

# Indicadores biológicos de restauración ambiental en un ex basural a cielo abierto (Cuenca Matanza-Riachuelo, Municipio de Marcos Paz, Buenos Aires, Argentina)

Pamela Krug<sup>1</sup> , Analía Soledad Nanni<sup>1,\*</sup> , Anahí Escala<sup>2</sup>, Marisol Rodríguez<sup>2</sup> , Carolina Gschaider<sup>3</sup> , Vera Mignaqui<sup>3</sup> 

(1) IIIA-UNSAM-CONICET, Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental, Escuela de Hábitat y Sostenibilidad, Campus Miguelete, 25 de mayo y Francia, 1650-San Martín, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

(2) Autoridad de la Cuenca Matanza -Riachuelo (ACUMAR), Buenos Aires, Argentina.

(3) Área de Vinculación y Transferencia, Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA), Escuela de Hábitat y Sostenibilidad, Campus Miguelete, 25 de mayo y Francia, 1650-San Martín, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

\*Autor de correspondencia: Analía Soledad Nanni [\[nanni.analia@gmail.com\]](mailto:nanni.analia@gmail.com)

*Este artículo ha sido aceptado para su publicación en ECOSISTEMAS. Ha sido sometido a una completa revisión por pares, pero no ha pasado por el proceso de corrección de textos, maquetación, paginación y corrección de pruebas, lo que puede dar lugar a diferencias entre esta versión y la versión definitiva. Cite este artículo como <https://doi.org/10.7818/ECOS.2440>*

## Indicadores biológicos de restauración ambiental en un ex basural a cielo abierto (Cuenca Matanza-Riachuelo, Municipio de Marcos Paz, Buenos Aires, Argentina)

**Resumen:** En el presente trabajo se evalúa el proceso de restauración ambiental que se desarrolla en un ex basural a cielo abierto (Cuenca Matanza-Riachuelo, Municipio de Marcos Paz, Buenos Aires, Argentina) mediante la utilización de indicadores biológicos. Los indicadores biológicos elegidos fueron comunidades vegetales, de anuros y de coleópteros edáficos pertenecientes a dos familias Carabidae y Aphodiidae. Los sitios de muestreo seleccionados teniendo en cuenta la variabilidad del predio y su perfil topográfico. El muestreo de vegetación se realizó con 8 parcelas de seguimiento continuo (Invierno; primavera; verano) estimando la cobertura por especie y siguiendo la metodología de Braun-Blanquet. Se relevó la comunidad de anuros mediante dos metodologías: visual y auditiva. La captura de los coleópteros fue mediante la colocación de trampas de caída. Anuros y coleópteros fueron muestreados en primavera y verano. Se identificaron un total de 52 especies vegetales. Se observaron diferencias significativas en la diversidad entre estaciones, siendo más alta en invierno y menor en primavera y verano. Se detectaron un total de 5 especies de anuros. El número de especies presentes durante ambas estaciones fue similar, aunque variaron su identidad. Se identificaron un total de 6 especies pertenecientes a la familia Carabidae y una a la familia Aphodiidae. La diversidad y la riqueza mostraron diferencias significativas entre las estaciones, siendo mayores ambos valores durante primavera. El elenco de especies presentes evidencia un proceso de sucesión en sus estadios tempranos para todos los indicadores biológicos estudiados, aunque el tiempo de restauración es relativamente corto.

**Palabras claves:** anuros; biodiversidad; coleópteros; vegetación

## Biological indicators of environmental restoration of a former open-air garbage dump (Matanza-Riachuelo Basin, Marcos Paz Municipality, Buenos Aires, Argentina)

**Abstract:** In this paper, the process of environmental restoration that takes place in a former open-air dump (Cuenca Matanza-Riachuelo, Municipality of Marcos Paz, Buenos Aires, Argentina) is evaluated through the use of biological indicators. The chosen biological indicators were plant communities, anurans and edaphic beetles belonging to two families Carabidae and Aphodiidae. The sampling sites were selected taking into account the variability of the property and its topographic profile. Vegetation sampling was carried out with 8 continuous monitoring plots (winter, spring, summer) estimating cover by species and following the Braun-Blanquet methodology. The anuran community was surveyed using two methodologies: visual and auditory. Coleoptera were captured by placing pitfall traps. Anurans and beetles were sampled in spring and summer. A total of 52 plant species were identified. Significant differences in diversity were observed between seasons, being higher in winter and lower in spring and summer. A total of 5 species of anurans were detected. The number of species present during both seasons was similar, although their identity varied. A total of 6 species belonging to the Carabidae family and 1 to the Aphodiidae family were identified. Diversity and richness showed significant differences between seasons, both values being higher during spring. The list of species present shows a succession process in its early stages in all the biological indicators studied, although the restoration time is relatively short.

**Keywords:** anurans; biodiversity; coleoptera; vegetation

## 51 **Introducción**

52 La restauración ambiental de espacios degradados es el proceso consistente en reducir, mitigar e incluso  
53 revertir los daños producidos en el medio físico para volver en la medida de lo posible a la estructura,  
54 funciones, diversidad y dinámica del ecosistema original (SER 2004). Para ello deben restituirse las  
55 condiciones originales y corregirse los impactos medioambientales ocasionados por la actuación llevada a  
56 cabo en el entorno. Muchas veces, el daño ambiental es irreversible y la restauración total es imposible. En  
57 estos casos, se persigue el objetivo de la remediación y/o saneamiento del ambiente para crear un  
58 neoecosistema y restaurar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Clewell y Aronson 2013). Un factor  
59 adicional es que en varias oportunidades se desconoce la condición natural original del ecosistema  
60 degradado (Tortorelli 2009), por lo tanto, si la restauración implica el retorno a su condición natural, pueden  
61 existir distintas interpretaciones del éxito de la restauración (Livingston 2006).

62 En Argentina existen 5000 basurales a cielo abierto, en promedio, más de dos basurales por municipio a  
63 nivel nacional. Estos sitios, carentes de control de operación y con escasas o nulas medidas de protección  
64 implican uno de los riesgos ambientales y sanitarios más urgentes de nuestro país (MAyDS 2022). El Plan  
65 Federal de Erradicación de Basurales a Cielo Abierto es una iniciativa que lleva adelante el Ministerio de  
66 Ambiente y Desarrollo Sostenible. En este contexto, la Autoridad de la Cuenca Matanza-Riachuelo  
67 (ACUMAR), comenzó la restauración de distintos basurales a cielo abierto presentes en la provincia de  
68 Buenos Aires dentro de las líneas de acción del Plan Integral de Saneamiento Ambiental (PISA).

69 Existen antecedentes de cierres de basurales a cielo abierto comparables con el presente caso de estudio  
70 en Argentina debido a que la composición de los residuos que presentaban eran en su mayoría residuos  
71 sólidos urbanos (Llamas et al. 2013) y el proceso de cierre involucraba tareas similares. Particularmente,  
72 podemos mencionar los casos de Luján de Cuyo, Godoy Cruz y Guaymallén de la provincia de Mendoza  
73 (SAyOT 2017). En todos los casos, el proceso de cierre involucró tareas de limpieza y acondicionamiento  
74 del predio, que incluyeron nivelación y estabilización de los terraplenes del terreno, remoción de una parte  
75 de los residuos, la compactación de la superficie y la cobertura de la superficie compactada con tierra. Por  
76 último, el sembrado de vegetación nativa. Además, se construyeron sistemas para el monitoreo de agua  
77 subterránea, para el control de la escorrentía superficial y para los controles de biogás.

78 Con el objetivo de evaluar la efectividad de la restauración en el predio “Batalla Villamayor” se realizaron  
79 relevamientos de indicadores biológicos de acuerdo al Protocolo Complementario al Convenio Marco de  
80 Cooperación Interinstitucional para el monitoreo de indicadores y servicios ecosistémicos en intervenciones  
81 en la Cuenca Matanza Riachuelo. Además, se plantea comparar el elenco de especies de estos indicadores  
82 biológicos en relación al perfil topográfico y la estacionalidad. Nuestra hipótesis es que los indicadores  
83 elegidos reflejan la evolución del proceso de restauración. Predecimos 1) que el elenco de especies  
84 presentes evidencia el proceso de sucesión hacia una comunidad estable. 2) que existirán diferencias en  
85 el elenco de especies y en los parámetros comunitarios debido al perfil topográfico y la estacionalidad.

## 86 **Materiales y métodos**

### 87 **Área de estudio**

88 El trabajo se realizó en el predio “Batalla de Villamayor” (-34.83869, -58.83168) de 7 ha, Municipio de  
89 Marcos Paz, Prov. Buenos Aires. En la margen sur del predio confluyen el Arroyo La Paja y el Arroyo  
90 Morales (**Fig. 1**) dentro de la Cuenca media del Matanza Riachuelo. El Arroyo Morales es un arroyo de agua  
91 clara, de un cauce lento, angosto y poco profundo (DEIAS - ACUMAR 2018). El clima dominante  
92 corresponde al tipo Templado – Húmedo de llanura, según la clasificación de Köppen (Beck et al. 2018). El  
93 invierno es corto y poco riguroso, mientras que el verano es caluroso y en ocasiones sofocante. El período

94 normal de lluvia, se extiende de octubre a abril. La temperatura media anual del período de muestreo es de  
95 16.4 °C y la precipitación media anual es de 998 mm. En cuanto a las características edáficas de la región,  
96 el suelo original está comprendido por un espeso manto de sedimentos cuaternarios denominado loess  
97 pampeano (Morello et al. 2012). Dentro del área se pueden distinguir 3 zonas (zona alta, zona de media  
98 loma y zona parquizada) que se diferencian por su altura (Fig. 1).

### 99 **Proceso de restauración**

100 El uso de suelo de dicho predio era el de un basural a cielo abierto que funcionó durante 30 años. En este  
101 se depositaron alrededor de 1200 toneladas mensuales de residuos domiciliarios. El método de disposición  
102 prescindió de tratamiento alguno, de la correcta impermeabilización del suelo para la protección del mismo  
103 y de los cursos de agua superficiales como subterráneos. ACUMAR, el Organismo Provincial para el  
104 Desarrollo Sostenible (OPDS), el Municipio de Marcos Paz y la Coordinación Ecológica Área Metropolitana  
105 Sociedad del Estado (CEAMSE) coordinaron el cierre del basural en 2017. En el marco del Plan de  
106 Saneamiento Ambiental generado para la Cuenca Matanza-Riachuelo se realizó el cierre técnico del predio,  
107 se removieron los residuos superficiales y se colocaron 15 600 m<sup>3</sup> de tosca y 5200 m<sup>3</sup> de suelo (Cabo et al.  
108 2021) en el año 2018. Además, se construyó un sistema para el monitoreo de agua subterránea (3 pozos),  
109 de desagües perimetrales y se construyó la infraestructura para el venteo de los gases generados por la  
110 descomposición de los residuos allí enterrados. Se plantaron 355 individuos de árboles, arbustos y  
111 herbáceas pertenecientes a 20 especies nativas. Las especies seleccionadas pertenecen al bosque  
112 ribereño (Cabo et al. 2021). En la línea de costa del Arroyo Morales se intervino bajo la modalidad de  
113 biorrollos que son estructuras cilíndricas de yute con especies nativas enraizadas previamente que  
114 contribuyen a disminuir la erosión de los márgenes, y retienen contaminantes presentes en las aguas y  
115 sedimentos (Basilico et al. 2016). Se instalaron 36 biorrollos vegetados con: *Commelina erecta*, *Tripogandra*  
116 *diuretica*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Hydrocotyle bonariensis* y *Typha domingensis* (Cabo et al. 2021).

### 117 **Indicadores biológicos**

118 Los indicadores biológicos elegidos fueron comunidades vegetales, de anuros y de coleópteros  
119 pertenecientes a dos familias Carabidae y Aphodiidae. Los puntos de muestreo para cada comunidad se  
120 ubicaron de tal forma de abarcar la mayor variabilidad ambiental relacionada al gradiente topográfico que  
121 existe en el predio (Fig. 1).

122 Las plantas son un importante componente dentro de un ecosistema, utilizadas muchas veces como  
123 indicadoras de las condiciones del mismo. Las principales características que las hacen apropiadas para  
124 este fin son sus niveles de riqueza relativamente altos, sus rápidas tasas de crecimiento y su respuesta  
125 directa a los cambios ambientales tanto naturales como antropogénicos. Son usadas tanto a nivel de  
126 especie analizando características poblacionales que reflejan, por ejemplo, el impacto de determinados  
127 usos productivos (Magnano et al. 2018); a nivel comunitario analizando cambios en la diversidad, riqueza o  
128 composición que pueden dar cuenta de una o varias características físico-químicas del suelo, microclimas  
129 o condiciones hidrológicas (Fennessy 2002; Maraseni y Pandey 2014; Hedwall y Brunet 2016); como así  
130 también a nivel de paisaje analizando los patrones de distribución en el espacio y el tiempo como reflejo de  
131 cambios ocasionados por el calentamiento global, cambios en el uso de la tierra, etc. Por otro lado, cambios  
132 en su diversidad están acompañados de cambios en la composición funcional de la vegetación que a su  
133 vez alteran numerosas funciones y servicios ecosistémicos, por ejemplo, el incremento en la producción de  
134 biomasa y alteración de las tasas de ciclado de nutrientes debido al pastoreo intensivo que favorece plantas  
135 de rápido crecimiento no palatables (Lavorel y Grigulis 2012; Allan et al. 2015).

136 Los anuros son un grupo particularmente interesante por la multiplicidad de funciones que cumplen dentro  
137 de ecosistemas acuáticos y terrestres y por su sensibilidad ante cambios en el ambiente. Su ciclo de vida  
138 doble, sus adaptaciones fisiológicas altamente especializadas y sus requerimientos específicos de  
139 microhábitat le otorgan características singulares y útiles en los estudios de ecosistemas (Blaustein et al.  
140 1994; Stebbins 1997; Wells 2010). Por esta razón, los patrones de presencia, distribución y composición de  
141 sus comunidades se destacan como indicadores de la calidad ambiental para evaluar y pronosticar la  
142 magnitud de los efectos que generan las actividades humanas (Pollet y Bendell-Young 2000; Carignan y  
143 Villard 2002; Rice et al. 2006).

144 Los carábidos y afódidos ofrecen importantes servicios ecosistémicos tales como favorecer la productividad  
145 de los cultivos, en la descomposición de la materia orgánica, en el ciclado de nutrientes del suelo, en el  
146 control de plagas y la dispersión secundaria de semillas (Cicchino 2006; Paleologos et al. 2007; Kwiatkowski  
147 2011; Nanni et al. 2021a). En particular, las especies fosoriales, al excavar galerías, mejoran la estructura  
148 del suelo, aumentando su aireación, la infiltración del agua y el mejoramiento de las condiciones para el  
149 crecimiento de las raíces. Por esto, ambas familias son utilizadas a nivel mundial como indicadoras del  
150 impacto de diferentes actividades antrópicas (Magura 2017). Debido a su papel ecológico clave, la falta de  
151 estas familias puede afectar el funcionamiento de los ecosistemas tanto naturales como productivos.

#### 152 **Diseño de muestreo y análisis estadístico**

153 Se relevaron estacionalmente (invierno-primavera 2019 y verano 2020) las distintas comunidades. Para el  
154 muestreo de vegetación se establecieron 8 parcelas de seguimiento continuo (**Fig. 1**). Se estimó la  
155 cobertura de cada una de las especies dentro de las parcelas de 1 x 1 m siguiendo la metodología de Braun-  
156 Blanquet (Braun-Blanquet 1979). Se relevó la comunidad de anuros mediante dos metodologías: visual y  
157 auditiva (Heyer et al. 1994). Para el muestreo visual se establecieron 7 parcelas al azar de 6 x 6 m en los  
158 distintos ambientes. Dentro de cada parcela se realizó un rastillaje completo (**Fig. 1**) con tres observadores.  
159 Se contaron cantidad de individuos y especie de cada uno. Luego, se establecieron dos puntos de muestreo  
160 auditivo, uno en cada extremo del predio, sobre el margen del arroyo Morales (**Fig. 1**). En cada punto se  
161 grabaron los cantos durante 15 minutos, y se anotaron las especies que se encontraban vocalizando y el  
162 número de individuos. En cada uno de los sitios seleccionados se llevó a cabo la captura de los escarabajos  
163 de suelo mediante la colocación de dos trampas de caída (Nanni et al. 2019) por cada sitio. Un total de 20  
164 trampas fueron colocadas en el predio (**Fig. 1**) por cada estación del año. Las trampas se confeccionaron  
165 con recipientes de plástico que fueron enterrados a un centímetro por debajo del nivel del suelo. En su  
166 interior se colocaron 400 ml de alcohol 96% para el mantenimiento de los ejemplares colectados y glicerina  
167 para evitar que el alcohol se evapore por completo y, por ende, que los ejemplares se dessequen (Nanni et  
168 al. 2019). Sobre cada trampa se colocó un plato plástico con el fin de evitar la entrada de agua de lluvia  
169 dentro de la misma. Las trampas operaron simultáneamente durante 15 días. Al cabo de este período fueron  
170 retiradas del campo. En el laboratorio se identificaron todos los ejemplares de carábidos y afódidos hasta  
171 el nivel de especie utilizando las claves taxonómicas disponibles en la bibliografía y nuestro conocimiento  
172 previo.

173 Para comparar estacionalmente la estructura de las comunidades presentes en cada nivel topográfico, se  
174 registró la riqueza específica (S) y se estimó la diversidad, utilizando el Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ )  
175 (Magurran 2013), y equitatividad, mediante el índice de Pielou ( $J'$ ) (Magurran 2013). Para evaluar si había  
176 diferencias significativas entre posiciones topográficas o entre estaciones se usaron modelos lineales  
177 generales para diversidad y equitatividad y modelos lineales generalizados para riqueza. Se excluyó del  
178 análisis la zona parquizada por contar con una sola muestra estacional debido a su pequeña área. En todos

179 los casos se decidió no incluir la parcela al modelo porque su aporte no fue significativo. Se utilizaron los  
180 programas R (R Core Team 2020) y RStudio (RStudio Team 2020).

## 181 **Resultados**

182 Se identificaron un total de 52 especies vegetales. Se observaron diferencias significativas en la diversidad  
183 entre estaciones ( $F_2=3.79$ ,  $p=0.0466$ ), siendo más alta en invierno y menor en primavera y verano. Los  
184 patrones de riqueza muestran una leve tendencia decreciente del alto hacia la media loma, pero sin  
185 diferencias significativas (**Fig. 2**), del mismo modo que se observa un gradiente estacional con el mayor  
186 número de especies durante el invierno y una disminución hacia el verano, pero sin diferencias  
187 estadísticamente significativas. En el caso de la zona parquizada no se observó un cambio importante en  
188 el número de especies, pero sí una disminución en la equitatividad, lo cual indica la presencia de una o  
189 pocas especies dominantes.

190 Se detectaron un total de 5 especies de anuros, 3 del género *Leptodactylidae*, una del género *Boana* y una  
191 del género *Rhinella*. Dentro del muestreo visual se registraron individuos de rana criolla (*Leptodactylus*  
192 *latrans*), rana piadora (*Leptodactylus latinasus*), rana rayada (*Leptodactylus gracilis*) y sapo común (*Rhinella*  
193 *arenarum*) (**Fig. 3**). Dentro del muestreo auditivo, se registraron individuos de rana rayada, rana piadora y  
194 ranita del zarzal (*Boana pulchella*) (**Fig. 3**). Además, cayeron 4 individuos de sapo común dentro de las  
195 trampas para escarabajos.

196 La cantidad de registros en algunas parcelas no permitió realizar un análisis estadístico para las  
197 comunidades de anuros por lo que se realiza un análisis descriptivo de los resultados. El número de  
198 especies presentes durante ambas estaciones fue similar, aunque variaron su identidad (**Fig. 4**). Las  
199 especies del género *Leptodactylidae* fueron encontradas en todos los ambientes con excepción de una de  
200 las parcelas del alto. *Boana pulchella* sólo fue encontrada en el margen del Arroyo Morales y *Rhinella*  
201 *arenarum* fue hallada en todos los ambientes.

202 Esto es consistente con las características de estas especies. Las 3 especies del género *Leptodactylidae*  
203 son especies típicas de pastizal, mientras que *Boana pulchella* tiene hábitos arborícolas y suele estar  
204 asociada a vegetación palustre o pastizales altos. Por su parte, *Rhinella arenarum* se adapta a multiplicidad  
205 de hábitats desde ambientes naturales a peridomiciliarios. La rana piadora y la rana rayada se alimentan  
206 principalmente de arañas, hormigas, langostas y grillos, mientras que la rana criolla puede alimentarse de  
207 presas más grandes como escarabajos, pequeños vertebrados, mariposas y polillas. La ranita del zarzal,  
208 por sus hábitos más arborícolas, se especializa en presas voladoras como moscas, mosquitos y algunas  
209 especies de escarabajos. El sapo común tiene una dieta generalista que incluye desde insectos y  
210 crustáceos a pequeños vertebrados (Ghirardi y López 2017; Zaracho et al. 2011).

211 Se identificaron un total de 50 individuos de coleópteros, 47 pertenecientes a la familia Carabidae y 3 a la  
212 familia Aphodiidae. Las especies de carábidos encontradas fueron: *Metius circumfusus*, *Phachymorphus*  
213 *striatulus*, *Scarites anthracinus*, *Loxandrus audouini*, *Selenophorus rufulus* y *Selenophorus alternans* (**Fig.**  
214 **5**). *Ataenius opatroides* fue la única especie de afódido registrada (**Fig. 6**). *S. anthracinus* fue la especie  
215 dominante seguida por *P. striatulus* en ambas estaciones. La diversidad ( $F_1=5.05$ ,  $p=0.0413$ ) y la riqueza  
216 ( $F_1=4.74$ ,  $p=0.0470$ ), mostraron diferencias significativas entre las estaciones, siendo mayores ambos  
217 valores durante la primavera (**Fig. 7**).

218 *S. anthracinus* es una especie de gran talla con un peso promedio de 350 mg y un largo promedio de 20  
219 mm (Nanni et al. 2015). *P. striatulus* es una especie de mediana talla con un peso promedio de 260 mg y  
220 un largo promedio de 16 mm, mientras que, *L. audouini* posee un peso promedio de 10 mg y un largo  
221 promedio de 10 mm (Nanni et al. 2015). *M. circumfusus* presenta un largo promedio de 8 mm. Por último,  
222 ambos *Selenophorus* son los que presentan la menor talla, con un largo promedio de 7 mm.

223 Tanto *S. anthracinus* como *P. striatulus* son mesófilas, tolerantes a los ambientes con mediana humedad  
224 edáfica, pero, en general, cercanos a cuerpos de agua. *S. alternans* y *S. rufulus*, también, son especies  
225 mesófilas, pero toleran ambientes con menor humedad edáfica que las dos primeras. *M. circumfusus* y *L.*  
226 *audouini* se encuentran descritas como especies hidrófilas, es decir, tolerantes a ambientes con alta  
227 humedad edáfica (Nanni et al. 2016).

228 *S. anthracinus*, *P. striatulus* y *M. circumfusus* se encuentran en una gran variedad de tipos de hábitat por lo  
229 que se consideran generalistas de hábitat. Además, son sinantrópicas y hemisinantrópicas, es decir, están  
230 muy asociadas a los seres humanos (Cicchino et al. 2013). Por otro lado, *L. audouini* y ambos *Selenophorus*  
231 son considerados especialistas de hábitat debido a que se encuentran asociados a un solo tipo de ambiente  
232 o en unos pocos (Nanni et al. 2019).

233 *S. anthracinus*, *L. audouini* y *P. striatulus* son especies zoófagas, su dieta consiste principalmente en la  
234 ingesta de otros artrópodos y de animales de cuerpo blando (e.g., moluscos, anélidos, nematodos, planarias  
235 y larvas de insectos) (Nanni et al. 2021b). *M. circumfusus*, por su parte, presenta una dieta omnívora,  
236 compuesta por una amplia variedad de fuentes de alimentos diferentes (e.g., carnívora, herbívora y fúngica)  
237 (Nanni et al. 2019). *S. alternans* y *S. rufulus* presentan una dieta granívora, es decir, se alimentan de las  
238 semillas de varias especies de plantas herbáceas (Nanni et al. 2016).

239 Finalmente, se encontraron 3 ejemplares de la especie *Ataenius opatroides*. En general, los afóidos se  
240 caracterizan por ser especies saprófagas o coprófagas (Stebnicka 2001), dieta que consiste en la ingesta  
241 de tejidos vegetales en descomposición proveniente de las heces de mamíferos herbívoros (Nanni et al.  
242 2019). *A. opatroides* es una especie de pequeña talla con una longitud promedio de 7 mm. Esta especie se  
243 encontró en la media loma y en la zona parquizada aportando a la riqueza y diversidad de estos ambientes.

## 244 **Discusión**

245 La tendencia decreciente de la riqueza y diversidad de especies vegetales desde el invierno al verano, es  
246 coherente al patrón esperado para la zona por ser parte de la ecorregión Pampeana, que se caracteriza por  
247 tener el máximo de cobertura hacia fines de invierno y el mínimo hacia el verano u otoño (Cabrera 1976).

248 La vegetación es una pseudoestepa formada por gramíneas alternadas con especies no graminiformes  
249 generalmente en baja cobertura. Las variaciones estacionales se deben posiblemente a la aparición de  
250 especies estivales que no toleran las condiciones más húmedas de la media loma y tampoco soportan las  
251 heladas de la época invernal.

252 En el caso de los anuros, la mayor abundancia registrada en primavera fue de dos especies de tamaño  
253 pequeño (rana rayada y rana piadora) con una dieta principalmente de hormigas y langostas (Ghirardi y  
254 López 2017), dos grupos que pueden considerarse pioneros en la colonización de ambientes intervenidos  
255 por el hombre. La presencia de *L. luctator* adulta dentro del predio puede ser un indicativo importante de  
256 que existe una disponibilidad de presas suficientes para mantenerla. Sin embargo, sólo se detectaron dos  
257 ejemplares en ambos muestreos con lo cual se puede sospechar que provengan de los campos adenaños  
258 y estén en una etapa inicial de colonización de este nuevo ambiente. Algo similar ocurre con *R. arenarum*  
259 que sólo fue detectado durante el verano. Esta es una especie de gran porte que requiere de una importante  
260 disponibilidad de presas para mantener poblaciones estables. En este caso, todos los individuos fueron  
261 juveniles. Por esta razón se cree que habría llegado al predio recientemente. *B. pulchella* sólo fue detectada  
262 en la primavera vocalizando principalmente sobre la margen del Arroyo Morales, por lo cual es de esperar  
263 que, con el avance de la vegetación palustre se encuentren cada vez más ejemplares.

264 *S. anthracinus*, *P. striatulus* y *M. circumfusus* son generalistas de hábitat, es decir, sin requerimientos  
265 específicos de hábitat. Se adaptan a una amplia gama de condiciones ambientales favoreciendo su

266 proliferación. Esto es coincidente con lo encontrado por otros autores para estas mismas especies (Castro  
267 2014; Porrini et al. 2010). Este resultado es esperable dado que es un ambiente con poco tiempo de  
268 restauración, o en un estado temprano de sucesión. Durante las primeras etapas de un ambiente en  
269 recuperación, primero colonizan especies generalistas de hábitat, y a medida que el ambiente se va  
270 complejizando y aumenta la oferta de nichos disponibles se incorporan al elenco especies con  
271 requerimientos específicos de hábitats. Esto es lo que se espera para los próximos años en este predio.  
272 En particular, *P. striatulus* se asocia con ambientes donde la cobertura de estrato herbáceo es elevada,  
273 bajo porcentaje de humedad en suelo, bajas coberturas de mantillo y estrato arbustivo y bajo contenido de  
274 materia orgánica en descomposición (Porrini et al. 2010; Cicchino et al. 2005). Estas características  
275 ambientales concuerdan con las vistas en la zona parquizada y alta en el predio. *S. anthracinus* es una  
276 especie que se encuentra mayormente asociada a una elevada cobertura de estrato arbustivo. A lo largo  
277 del predio existen parches de estrato arbustivo en los tres ambientes muestreados por lo que dicha especie  
278 fue muy abundante.

279 Otro importante indicio de la restauración de los ambientes estudiados, es la aparición de tres especies  
280 consideradas especialistas de hábitat, aunque sea en muy baja abundancia (1 individuo de cada especie).  
281 *L. audouini* es una especie considerada típica de humedal (Nanni et al. 2019), mientras que, *S. alternans* y  
282 *S. rufulus* son especies típicas de pastizales (Cicchino et al. 2013). Los hábitats característicos de dichas  
283 especies concuerdan con su hallazgo en la media loma, donde predomina el estrato herbáceo y los suelos  
284 presentan mayor humedad que en la zona alta. En los próximos años se esperaría el aumento de la  
285 abundancia de estas tres especies, para confirmar su establecimiento en el predio.

286 Las especies zoófagas no sólo fueron las de mayor número, sino que también mostraron diferentes tamaños  
287 corporales, lo que refleja una elevada diversidad y abundancias de presas disponibles (Honěk y Jarošík  
288 2000), es decir, una cadena trófica compleja y completa. Los sitios estudiados poseen un gran número de  
289 microhábitats que facilitan la diversificación de las presas presentes, permitiendo, la presencia de especies  
290 depredadoras con distintas estrategias de alimentación (Lassau et al. 2005). Una de ellas sería incrementar  
291 su actividad en función de la disponibilidad de presas (Honěk y Jarošík 2000; Stork y Paarman 1992). Por  
292 ejemplo, Tulli et al. (2009) encontraron que, en la Provincia de Buenos Aires, *S. anthracinus* se alimentó de  
293 moluscos (*Deroceras reticulatum*) y crustáceos (Isópodos del Género Oniscoidea), los que son muy  
294 abundantes entre octubre y diciembre, época en la cual la especie presenta su mayor actividad. Las  
295 especies granívoras, ambas *Selenophorus*, juntan semillas en sus cuevas y galerías para tener reserva  
296 alimenticia durante el otoño y el invierno (Nanni et al. 2016). Esta actividad facilita el rebrote de las especies  
297 vegetales, generando una dispersión secundaria de semillas. A pesar de que la mayoría de las especies  
298 son zoófagas, todos los eslabones de la cadena trófica se vieron representados en las especies de  
299 escarabajos encontradas. Esto brinda una noción de estabilidad ambiental o tendencia hacia la misma.

300 Casi todas las especies de afóidos presentes en ambientes con ganado presentan un tipo de alimentación  
301 detritívora ya que utilizan la materia orgánica en descomposición como fuente de recursos alimenticios o  
302 de nidificación (Cabrero-Sañudo y Lobo 2003; Smith y Skelley 2007). En el caso del predio, el ingreso  
303 ocasional de ganado perteneciente a campos vecinos genera una oferta de nichos nueva para las especies  
304 de afóidos permitiendo la colonización del mismo tanto en la media loma como en la zona parquizada y el  
305 alto.

306 Los afóidos fueron encontrados sólo en primavera, esto tiene relación con su típico pico de actividad  
307 estacional y la temperatura óptima del vuelo. Su pequeño tamaño corporal refleja restricciones fisiológicas  
308 para el vuelo (Casey y Joos 1983). Es probable que la temperatura ambiental durante la primavera les  
309 resulte favorable para la regulación de la temperatura corporal durante el vuelo, generando condiciones  
310 fisiológicas propicias para la actividad de las especies de afóidos.

## 311 **Conclusiones**

312 En función de todos los indicadores biológicos analizados, podemos decir que el proceso de restauración  
313 del predio “Batalla Villamayor” está evolucionando exitosamente. A pesar de que el tiempo de restauración  
314 es relativamente corto, el elenco de especies presentes evidencia un proceso de sucesión en sus estadios  
315 tempranos en todos los indicadores biológicos estudiados. Aunque se desconozca la condición natural  
316 original de este predio, creemos que el proceso de restauración se viene desarrollando exitosamente. El  
317 elenco de especies de cada indicador biológico analizado se diferenció principalmente al compararlo  
318 estacionalmente. Hasta el momento, el perfil topográfico influye levemente en la distribución de especies  
319 dentro del predio. El monitoreo futuro del predio es recomendable para poder evaluar su biodiversidad y los  
320 bienes y servicios ecosistémicos que provee.

## 321 **Agradecimientos**

322 El trabajo se realizó gracias al Protocolo Complementario al Convenio Marco de Cooperación  
323 Interinstitucional para el monitoreo de indicadores y servicios ecosistémicos en intervenciones en la Cuenca  
324 Matanza Riachuelo, entre el Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (CONICET-UNSAM) y la  
325 ACUMAR. El Municipio de Marcos Paz colabora con las tareas de mantenimiento del predio.

## 326 **Contribuciones de los autores**

327 Pamela Krug: Análisis formal, Conceptualización, Investigación, Metodología, Redacción - borrador original.  
328 Analía S. Nanni: Conceptualización, Investigación, Metodología, Redacción - borrador original, Edición,  
329 Visualización. Anahí Escala: Investigación, Redacción – revisión. Marisol Rodríguez: Administración del  
330 proyecto, Redacción – revisión. Carolina Gschaidler: Investigación, Redacción- revisión. Vera Mignaqú:  
331 Administración del proyecto, Adquisición de fondos, Redacción - revisión.

## 332 **Referencias**

- 333 Allan, E., Manning, P., Alt, F., Binkenstein, J., Blaser, S., Blüthgen, N., et al. 2015. Land use intensification alters  
334 ecosystem multifunctionality via loss of biodiversity and changes to functional composition. *Ecology Letters* 18: 834-  
335 843.
- 336 Basílico, G., de Cabo, L., Faggi, A., Miguel, S. 2016. Low-tech alternatives for the rehabilitation of aquatic and riparian  
337 environments. En: Ansari, A.A., Gill, S.S., R. Gill, R., Lanza, G., Newman, L. (eds.), *Phytoremediation. Management*  
338 *of Environmental Contaminants, Volume 4*. pp. 349-364. Springer, Cham, Suiza.
- 339 Beck, H.E., Zimmermann, N.E., McVicar, T.R., Vergopolan, N., Berg, A., Wood, E.F. 2018. Present and future Köppen-  
340 Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Nature Scientific Data* doi=10.1038/sdata.2018.214.
- 341 Blaustein, A.R., Wake, D.B., Sousa, W.P. 1994. Amphibian Declines: Judging Stability, Persistence, and Susceptibility of  
342 Populations to Local and Global Extinctions. *Conservation Biology* 8: 60-71.
- 343 Braun Blanquet, J. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blume (ed). Buenos  
344 Aires, Argentina.
- 345 Cabrera, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Acme, Buenos Aires. 85 pp. En: Kugler W.F. (Ed), *Enciclopedia*  
346 *argentina de agricultura y jardinería*. Tomo 2. 2ª edición, Fascículo 1. pp. 1-85. Acme. Buenos Aires, Argentina.
- 347 Cabrero-Sañudo, F.J., Lobo, J.M. 2003. Reconocimiento de los factores determinantes de la riqueza de especies: El caso  
348 de los Aphodiinae (Coleoptera, Scarabaeoidea, Aphodiidae) en la península ibérica. *Graellsia* 59(2-3):155-177.
- 349 Carignan, V., Villard, M.A. 2002. Selecting Indicator Species to Monitor Ecological Integrity: A Review. *Environmental*  
350 *Monitoring and Assessment* 78:45-61.
- 351 Casey, T.M., Joos, B.A. 1983. Morphometrics, conductance, thoracic temperature, and flight energetics of noctuid and  
352 geometrid moths. *Physiological Zoology* 56:160-173.
- 353 Castro, A. 2014. *Ensamble de Carabidae (Insecta, Coleoptera) del talar más austral del sudeste bonaerense y de su*  
354 *entorno modificado*. Tesis de doctorado. Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

- 355 Cicchino, A.C., Marasas, M.E., Paleologos, M.F. 2005. Fenología y densidad actividad de cinco especies de Carabidae  
356 (Coleoptera) edáficas en un cultivo experimental de trigo y su entorno en el partido de La Plata, provincia de Buenos  
357 Aires. En: Rebios, V. (Ed.), *Actas de la V Reunión Nacional Científico Técnica de Biología del Suelo y Fijación*  
358 *Biológica del Nitrógeno*, Área temática I, Comunidades Terrestres I, pp. 1-14. Universidad Nacional de Jujuy, San  
359 Salvador de Jujuy, Argentina, 2005.
- 360 Cicchino, A.C. 2006. Diversidad de Carábidos (Insecta, Coleoptera, Carabidae) de dos asocios de tala en la Laguna de  
361 los Padres, partido de General Pueyrredón, provincia de Buenos Aires. En: Mérida, E., Athor, J. (Eds.), *Talares*  
362 *Bonaerenses y su Conservación*, pp. 128-136. Fundación de Historia Natural Félix de Azara-Universidad  
363 Maimónides, Buenos Aires.
- 364 Cicchino, A.C., Nanni, A.S., Fracassi, N.G., Quintana, R.D. 2013. Las Carabidae de los suelos del Bajo Delta Bonaerense  
365 del Río Paraná. Estado actual de su conocimiento. En: *Libro de Actas del III Congreso Nacional de Ecología y Biología*  
366 *de Suelos. Diversidad, Monitoreo y Conservación*. Asociación Argentina de Biología y Ecología de Suelos. Argentina.  
367 ISBN 978-987-688-037-4.
- 368 Clewell, A.F., Aronson, J. 2013. *Ecological restoration: principles, values, and structure of an emerging profession*. Island  
369 Press. Washington, D.C., Estados Unidos.
- 370 De Cabo, P., Marconi, P., Perlman, P., Capra, A.S., Escala, A. Coconier, E.G., et al. 2021. Ecological restoration of the  
371 banks of Morales stream (Matanza-Riachuelo Basin, Marcos Paz municipality, Buenos Aires, Argentina). *Brazilian*  
372 *Journal of Animal and Environmental Research* 4(1):1161-1169. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n1-092>
- 373 DEIAS - ACUMAR 2018. *Plan de Gestión Ambiental y Social por Subcuenca. Subcuenca Morales*. ACUMAR. Buenos  
374 Aires, Argentina.
- 375 Fennessy, S. 2002. *Methods for evaluating wetland condition: using vegetation to assess environmental conditions in*  
376 *wetlands*. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA-822-R-02-020.
- 377 Ghirardi, R., López, J.A. 2017. *Anfibios de Santa Fe*. Guderyahn, L.B., Smithers, A.P., Mims, M.C. (eds.). Universidad  
378 Nacional del Litoral, Santa Fe. Argentina.
- 379 Hedwall, P.O., Brunet, J. 2016. Trait variations of ground flora species disentangle the effects of global change and altered  
380 land-use in Swedish forests during 20 years. *Global Change Biology* 22: 4038-4047.
- 381 Heyer, W.R., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek, L.C., Foster, M.S. 1994. *Measuring and Monitoring Biological*  
382 *Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., Estados Unidos.  
383 pp.364.
- 384 Honěk, A., Jarošík, V. 2000. The role of crop density, seed and aphid presence in diversification of field communities of  
385 Carabidae (Coleoptera). *European Journal of Entomology* 97: 517- 525.
- 386 Kwiatkowski, A. 2011. Assemblages of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in humid forest habitats of different stages  
387 of succession in the Puszcza Knyszynska Forest (northeastern Poland). *Zookeys* 100: 447-459.
- 388 Lassau, S.A., Hochuli, D.F., Cassis, G., Reid, C.A. 2005. Effects of habitat complexity on forest beetle diversity: do  
389 functional groups respond consistently? *Diversity and Distribution* 11: 73–82.
- 390 Lavorel, S., Grigulis K. 2012. How fundamental plant functional trait relationships scale-up to trade-offs and synergies in  
391 ecosystem services. *Journal of Ecology* 100: 128-140.
- 392 Livingston, R.J. 2006. *Restoration of Aquatic Systems*. CRC Press, Taylor & Francis Group Boca Raton, FL, Estados  
393 Unidos. pp.417.
- 394 Magura, T. 2017. Ignoring functional and phylogenetic features masks the edge influence on ground beetle diversity  
395 across forest-grassland gradient. *Forest Ecology and Management* 384: 371-377.
- 396 Magurran, A.E. 2013. *Ecological diversity and its measurement*. Springer Science y Business Media.
- 397 Magnano, A.L., Nanni, A.S., Krug, P., Astrada, E., Vicari, R., Quintana, R.D. 2018. Effects of livestock exclusion on  
398 density, survival and biomass of the perennial sagebrush grass *Hymenachne pernambucense* (Poaceae) from a  
399 temperate fluvial wetland. *Acta Oecologica* 86: 72-78.
- 400 Maraseni, T.N., Pandey, S.S. 2014. Can vegetation types work as an indicator of soil organic carbon? An insight from  
401 native vegetations in Nepal. *Ecological Indicators* 46: 315-322.
- 402 Martinengo, P.D., Mercante, I.T., Llamas, S. 2013. Reinserción de un antiguo basural para uso agrícola en Argentina.  
403 *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 29(3): 99-105.
- 404 MAyDS 2022. *Basurales a cielo abierto: situación socioambiental y propuestas de solución integral*. Ministerio de  
405 Ambiente y Desarrollo Sostenible. [Recurso en línea] Disponible en:  
406 <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/accion/basurales>
- 407 Morello, J., Mateucci, S., Rodríguez, A., Silva, M. 2012. *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*. Orientación  
408 Gráfica Editora. Buenos Aires, Argentina. pp. 391.
- 409 Nanni, A., Cicchino, A., Quintana, R.D. 2015. ¿Pueden los Carábidos del delta del Paraná controlar plagas forestales?  
410 En: *Libro de resúmenes del II Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Ambiental. II Congreso Nacional de*  
411 *la Sociedad Argentina de Ciencia y Tecnología Ambiental*, pp 151-156. Sociedad Argentina de Ciencia y Tecnología  
412 Ambiental. Buenos Aires, Argentina. ISBN 978-987-46096-1-8.
- 413 Nanni, A.S., Quintana, R.D., Fracassi, N.G., Cicchino, A.C. 2016. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) inhabiting  
414 anthropogenic habitats in the lower delta of the Paraná River, Argentina: geographic distribution and ecological  
415 characteristics. *Austral Entomology*, 56(3): 244-254. <https://doi.org/10.1111/aen.12227>

- 416 Nanni, A.S., Fracassi, N.G., Magnano, A.L., Cicchino, A.C., Quintana, R.D. 2019. Ground Beetles in a Changing World:  
417 Communities in a Modified Wetland Landscape. *Neotropical entomology* 48(5): 729-738.
- 418 Nanni, A.S., Krug, P., Cicchino, A.C., Quintana, R.D. 2021a. Effects of intensive human management on the taxonomic  
419 and functional diversity of ground beetles in a planted forest landscape. *Biodiversity and Conservations*  
420 <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02273-w>
- 421 Nanni, A.S., Quintana, R.D., Sfara, V. 2021b. ¿Podría ser *Scarithes anthracinus* (Coleoptera: Carabidae) un agente de  
422 control biológico de *Nematus oligospilus* (Hymenoptera: Tenthredinidae)? En: *III Jornadas Internacionales y V*  
423 *Nacionales de Ambiente, Soberanía y Gestión de los bienes naturales comunes, Buenos Aires, Argentina.*  
424 Universidad Nacional de Hurlingham. Villa Tesei, Argentina.
- 425 Paleologos, M., Cicchino, A., Marasa, M.E., Sarandon, S.J. 2007. Las estructuras de dominancia de los ensambles  
426 carabidológicos como indicadores de disturbio en agroecosistemas. Un ejemplo en dos viñedos bajo diferentes  
427 manejos en la costa de Berisso, Buenos Aires. *Revista Brasileira de Agroecologia* 2 (2): 655-659.
- 428 Pollet, I., Bendell-Young, L.I. 2000. Amphibians as indicators of wetland quality in wetlands formed from oil sands effluent.  
429 *Environmental Toxicology and Chemistry* 19: 2589-2597.
- 430 Porrini, D., Castro, A., Cicchino, A. 2010. Distribución espacial y temporal de *Paranortes cordicollis* y *Pachymorphus*  
431 *striatulus* (Coleoptera, Carabidae) en dos ambientes edáficos de la laguna Nahuel Rucá, Buenos Aires, Argentina.  
432 En: *XXII Congreso Argentino de la ciencia del suelo. 31 de Mayo al 4 Junio de 2010 Rosario, Argentina.* Asociación  
433 Argentina de CC del suelo. Buenos Aires, Argentina.
- 434 R Core Team 2020. *R: A language and environment for statistical computing.* R Foundation for Statistical Computing,  
435 Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.
- 436 Rice, K., Mazzotti, F., Waddles, J., Conill, M. 2006. *Uso de Anfibios como Indicadores del Éxito de la Restauración de*  
437 *Ecosistemas*, CIR 1484S. Departamento de Wildlife Ecology and Conservation, Servicio de Extensión Cooperativa  
438 de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida. (UF/IUFAS). FL. Estados Unidos.
- 439 R Studio Team 2020. *R Studio: Integrated Development for R.* RStudio, PBC, Boston, MA URL: <http://www.rstudio.com/>.
- 440 SAyOT 2017. *Análisis de riesgo de basurales. Proyecto gestión integral de residuos sólidos urbanos. Zona metropolitana*  
441 *de la provincia de Mendoza. Anexo 18.* Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial de Mendoza, Mendoza,  
442 Argentina.
- 443 SER 2004. *The SER International Primer on Ecological Restoration (Vs 2:October, 2004).* Society for Ecological  
444 Restoration International Science & Policy Working Group, Tucson, Arizona, Estados Unidos.
- 445 Smith, A.B.T., Skelley, P.E. 2007. A review of the Aphodiinae (Coleoptera: Scarabaeidae) of southern South America.  
446 Magnolia Press. *Zootaxa* 14: 5-8.
- 447 Stebbins, R.C. 1997. *A natural history of amphibians.* Princeton University Press. Princeton, NJ, Estados Unidos.
- 448 Stebnicka, Z.T. 2001. Aphodiinae (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae). *Fauna of New Zealand Series.* Manaaki Whenua  
449 Press, Lincoln, Canterbury, New Zealand pp. 64.
- 450 Stork, N.E., Paarman, W. 1992. Reproductive seasonality of the ground and tiger beetle (Coleoptera: Carabidae,  
451 Cicindelidae) fauna in North Sulawesi (Indonesia). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 27: 101-115.
- 452 Tortorelli, M.C. 2009. *Ríos de vida.* Ministerio de Educación de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica,  
453 Ministerio de Educación, Buenos Aires, Argentina. pp. 216.
- 454 Tulli, M.N., Carmona, D.M., López, A.N., Manetti, P.L., Vincini, A.M., Cendoya, G. 2009. Predation on the slug *Deroceras*  
455 *reticulatum* (Pulmonata: Stylommatophora) by *Scarites anthracinus* (Coleoptera: Carabidae). *Ecología Austral* 19: 55-  
456 61.
- 457 Wells, K.D. 2010. *The ecology and behavior of amphibians.* University of Chicago Press. Chicago, IL, Estados Unidos.
- 458 Zaracho, V.H., Céspedes, J.A., Alvarez, B.B., Lavilla, E. 2011. *Anfibios de Corrientes: una guía de campo.* Fundación  
459 Miguel Lillo, Ministerio de Educación de la Nación. San Miguel de Tucumán, Argentina.

460 **Figuras**

461

462 **Figura 1.** Área de estudio y diseño de muestreo para vegetación, anuros, carábidos y afóidos dentro del ex basural a  
463 cielo abierto "Batalla Villamayor". Zona parquizada (violeta); zona de media loma (verde); zona alta (beige).

464 **Figure 1.** Study area and sampling design for vegetation, anurans, carabid and aphodid beetles within the "Batalla  
465 Villamayor" former open-air garbage dump. Landscaped area (violet); mid-hill area (green); high area (beige).

466

467

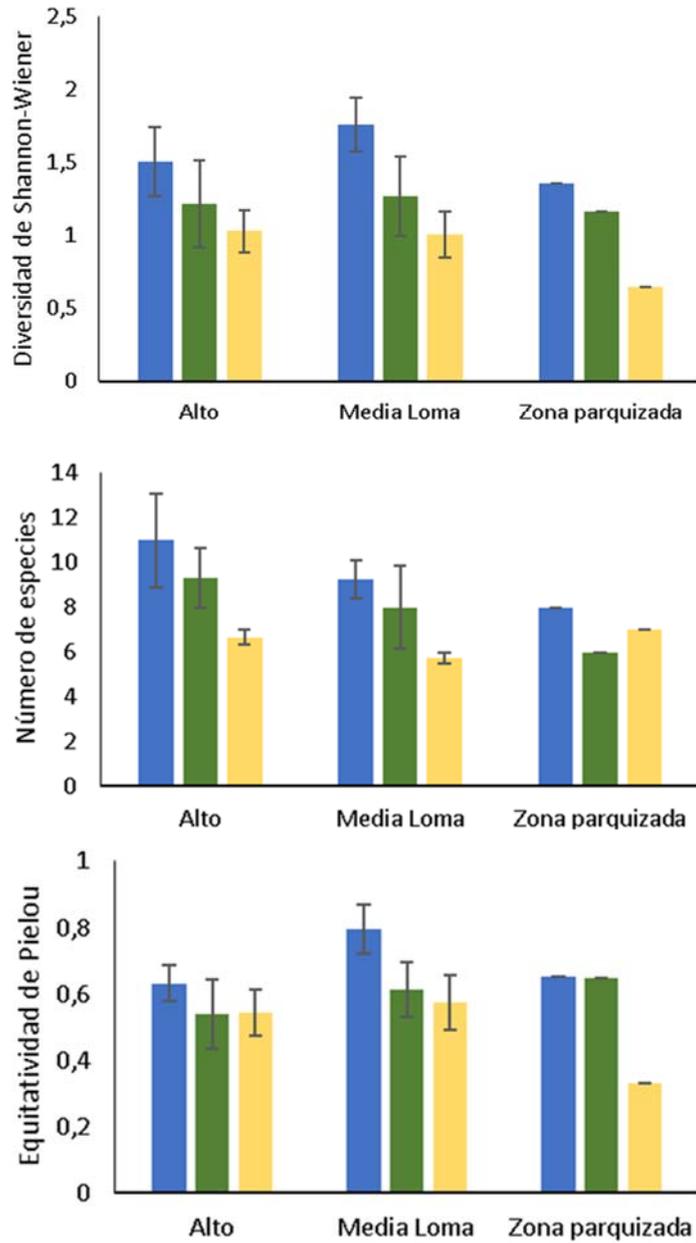


468

PRUEBA SIN CO

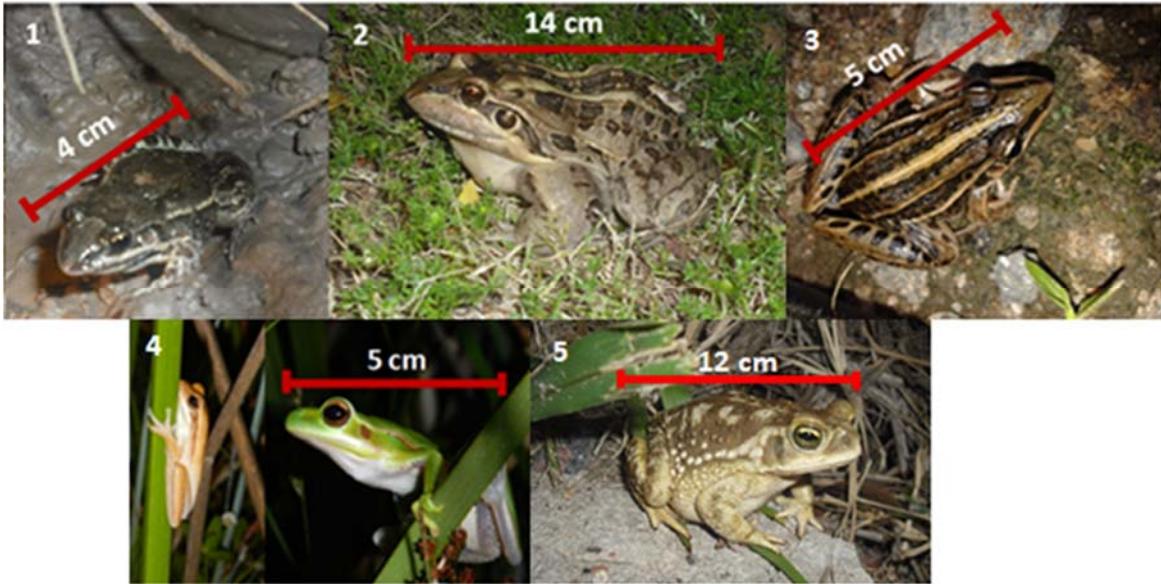
469 **Figura 2.** Resultados de los parámetros comunitarios para la comunidad vegetal durante el invierno y primavera del 2019  
470 y verano de 2020. Se grafica el promedio y error estándar de cada nivel topográfico y cada estación. Invierno (azul);  
471 primavera (verde); verano (amarillo).

472 **Figure 2.** Results of the community parameters for the vegetation community during winter and spring of 2019 and  
473 summer of 2020. The average and standard error of each topographic level and season are plotted. Winter (blue); spring  
474 (green); summer (yellow).



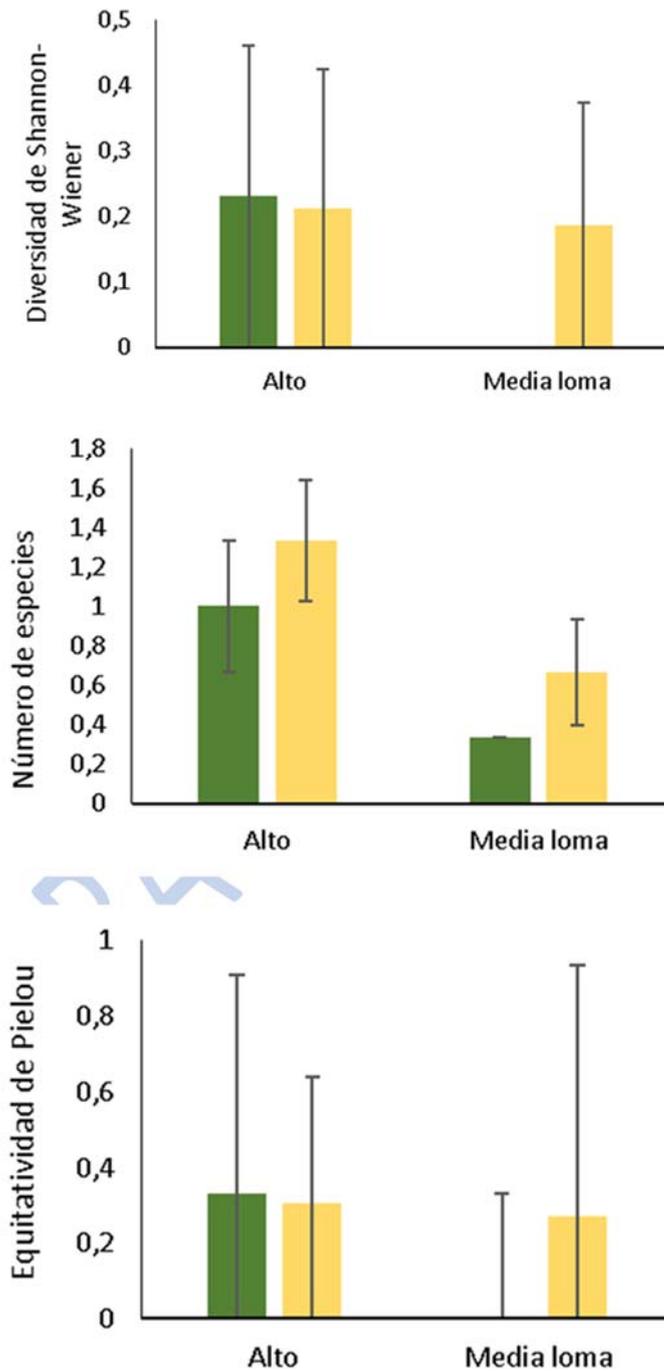
475

476 **Figura 3.** Especies de anuros registradas en el predio "Batalla Villamayor", Marcos Paz, Buenos Aires, Argentina. 1)  
477 *Leptodactylus latinasus*, 2) *Leptodactylus latrans*, 3) *Leptodactylus gracilis*, 4) *Boana pulchella*, 5) *Rhinella arenarum*.  
478 **Figure 3.** Species of anurans recorded in "Batalla Villamayor" land, Marcos Paz, Buenos Aires, Argentina. 1)  
479 *Leptodactylus latinasus*, 2) *Leptodactylus latrans*, 3) *Leptodactylus gracilis*, 4) *Boana pulchella*, 5) *Rhinella arenarum*.



480

481 **Figure 4.** Resultados de los parámetros comunitarios para la comunidad de anfibios durante la primavera del 2019 y  
 482 verano de 2020. Se grafica el promedio y error estándar de cada zona topográfica y estación. Primavera (verde); verano  
 483 (amarillo).  
 484 **Figure 4.** Results of the community parameters for the amphibian community during spring of 2019 and summer of 2020.  
 485 The average and standard error of each topographic zone and season are plotted. Spring (green); summer (yellow).

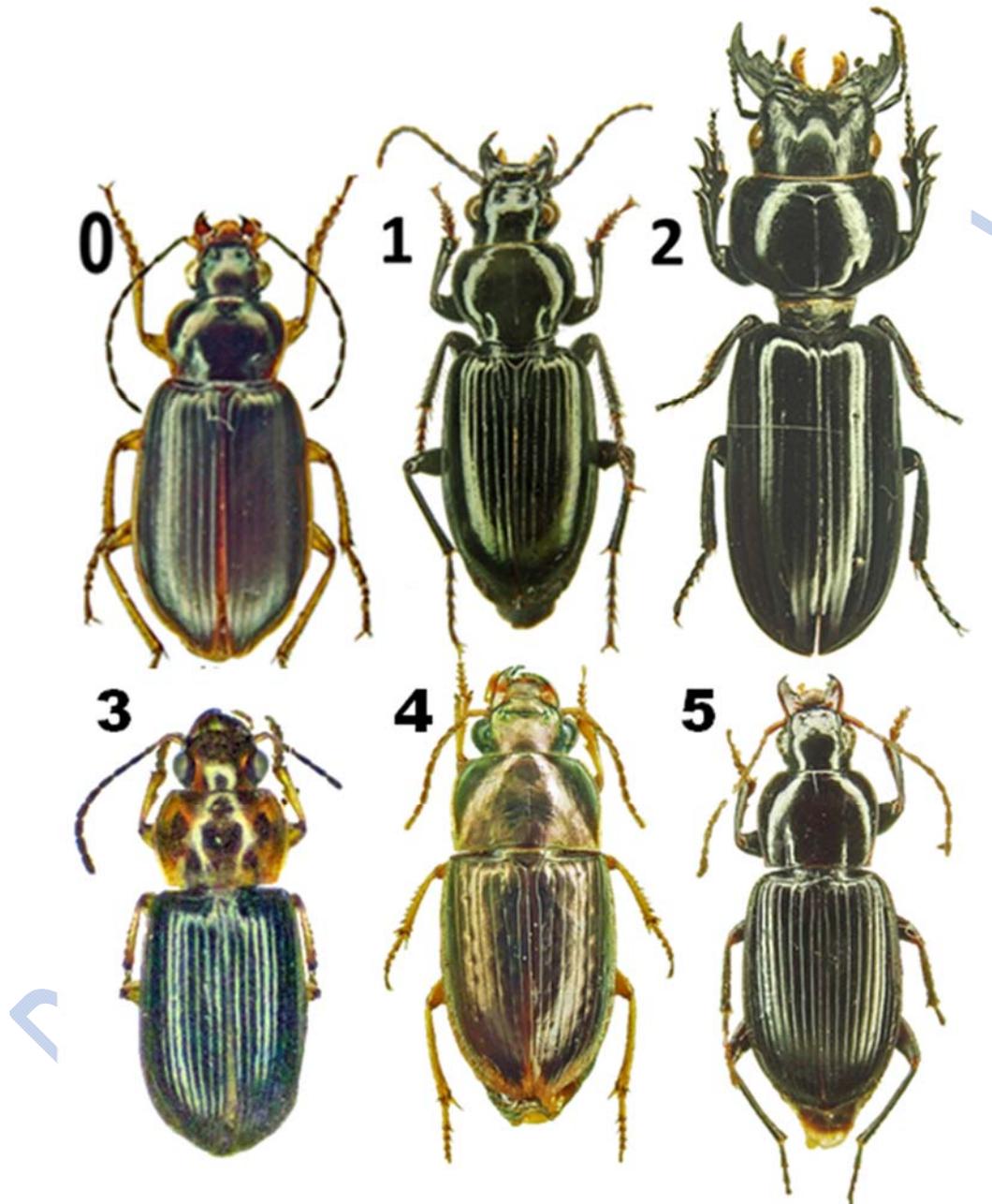


486

487

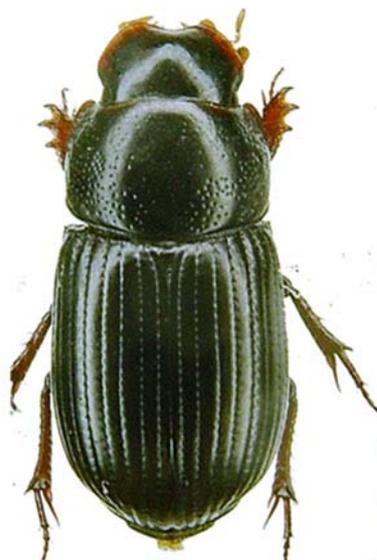
488 **Figura 5.** Especies de carabidos registradas en el predio "Batalla Villamayor", Marcos Paz, Buenos Aires, Argentina  
489 (Fotos: Armando Cicchino). 0) *Metius circumfusus*, 1) *Pachymorphus striatulus* 2) *Scarites anthracinus*, 3) *Selenophorus*  
490 *rufulus*, 4) *Selenophorus alternans*, 5) *Loxandrus audouini*.

491 **Figure 5.** Species of carabids recorded in "Batalla Villamayor" land, Marcos Paz, Buenos Aires, Argentina (Photos:  
492 Armando Cicchino). 0) *Metius circumfusus*, 1) *Pachymorphus striatulus* 2) *Scarites anthracinus*, 3) *Selenophorus rufulus*,  
493 4) *Selenophorus alternans*, 5) *Loxandrus audouini*.



494

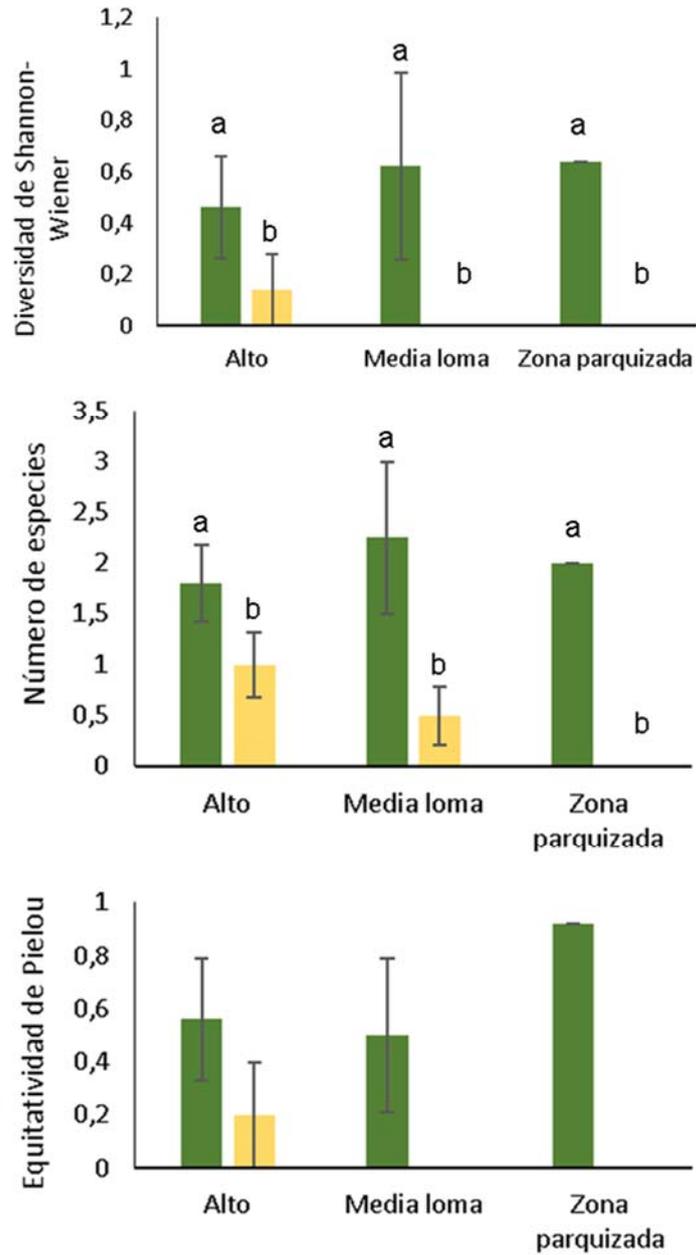
495 **Figura 6.** *Ataenius opatroides*, afodido registrado en el predio "Batalla Villamayor", Marcos Paz, Buenos Aires, Argentina  
496 (Foto: Armando Cicchino).  
497 **Figure 6.** *Ataenius opatroides*, aphodid recorded at the "Batalla Villamayor" land, Marcos Paz, Buenos Aires, Argentina  
498 (Photo: Armando Cicchino).



499

PRUEBA SIN CONREGIR

500 **Figura 7.** Resultados de los parámetros comunitarios para la comunidad de carábidos y afodidos durante la primavera  
 501 del 2019 y verano de 2020. Se grafica el promedio y error estándar de cada zona topográfica y estación. Primavera  
 502 (verde); verano (amarillo).  
 503 **Figure 7.** Results of the community parameters for the carabid and aphodid community during spring of 2019 and summer  
 504 of 2020. The mean and standard error of each topographic zone and season are plotted. Spring (green); summer (yellow).



505