, JA. 1997a. Rangeland Grasshopper Ecology. . In: Gangwere, SK.; Muralirangan, MC.; Muralirangan, M. (Eds.) *The Bionomics of Grasshoppers, Katydid and Their Kin*. CAB International. 83 -101

LOCKWOOD, JA. 1997b. Grasshopper population dynamics: a prairie perspective. *The Bionomics of Grasshoppers, Katydid and Their Kin*. New York: CAB International, 103-128.

LOCKWOOD, JA; WA KEMP & JA ONSAGER. 1988. Long-term large-scale effects of insecticidal control on rangeland grasshopper populations (Orthoptera: Acrididae). *J. Econ. Entomol.* 81: 1258-1264.

LOCKWOOD, JA & MG SERGEEV. 2000. Comparative biogeography of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in North America and Siberia: applications to the conservation of biodiversity. *J. Insect Conserv.* 4: 161–172.

LOMER, CJ & C PRIOR (eds). 1992. *Biological Control of Locusts and Grasshoppers*. CAB International, UK. Inst. Trop. Agricul. Wallingford 394p

LOMER, CJ; RP BATEMAN; DL JOHNSON; J LANGEWALD & MB THOMAS. 2001. Biological control of locusts and grasshoppers. *Annual Rev. Entomol.*, 46, 667-702.

LUISELLI, S; L BELTRAME & S ZEQUIN. 2002. Ciclo ninfal de tucuras (Orthoptera: Acrididae), en agroecosistemas del centro oeste de Santa Fe y centro este de Córdoba. *Rev. FAVE – Cs Agrs.* 1(1):37–45.

LLOYD DC. 1951. A Survey for grasshopper parasites in temperate South America. *Can. Entomol.* 83: 21 – 230.

MAGALHAES, BP & MR DE FARIA. 2005. Controle de gafanhotos com fungos entomopatogénicos: perspectiva Brasileira. En: L. Barrientos-Lozano & P. Almaguer-Sierra (eds.), *Memoria 2º Curso Internacional Manejo integrado de la langosta*

centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons*, Walker) y acridoideos plaga en America Latina. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 171-179

MARGULIS, L; JO CORLISS; M MELKONIAN & DJ CHAPMAN (Eds.). 1990. Handbook of Protozoists. Boston: Jones and Bartlett. 1024p

MARIOTTINI, Y. 2009. Biología y ecología de Acridios (Orthoptera: Acridoidea). Tesis Doctoral, Univ. Nac. La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina. 188p.

MARIOTTINI, Y; ML DE WYSIECKI & CE LANGE. 2011a. Postembryonic Development and Food Consumption of *Dichroplus elongatus* Giglio-Tos and *Dichroplus maculipennis* (Blanchard) (Orthoptera: Acrididae: Melanoplinae) Under Laboratory Conditions. Neotrop. Entomol. 40: 190-196.

MARIOTTINI, Y; ML DE WYSIECKI & CE LANGE. 2011b. Seasonal Occurrence of Life Stages of Grasshoppers (Orthoptera: Acridoidea) in the Southern Pampas, Argentina. Zoological Studies, 50 (6):737 – 744.

MARTÍNEZ-GHERSA, M & C GHERSA. 2005. Consecuencias de los recientes cambios agrícolas. En: Oesterheld, M. (ed.), La Transformación de la Agricultura Argentina, Ciencia Hoy, 15: 37-45.

MCKINNEY, ML & JL LOCKWOOD. 1999. Biotic homogenisation: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. Trends. Ecol. Evol.14: 450–453.

MCKINNEY, ML & JL LOCKWOOD. 2001 Biotic homogenization: a sequential and selective process. In Biotic homogenization, JL Lockwood & ML McKinney (Eds.). New York, NY: Kluwer Academic Publishers. pp. 1–17

MORENO, CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA. Vol 1. Soc. Entomol. Aragonesa. Zaragoza, España. 84 pp.

MURALIRANGAN, MC; KP SANJAYAN & S JOHNY. 2000. Augmentation of native gregarine parasites for the management of grasshopper of agroecosystem. In S. Narasimhan, G. Suresh, D. Wesley, (Eds.) Innovative Pest and Disease Management in Horticultural and Plantation Crops: Technology Improvement, Validation and Transfer, Allied Publishers Limited, Chennai, India. 208 – 215

OMA, EA; DA STREETT & JE HENRY. 1990. Establishment of a non diapause *Melanoplus differentialis* (Thomas) (Orthoptera: Acrididae) colony. Can Entomol. 3: 583–584.

OTTE, D. 1995. Orthoptera Species File. Vol. 5. Grasshoppers (Acridomorpha). The Orthopterists' Society and The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia. 630 p

PARUELO, JM; JP GUERSCHMAN; G PIÑEIRO; EG JOBBÁGY; SR VERÓN; G BALDI & S BAEZA. 2006. Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: marcos conceptuales para su análisis. *Agrociencia*, 10 (2): 47-61.

PELIZZA, SA; MN CABELLO & CE LANGE. 2010. Nuevos registros de hongos entomopatógenos en acridios (Orthoptera: Acridoidea) de la República Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 69 (3-4) : 287 – 291.

PERKINS, FO; JR BARTA; RE CLOPTON; MA PEIRCE & SJ UPTON. 2000. Phylum Apicomplexa. In J. J. Lee, G. F. Leedale & P. Bradbury (Eds.), (2nd ed.). *The Illustrated Guide to the Protozoa*, Vol. 1. Lawrence: Society of Protozoologists. pp. 190 – 369.

PILARSKA, DK; LF SOLTER; M KERESSELIDZE; A LINDE & G HOCH. 2006. Microsporidian infections in *Lymantria dispar* larvae: Interactions and effects of multiple species infections on pathogen horizontal transmission. *J. Invert. Pathol.*, 93(2): 105-113.

PIMENTEL D & H LEHMAN eds. 1993. *The Pesticide Question: Environment, Economics and Ethics*, Chapman & Hall, New York, 441 p.

POCCO, ME; GD RUBIO & MM CIGLIANO. 2011 A new species of *Zoniopoda* Stål (Orthoptera: Acridoidea: Romaleidae) from Argentina and its phylogenetic position within the genus. *Zootaxa* 2913: 27–37

PUSHKALA, K & MC MURALIRANGAN. 1997. Impact of *Gregarina subramanii*, a new gregarine species on the biology of the grasshopper, *Eyprepocnemis alacris* (Serville). *The Entomologist* 116:130–141.

RAINA, SK; S DAS; MM RAI & AM KHURAD. 1995. Transovarial transmission of *Nosema locustae* (Microsporidia: Nosematidae) in the migratory locust *Locusta migratoria migratorioides*. *Parasitol. Res.*, 81: 38-44.

REYES-VILLANUEVA, F. 2004. Generalidades y potencialidad en biocontrol de las gregarinas entomoparásitas. *Ciencia UANL Vol. VII* (3). 355 – 360.

RIBICHICH, AM. 2002. El modelo clásico de la fitogeografía de argentina: un análisis crítico. *INCI*. 27(12) :669-675..

RODRIGUEZ, Y; CK OMOTO & R GOMULKIEWICZ. 2007. Individual and population effects of eugregarine, *Gregarina niphandrodes* (Eugregarinida: Gregarinidae), on *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Environ. Entomol.* 36: 689–393.

RONDEROS, RA. 1959. Identificación de las especies de tucuras más comunes de la Provincia de Buenos Aires. *AGRO Vol.1*

RONDEROS, RA. 1985. Consideraciones sobre la biogeografía de los Melanoplinae en Sudamerica (Orthoptera, Acrididae). Procc. 3rd. Triennial Meeting, Pan American Acrid. Society. 53 – 54.

RONDEROS, RA; CS CARBONELL & A MESA. 1968. Revisión de las especies del género *Dichroplus* Stal, del grupo *elongatus* (Orthoptera, Acrididae, Catantopinae). Rev. Mus. La Plata. 10: 271–325.

ROSETTI, N & MI REMIS. 2012. Spatial Genetic Structure and Mitochondrial DNA Phylogeography of Argentinean Populations of the Grasshopper *Dichroplus elongatus*. *PloS one*, 7(7). e40807. doi:10.1371/journal.pone.0040807

ROWLEY, J & O BENNET. 1993. Grasshoppers & Locusts. The plague of the Sahel. Panos Dossier. The Panos Institute, London, Great Britain. 114p.

SALVADOR, V. 2010. Impacto sobre el hábitat. En: Viglizzo. E. y E. Jobbágy (Eds). Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto ecológico-ambiental. 102 p.

SALTO, C & BR BELTRAME. 1999a. Especies y distribución de tucuras en pasturas de la región centro oeste de Santa Fe y centro este de Córdoba. Publ. Miscelánea nº 89. EEA INTA Rafaela, Sta. Fe. 196 -199 .

SALTO, C. & BR BELTRAME. 1999b. Manejo y reconocimiento de tucuras. Centro oeste de Santa Fe y centro este de Córdoba.. Publ. Miscelánea nº 99. EEA INTA Rafaela Sta. Fe. 23 p

SÁNCHEZ, NE & GG LILJESTHRÖM. 1986. Population Dynamics of *Laplatacris dispar* (Rehn) (Orthoptera: Acrididae). Environ. Entomol. 15:775-778.

SÁNCHEZ, NE & ML DE WYSIECKI. 1993. Abundancia y diversidad de acridios en pasturas de la Provincia de La Pampa, Argentina. Rev. Invest. Agropec. 24 (1): 29-39.

SANTORO de CROUZEL, I & RG. SALAVIN. 1961. Contribución a la biología de las Sarcophagidae (Diptera). Rev. Invest. Agrícola. 15(4): 649-671.

SCUFFI, D, SE RICCI, Y MARIOTTINI, SE TORRUSIO & ML DE WYSIECKI. 2012. ¿La práctica de la siembra directa en cultivos de soja favorece las poblaciones de acridios (Orthoptera: Acrididae) en el partido de Benito Juárez? Rev. Soc. Entomol. (En prensa).

SIIA (Sistema Integrado de Información Agropecuaria). 2013, <http://www.sii.gov.ar/>. Visitado el 1/3/13.

SISLER, GM. 1981. Embryonic development of *Dichroplus elongatus* GiglioTos (Orthoptera: Acrididae) under ambient conditions. Rev. Fac. Agr. UBA. 2(1):47–52.



SMART, SM; K THOMPSON; RH MARRS; MG LE DUC, LC MASKELL; LG FIRBANK. 2006. Biotic homogenization and changes in species diversity across human-modified ecosystems. Proc. R. Soc. B 273, 2659 – 2665.

SOKOLOVA, J & CE LANGE. 2002. An ultrastructural study of *Nosema locustae* Canning (Microspora) from three species of Acrididae (Orthoptera). Acta Protozool. 41: 221-237.

SOKOLOVA, YY; CE LANGE & JR. FUXA. 2007. Establishment of *Liebermannia dichroplusae* n. comb. on the basis of molecular characterization of *Perezia dichroplusae* Lange, 1987 (Microsporidia). J. Euk. Microbiol. 54: 223-230.

SOKOLOVA, YY & JR FUXA. 2008. Biology and life-cycle of the microsporidium *Kneallhazia solenopsae* Knell Allan Hazaed 1977 gen. n., comb. N., from the fire ant *Solenopsis invicta*. Parasitol. 135: 903 – 929.

SOLTER, LF; JP SIEGEL; DK PILARSKA & MC HIGGS. 2002. The impact of mixed infection of three species of microsporidia isolated from the gypsy moth *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae). J. Invert. Pathol. 81(2):103 -113.

SOLTER, L & JJ BECNEL. 2007. 'Entomopathogenic Microsporidia', in: Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology (2nd ed.), L.A. Lacey and H.-K. Kaya (Eds.), Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 199 - 221.

SOLTER, LF; JJ BECNEL & DH OI. 2012. Microsporidian Entomopathogens. In Insect Pathology. FE Vega & HK Kaya (ed.)

STOCK, SP & NB CAMINO.1992. *Hexameris cochlearius* sp. n. (Nematoda: Mermithidae) a parasite of *Dichroplus elongatus* Giglio-Tos (Orthoptera: Acridiidae) in Argentina. Nematol. Ol. medit.20:167-169.

STREETT, DA. & MCGUIRE, MR. 1990. Pathogenic Diseases of Grasshoppers, in Biology of grasshoppers. CHAPMAN, R.F. & JOERN, A., (Eds.) Wiley Interscience, New York, 483-516.

TAUBER, MJ; CA TAUBER & S MASAKI. 1986. Seasonal adaptations of insects. Oxford University Press, New York 411p.

TORRUSIO, S; MM CIGLIANO & ML DE WYSIECKI. 2002. Grasshopper (Orthoptera: Acridoidea) and plant community relationships in the Argentine Pampas. J. Biogeogr. 29: 221-229

TORRUSIO, SE; ML DE WYSIECKI & J OTERO. 2005. Estimación de daño causado por *Dichroplus elongatus* en cultivos de soja en siembra directa, en la provincia de Buenos Aires. Rev Invest. Agrop., 34: 59-72.

TURK, SZ & BARRERA M. 1979. Acridios del NOA. III. Estudio bioecológico sobre siete especies del género *Dichroplus* Stal (Orthoptera, Acrididae). A Zool Lill. 35: 785–805.

UNDEEN, A & J VÁVRA. 1997. Research methods for entomopathogenic Protozoa. En: L. Lacey (ed.), Manual of techniques in insect pathology, Academic Press, San Diego, 117-150.

UVAROV, BP. 1977. Grasshoppers and Locusts, Vol II. Cambridge, Cambridge University Press, 613 p.

VALLES, S, D OI, JA BRIANO & DF WILLIAMS. 2004. Simultaneous detection of *Vairimorpha invictae* (Microsporida: Burenellidae) and *Thelohania solenopsae* (Microsporida: Thelohaniidae) in fire ants by PCR. Fla. Entomol. 87: 85-8.

VALLES, S & JA BRIANO. 2004. Presence of *Thelohania solenopsae* and *Vairimorpha invictae* in South American populations of monogynous *Solenopsis invicta*. Fla. Entomol. 87: 625-627.

VAN DER VALK, HC; A NIASSY & AB BEYE. 1999. Does grasshopper control create grasshopper problems? Monitoring side-effects of fenithrothion applications in the Western Sahel. Crop Prot. 18: 139-150.

VEGA, FE & HK KAYA eds.2012. Insect Pathology, 2nd edition. Academic Press, an imprint of Elsevier, London, 490p.

VEGA, FE; VN MEYLING; JJ LUANGSA-ARD & M BLACKWELL. 2012. Fungal Entomopathogens: In Insect Pathology 2nd edition. FE Vega and HK Kaya (Eds.). Academic Press, an imprint of Elsevier, London.172 - 220.

VES LOSADA, JC & EM BAUDINO. 1998. Influencia de sistemas de labranza sobre la población de tucuras, (Orthoptera: Acrididae). Bol. Div. Técn. N° 59. EEA Anguil "G. Covas". INTA. Anguil, La Pampa. 1 - 6 p.

VIGLIZZO, EF; FC FRANK & L CARREÑO. 2006. Situación ambiental en las ecorregiones Pampa y Campos y Malezales. En: La Situación Ambiental Argentina 2005. A. Brown, Martínez Ortiz, U., Acerbi, M. y Corcuera, J. (Eds.). Editorial Fundación Vida Silvestre. 587p.

VIGLIZZO, E & E JOBBÁGY Eds. 2010. Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto ecológico-ambiental. Ediciones INTA, Buenos Aires. 102 pp.

VIGLIZZO, EF; LV CARREÑO; H PEREYRA; F RICARD; J CLATT & D PINCÉN.2010. Dinámica de la frontera agropecuaria y cambio tecnológico. En: Viglizzo, E. y E. Jobbágy (Eds). Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto ecológico- ambiental.102p

VICKERY, VR.1989. The biogeography of Canadian Grylloptera and Orthoptera. Can. Entomol. 121: 389-424

VIVIER, E & I DESPORTESI. 1990. Phylum Apicomplexa. In L. Margulis et al. (eds.), Handbook of Protoctista. Jones & Bartlett Publishing.PP

WANG, L & X YU. 1994. The mass production and application of *Nosema locustae* against grasshoppers. *Acta Agrestia Sinica* 2: 49-54.

WANGPENG, S; Y YAN; E ZHU & W ZHANG. 2001. Sustainable management of locust *Locusta migratoria* using *Nosema locustae* in Hainan province. *J. Plant Prot.* 28: 207-212.

ZACCAGNINI, ME. 2004 ¿Porqué monitoreo ecotoxicológico de diversidad de aves en sistemas productivos? En: Larrea E (ed) INTA expone 2004. Volumen III. INTA, Buenos Aires. 69-89

ZAPATA, S. 1977. Notas sobre biología, distribución y comportamiento alimenticio en cuatro especies de acrididos chilenos. *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 36: 147-151.

ZAPATA, S. 1986. Conducta alimentaria de tres especies de acridios chilenos (Orthoptera: Acrididae). *Acta Entomol. Chi.* 13: 177 – 182.

ZEQUÍN, L; R BELTRAME; S LUISELLI; C SALTO & R STRASSER. 1999. Abundancia y diversidad de tucuras (Orthoptera: Acrididae) en el centro norte de Santa Fe y centro oeste de Córdoba. *Anuario 99, INTA Rafaela.* 113–120.

ZHONG-WEI, G; LI HONG-CHANG, & GAN YA-LING. 2006. Grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) biodiversity and grassland ecosystems. *J. Insect sci.* 13: 221 – 227.

ZUK, M. 1987. The effects of gregarine parasite on longevity, weight loss, fecundity and development in field crickets *Gryllus veletis* and *G. pennsylvanicus*. *Ecol. Entomol.* 12, 349 – 354.

## 6. Listado de tablas, gráficos y figuras

### 6.1 *Índice de tablas*

Tabla		Pág.
I	Listado de los 164 puntos de colecta de las muestras analizadas durante las temporadas 2008 al 2012, riqueza específica (S) y número de acridios colectados (n). <b>PH</b> – Pastizal halófilo; <b>PG</b> – Pastizal dominado por gramíneas; <b>PD</b> – Pastizal dominado por dicotiledóneas; <b>C</b> – Cultivo	41
II	Especies registradas durante los muestreos realizados entre 2008 – 2012; categorización de abundancia y distribución.	48
III	Especies registradas en los pastizales halófilos; categorización de abundancia y distribución.	50
IV	Especies registradas en los pastizales dominados por gramíneas; categorización de abundancia y distribución.	51
V	Especies registradas en los pastizales dominados por dicotiledóneas; categorización de abundancia y distribución.	53
VI	Especies registradas en cultivos; categorización de abundancia y distribución.	55
VII	Especies registradas en la provincia de Santa Fe, categorización de abundancia y distribución.	56
VIII	Especies registradas en cultivos de soja, categorización de abundancia y distribución.	57
IX	Estimación del número aproximado de posturas eclosionadas en base al número de nacimientos de <i>Dichroplus elongatus</i>	71

<b>X</b>	Número de sustratos, ocurrencia de eclosiones, nacimientos y cohortes (entre paréntesis) de <i>Dichroplus elongatus</i> producidos bajo incubación a 30 °C con o sin período de refrigeración (4°C).	74
<b>XI</b>	Sitios de muestreo donde se detectó la presencia de <i>Gregarina ronderosi</i> en <i>Dichroplus elongatus</i> , prevalencia y categorización de las infecciones: (MF) Muy Fuerte; (F) Fuerte; (M) Moderada; (L) Leve	88
<b>XII</b>	Número de infecciones registradas a distintos intervalos de tiempo para las distintas categorías propuestas.	90
<b>XIII</b>	Número de infecciones registradas a distintos intervalos de tiempo para las distintas categorías propuestas.	91
<b>XIV</b>	Principales diferencias entre los microsporidios patógenos de <i>Dichroplus elongatus</i> , <i>Paranosema locustae</i> y <i>Liebermannia dichroplusae</i>	100
<b>XV</b>	Localidades de detección y prevalencias de los microsporidios <i>Liebermannia dichroplusae</i> y <i>Paranosema locustae</i> en ejemplares de <i>Dichroplus elongatus</i> durante el período 2008 - 2012.	105
<b>XVI</b>	Condición respecto de presencia/ausencia de <i>Liebermannia dichroplusae</i> en la generación parental de <i>Dichroplus elongatus</i> proveniente de Empalme Querandíes correspondientes al bioensayo I.	108
<b>XVII</b>	Resultado de la inoculación con <i>Paranosema locustae</i> de ejemplares de la primera generación filial (F1) de <i>Dichroplus elongatus</i> provenientes de Empalme Querandíes	109
<b>XVIII</b>	Condición respecto de presencia/ausencia de <i>Liebermannia dichroplusae</i> en la generación parental de <i>Dichroplus elongatus</i> proveniente de Empalme Querandíes correspondientes al bioensayo II.	111
<b>XIX</b>	Resultado de la inoculación con <i>Paranosema locustae</i> de ejemplares de la primera generación filial (F1) de <i>Dichroplus elongatus</i> provenientes de Empalme Querandíes	111

---

## 6.2 Índice de gráficos

Grafico		Pág
a	Abundancia relativa promedio de <i>Dichroplus elongatus</i> en las distintas categorías de vegetación.	58
b	Presencia de <i>Dichroplus elongatus</i> en las muestras según las distintas categorías de vegetación.	58
c	Abundancia relativa de <i>Dichroplus elongatus</i> en los pastizales halófilos	59
d	Abundancia relativa de <i>Dichroplus elongatus</i> en los pastizales dominados por gramíneas	60
e	Abundancia relativa de <i>Dichroplus elongatus</i> en los pastizales dominados por dicotiledóneas	63
f	Abundancia relativa de <i>Dichroplus elongatus</i> en cultivos	64
g	Abundancia relativa de <i>Dichroplus elongatus</i> en la Provincia de Santa Fe	65
h	Abundancia relativa de <i>Dichroplus elongatus</i> en cultivos de soja	65
i	Prevalencia de <i>Gregarina ronderosi</i> respecto al tiempo	90
j	Prevalencia de <i>Gregarina ronderosi</i> respecto al tiempo	91

### 6.3 Índice de figuras

Figura		Pág.
1	Expansión del área cultivada en la provincia Pampeana	9
2	Expansión histórica del área de soja cultivada en la Argentina.	10
3	Ejemplares hembra (a), macho (b) y ninfa de 5to estadio (c) de <i>Dichroplus elongatus</i> .	13
4	Distribución geográfica de <i>Dichroplus elongatus</i> en la República Argentina.	14
5	Algunos de los paisajes que hoy en día dominan el agroecosistema pampeano	15
6	(a) Individuos de <i>Dichroplus elongatus</i> alimentándose en cultivo de soja. (b) Detalle de una planta de soja siendo consumida por <i>Dichroplus elongatus</i> .	16
7	Algunos de los enemigos naturales de <i>Dichroplus elongatus</i> . (a) Parasitoide: Larva de nemestrínido (Diptera: Nemestrinidae), Escala: 2,5mm – (b) Parásitos: Ácaros (Acarina), Escala: 5mm – (c) Entomopatógeno: <i>Paranosema locustae</i> (Microsporidia) Escala: 15µm– (d) Predador: <i>Argiope argentata</i> (Araneidae), Escala: 10mm.	20
8	(a) Mapa de las provincias biogeografías de Argentina y (b) detalle de la provincia biogeografía Pampeana.	22
9	Tipo de red entomológica utilizada para los muestreos	27
10	Mapa con la distribución de los sitios donde fueron realizados los muestreos, resaltadas se encuentran las provincia biogeográficas Pampeana (Azul), del Espinal (Verde), del Monte (Gris), y Chaqueña (Amarillo) según Cabrera y Willink, 1973.	28
11	Técnica de muestreo de acridios mediante el uso de red entomológica.	29
12	Jaulas de aluminio (20x20x30cm) utilizadas para el traslado con vida de los acridios hasta el laboratorio.	29
13	Pastizal halófilo	30

14	Pastizal dominado por gramíneas	31
15	Pastizal dominado por dicotiledóneas	32
16	Algunos de los principales cultivos de la provincia Pampeana. (a) Soja, (b) Girasol y (c) pastura forrajera.	33
17	Ciclo de vida generalizado de acridios donde pueden verse algunas de las posibilidades de diapausa. Si bien los ciclos de vida pueden ser muy diferentes entre las especies de acridios el siguiente esquema muestra un cuadro general de las posibilidades. (Fuente: Joern & Gaines 1990).	67
18	Clave para la diferenciación de <i>Dichroplus elongatus</i> de las especies más similares presentes en Argentina	70
19	Fotografía de una hembra de <i>Dichroplus elongatus</i> (izquierda) y una hembra de <i>Dichroplus exilis</i> (derecha).	71
20	Solapamiento de las distribuciones de dos tucuras del género <i>Dichroplus</i> : (a) Distribución de <i>Dichroplus exilis</i> y (b) distribución de <i>Dichroplus elongatus</i> .	72
21	Sustrato utilizado para la oviposición	73
22	Ilustración del ciclo de vida general de eugregarinas.	80
23	Estados de desarrollo de <i>Gregarina ronderosi</i>	81
24	Esquema del tracto digestivo de un acridio donde pueden verse las distintas secciones y partes utilizadas consideradas para la categorización.	85
25	(a) Infección Muy fuerte, donde se observa más de una zona del tracto digestivo afectado por <i>Gregarina ronderosi</i> . (b) detalle del digestivo medio y (c) anterior.	86
26	Digestivo medio de <i>Dichroplus elongatus</i> , donde puede observarse una infección categoría fuerte producida por <i>Gregarina ronderosi</i> .	87
27	Mapa con las localidades donde fue detectada la presencia de <i>Gregarina ronderosi</i> , incluida en rojo la localidad tipo (Girondo).	89
28	Los siete puntos de introducción de <i>Paranosema locustae</i> en la provincia Pampeana.	96
29	Disección ventral de un ejemplar de <i>Dichroplus elongatus</i> con una infección fuerte de <i>Liebermannia dichroplusae</i> donde puede apreciarse la diferencia entre los túbulos de Malpighi	98



---

	sanos o levemente infectados de color pardo y delgados (flechas negras), y los túbulos fuertemente infectados que se presentan blancos e hipertrofiados, con segmentos redondeados por la acumulación de esporos (flechas blancas)	
<b>30</b>	(a), Acridio en condición sana donde puede verse el cuerpo grasos de color amarillo translucido brillante; (b) Acridio infectado con <i>Paranosema locustae</i> donde puede verse el cuerpo graso de un color cremoso opaco a causa de la acumulación de esporos.	99
<b>31</b>	Diferencias entre los microsporidios <i>Liebertmannia dichroplusae</i> y <i>Paranosema locustae</i> .	101
<b>32</b>	Inoculación experimental de ninfas de 3er estadio de <i>Dichroplus elongatus</i> con <i>Paranosema locustae</i> .	104
<b>33</b>	Las 29 llocalidades donde se detectó la presencia de infecciones de <i>Liebertmannia dichroplusae</i> en <i>Dichroplus elongatus</i> para la provincia Pampeana.	106
<b>34</b>	Las 37 localidades donde se detectó la presencia de <i>Paranosema locustae</i> en la provincia Pampeana (Bardi <i>et al</i> 2012).	107
<b>35</b>	Infeccione mixta de los microsporidios <i>Paranosema locustae</i> y <i>Liebertmannia dichroplusae</i> en <i>Dichroplus elongatus</i> . (a) Esporos de <i>P. locustae</i> , - (b) Túbulo de Malpighi con esporos de <i>L. dichroplusae</i> - (c) Infección mixta donde pueden observarse los esporos de <i>L. dichroplusae</i> (Flechas azules) y <i>P. locustae</i> (Flechas amarillas), - (d) Túbulo de Malpighi infectado con <i>L. dichroplusae</i> (Flecha azul) y por fuera algunos esporos de <i>P. locustae</i> (Flechas amarillas).	110

---