



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

TESINA PRESENTADA PARA OBTENER  
EL GRADO ACADÉMICO DE  
INGENIERO EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO  
AMBIENTE

CAMBIOS EN LOS ENSAMBLES DE ARTRÓPODOS EPIGEOS EN RELACIÓN A  
LOS EFECTOS DE BORDE EN EL BOSQUE DE *Prosopis caldenia*, LA PAMPA,  
ARGENTINA.

Ingrid Violeta POGGIO HERRERO

SANTA ROSA (LA PAMPA)

ARGENTINA

2010

## Índice

Prefacio .....	i
Resumen.....	iii
Abstrac .....	iv
Introducción .....	1
Materiales y métodos .....	5
Área de estudio.....	5
Diseño experimental.....	6
Análisis de datos .....	6
Resultados.....	9
Ensamblés de artrópodos.....	12
Similitudes entre sitios .....	14
Discusión .....	15
Conclusiones.....	19
Bibliografía .....	20
Anexo A.....	23
Anexo B .....	26
Anexo C – Diagramas diversidad-dominancia.....	27

## **Prefacio**

Esta Tesina es presentada como parte de los requisitos para optar el grado Académico de Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente, de la Universidad Nacional de La Pampa y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad ni en otra Institución Académica. Se llevó a cabo en la Cátedra de Diversidad Biológica II, dependiente del Departamento de Recursos Naturales, durante un periodo comprendido entre Agosto del 2009 y Mayo del 2010 bajo la dirección del Dr. Ramón Alberto Sosa.

## **Agradecimientos**

En primer lugar quiero agradecer a quienes hicieron posible la realización de esta tesis:

A la Universidad Nacional de La Pampa por su financiación,

Al Sr. Francisco Torroba y su familia por permitirme trabajar en su campo,

A mi director, y amigo, Ramón Alberto “el doc” Sosa, por asesorarme, acompañarme y por poner a mi disposición todo lo necesario para realizar la tesis, pero también por su paciencia, comprensión, humor, por todo lo que me enseñó y por los momentos compartidos durante esta etapa,

Al Pitu por su aguante en los trabajos de campo y laboratorio ya que gracias a su buena onda se hicieron más amenos,

A la Subsecretaría de Ecología por permitirme tomarme el tiempo necesario para realizar los trabajos de campo y laboratorio.

En segundo lugar aprovecho para agradecer a quienes me acompañaron durante mi vida universitaria:

A mis hermanas, Iri y Fer, por estar siempre y a mis sobrinos, Bauti y Celes, que, a la distancia, me alegran los días con sus ocurrencias,

A Lea, Mari y Cami, con quienes compartí Nuestra Casita,

A mis compañeros de la Facu, en especial a Mari, Pau, Sonia, Natis, Moni, Gise, Ale y Mauro de quienes guardaré siempre recuerdos imborrables por las horas compartidas ya sea con libros, mates o pizza mediante,

A “las tongis”: Andre, Maite, Mari, Fla y Juli por su aguante dentro y fuera de Eco,

A Mauro y Nel por su apoyo incondicional en todo momento,

A mis padres, Olga y Juan, a Olin, Cata, José y al resto de mi gran familia.

A todos, simplemente gracias por haber hecho posible este logro, por haber estado a mi lado en cada paso dándome fuerzas, y por último por estar aquí este día o por compartir conmigo ésta alegría desde cualquier otro lugar... GRACIAS!

Ingrid Violeta POGGIO HERRERO

17 de Mayo de 2010

Departamento de Recursos Naturales

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

## **Resumen**

El bosque de caldén (*Prosopis caldenia*) se encuentra fuertemente fragmentado en su porción Este, siendo la matriz un sistema agrícola-ganadera. El proceso de fragmentación, además de reducir el área total del ecosistema, generó bordes en los cuales interaccionan ambientes estructuralmente diferentes. La generación de bordes produce cambios abióticos y bióticos, que pueden causar modificaciones en las estructuras de las comunidades presentes. El objetivo de este trabajo fue analizar los cambios en la estructura de las comunidades de artrópodos, que ocurren en el borde de un fragmento de bosque de caldén. Se colocaron trampas de caída en el interior y el borde de un fragmento de bosque y en un potrero arado adyacente. En las 15 trampas de caída colocadas se colectó un total de 1464 artrópodos que fueron clasificados al nivel de morfoespecies, de los cuales el 98% correspondieron a 6 órdenes. Los resultados obtenidos mostraron la mayor abundancia en el sitio arado y el borde, mientras que los sitios de mayor riqueza fueron el borde y el interior del bosque. La diversidad fue máxima en el borde e interior de bosque, y mínima en el potrero arado. Los análisis de similitud y de diversidad-dominancia mostraron cambios en los ensambles, dichos cambios se acentúan con la distancia entre los sitios y el borde. Éste último se presentó como mixtura entre la matriz y el interior del bosque, con más semejanza a la primera.

## **Abstract**

The caldén forest it is strongly fragmented in the east portions and the matrix is an agricultural system. The process of fragmentation reduced the total area and generated edge, in those which ecosystem interactions where structurally different. The edge produces abiotic and biotic changes, which can produce modifications in the communities. The objective of this work was to analyze the changes in the structure of the arthropods communities, in the habitat edge of caldén forest. I placed pitfall traps in the interior and the edge of a forest fragment and in matrix. In the 15 pitfall traps were collected a total of 1464 arthropods that were classified at the morpho-species level, of which 98% corresponded to 6 orders. The results showed the biggest abundance arthropods in the matrix and the edge, while of the places of more species richness were the edge and the forest interior. The maximum diversity was in edge and interior forest, and minimum in the matrix. The analyses of similarity and of diversity-dominance showed changes in assemble that were accentuated with the distance between the places and the edge. The last one was like mixture between the matrix and the interior forest, with more likeness to the first one.

## Introducción

La fragmentación del bosque es el proceso a escala de paisaje por el cual un área extensa es dividida en partes más pequeñas, de diferentes tamaños, por caminos, ciudades, campos de cultivos u otras actividades humanas. Las partes más pequeñas, denominadas fragmentos o parches, quedan insertas en una matriz de hábitat diferente, como cultivos o pasturas, quedando aislados de los otros fragmentos remanentes (Primack *et al.*, 2001, Turner *et al.*, 2001; Fahrig, 2003). Es uno de los procesos de degradación del hábitat que más contribuyen a la extinción de poblaciones, especies o comunidades (Murcia, 1995; Primack *et al.*, 2001, Fahrig, 2003; Ribas *et al.*, 2005; Devinski, 2006).

La fragmentación, además de la reducción de la superficie total, produce aislamiento de los fragmentos, los que quedan separados por un ambiente modificado. También genera bordes, que son franjas de vegetación original que están en contacto con el nuevo ambiente (la matriz) (Forman y Gordon, 1986). Las alteraciones generadas por el efecto de borde incluyen una gran variedad de cambios en la estructura, composición y procesos ecológicos de los bordes y hábitats adyacentes (Saunders *et al.*, 1991; Murcia, 1995; Primack *et al.*, 2001; Fahrig, 2003; López-Barrera, 2004). Estos cambios surgen como resultado de la interacción entre áreas estructuralmente distintas, fragmento y matriz, debido a que entre los ecosistemas adyacentes existe transferencia de energía y materia (Murcia, 1995). Los fragmentos pequeños pueden tener una mayor extensión de borde en relación al área, por lo tanto el centro de cada fragmento estará más cercano al borde, (Primack *et al.* 2001) y en algunos casos todo el fragmento puede ser considerado borde.

Duelli *et al.* (1990) caracterizaron las distintas respuestas de una variable al atravesar un borde que separa dos hábitats distintos, diferenciando así bordes abruptos con efecto de matriz, bordes más graduales con efectos de ecotono de distinta intensidad y bordes que no generan cambios. La magnitud de efecto de borde puede medirse en relación a la distancia de penetración de este efecto desde la zona de borde hacia el interior del fragmento (Murcia, 1995; Feinsinger, 2004; Ribas *et al.*, 2005), y su estimación ha sido muy utilizada para evaluación del tamaño efectivo de las áreas protegidas (Primack *et al.*, 2001; López-Barrera, 2004).

Los efectos pueden ser abióticos y bióticos. Los primeros modifican las condiciones ambientales producto de la proximidad de dos áreas estructuralmente distintas (Murcia, 1995). Los efectos de borde bióticos se pueden clasificar en directos e indirectos (Murcia, 1995). Los efectos directos son aquellos que, debido a las variaciones físicas cerca del borde, generan cambios en la abundancia y la distribución de los organismos y están

relacionados a los distintos niveles de tolerancia que cada especie presente ante las nuevas condiciones abióticas (Murcia, 1995), mientras que los indirectos corresponden a cambios en las interacciones entre los organismos (Murcia, 1995). En conjunto, estos efectos, provocan que los organismos que quedan en el fragmento remanente sean expuestos a condiciones del nuevo ambiente que lo rodea (Murcia, 1995) y que los bordes sean las zonas más fluctuantes del fragmento (Primack *et al.*, 2001). Los efectos de borde bióticos son diferentes para los distintos taxones, y su impacto ha sido más estudiado en los vertebrados, particularmente aves (Fahrig, 2003), mientras que existen menos estudios de la respuesta de los invertebrados y microorganismos.

El *Phylum Arthropoda* es extremadamente rico en especies, ya que incluye al 99 % de la diversidad biológica y se encuentra escasamente estudiado (Dangerfield *et al.*, 2003). Por sus funciones en los ecosistemas, tales como herbivoría, descomposición de materia orgánica, depredación, polinización, participación en procesos ecológicos esenciales, etc. También constituyen una fuente de productos naturales, tienen importancia en la economía agrícola y son importantes como indicadores del estado de conservación y útiles para procesos de monitoreo ambiental (Primack *et al.*, 2001; Grez y Zabiezo, 2002; Dangerfield *et al.*, 2003).

Los artrópodos son susceptibles a los efectos de la fragmentación, los que pueden ser diferentes sobre los distintos grupos pudiendo generar influencias positivas o negativas sobre la densidad de las poblaciones (Bedford y Usher, 1994; Didham *et al.*, 1996; Fahrig y Jonsen, 1998; Grez y Zabiezo, 2002, Dangerfield *et al.*, 2003;). Esto es debido a que algunos artrópodos se comportan como especialistas de borde y son posiblemente beneficiados por la fragmentación, incrementando sus poblaciones (Major *et al.*, 2003; Sobrinho y Shoereder, 2006), mientras que otros, debido a las condiciones microambientales existentes en la zona de borde, no puede subsistir y pueden extinguirse o disminuir la densidad de las poblaciones en estas zonas (Ries y Fagan, 2003; Sobrinho y Shoereder, 2006).

Los cambios en las poblaciones de artrópodos en los ambientes fragmentados pueden alterar las relaciones predador-presa, causando la disminución de las poblaciones de aves insectívoras ya que la limitación de alimento es el factor más crítico para su supervivencia en fragmentos de bosques (Sekercioglu *et al.*, 2002). La matriz también puede influir en la composición de las comunidades de artrópodos de los fragmentos originando que en las zonas de borde las comunidades presentes consistan en una mixtura de especies asociadas a ambos tipos hábitat (Bedford y Usher, 1994; Holland y Fahrig,



2000; Asteraki *et al.*, 2004; Vanbergen *et al.*, 2005; Sobrinho y Shoereder, 2006),. Normalmente existe una similitud entre las comunidades presentes en la matriz con las del borde debido a una invasión de artrópodos desde la misma, de esta manera, los bordes pueden tener una alta diversidad de especies, pero ser de bajo valor para objetivos de conservación (Fahrig *et al.*, 1998; Sobrinho, *et al.*, 2006). Esta afectación podría estar restringida sólo a los primeros metros, no extendiéndose mucho más allá de los primeros cinco metros (Bedford y Usher, 1994).

Duelli *et al.* (1990) consideran que el movimiento de artrópodos a un lado y al otro de los bordes es afectado por la permeabilidad de los mismos y caracterizaron seis tipos de bordes, teniendo en cuenta su efecto en el movimiento de los artrópodos. Consideraron en los extremos a aquellos abruptos e impermeables que actúan como barrera para los organismos y a los suaves que permiten el desplazamiento sin obstáculos. En sus estudios de movimientos de organismos mostraron que cuanto menor es el contraste entre los hábitat adyacentes mayor es el flujo de organismos y menor es el cambio de las variables físicas.

El proceso de fragmentación del caldenal comenzó a principios del 1900, luego de las campañas de la Conquista del desierto (Amieva, 1992). Durante las primeras décadas del siglo XX fueron la cría de ovejas y la extracción de madera las causas principales de las modificaciones en la estructura del bosque de caldén, mientras que actualmente, el sobrepastoreo de vacunos, las quemadas mal aplicadas y el desmonte agrícola constituyen los principales factores (Zinda *et al.*, 2005).

Sosa (2008) describió efectos de borde abióticos para fragmentos de bosques de caldén. En sus resultados determinó la existencia de condiciones físicas diferentes en el interior de los fragmentos, dadas por mayor humedad pero menor temperatura e insolación. Estos cambios en la temperatura del suelo y la humedad relativa ambiente fueron detectados hasta los 100 m y hasta los 80 m en el caso de la temperatura del aire. La distancia de penetración del efecto medido en la humedad relativa de la broza fue de 40 m y 20 m para la radiación fotosintéticamente activa y retención de agua por la vegetación.

Dado que la información sobre las asociaciones de artrópodos en el caldenal es escasa, el objetivo de este trabajo fue conocer la distribución de las morfoespecies de artrópodos epigeos a través de un borde antrópico y analizar el cambio de la estructura de los ensambles y su relación con los efectos de borde.

## **Objetivo**

El presente trabajo tiene por objetivo realizar un diagnóstico de los efectos de la fragmentación del caldenal sobre las comunidades de artrópodos epigeos y analizar la relación entre estos cambios y la distancia al borde del fragmento.

### Hipótesis:

- Los cambios producidos por acción de los efectos de borde provocan variaciones en los ensambles de artrópodos epigeos.
- Existe una relación entre las variaciones de los ensambles de artrópodos epigeos y la distancia al borde del fragmento.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El Caldenal se extiende desde el Sur de San Luis hasta el Sur de La Pampa, entre las isohietas de 400 a 600 mm. y corresponde a la provincia fitogeográfica del Espinal, Dominio Chaqueño (Cabrera y Willink, 1980; Zinda *et al.*, 2005). Su mayor desarrollo se da en los bajos o depresiones, con suelos franco arenoso fino, profundos.

El área de estudio se ubica en la región fisiográfica oriental según el Inventario de Recursos Naturales de La Provincia de La Pampa (Cano, 1980). Esta región se caracteriza por un régimen hídrico subhúmedo seco y el paisaje actual ha sido modelado por acciones hídricas y eólicas sobre la pediplanicie, que originó mesetas, valles, colinas y planicies. La vegetación está compuesta de cultivos, pastizales bajos, bosques abiertos caducifolios y pastizales sammófilos (Cano, 1980).

La zona de muestreo corresponde a un bosque cerrado con arbustal abierto, acorde a la clasificación de Zinda *et al.* (2005) y se ubica a aproximadamente a 13 Km al NO de la ciudad de Santa Rosa (36°31'27.59''; 64°24'48.00''). El fragmento forma parte de un sistema de parches de bosque de Caldén insertos en una matriz agrícola y su superficie aproximada es de 52,7 ha (Figura 1).

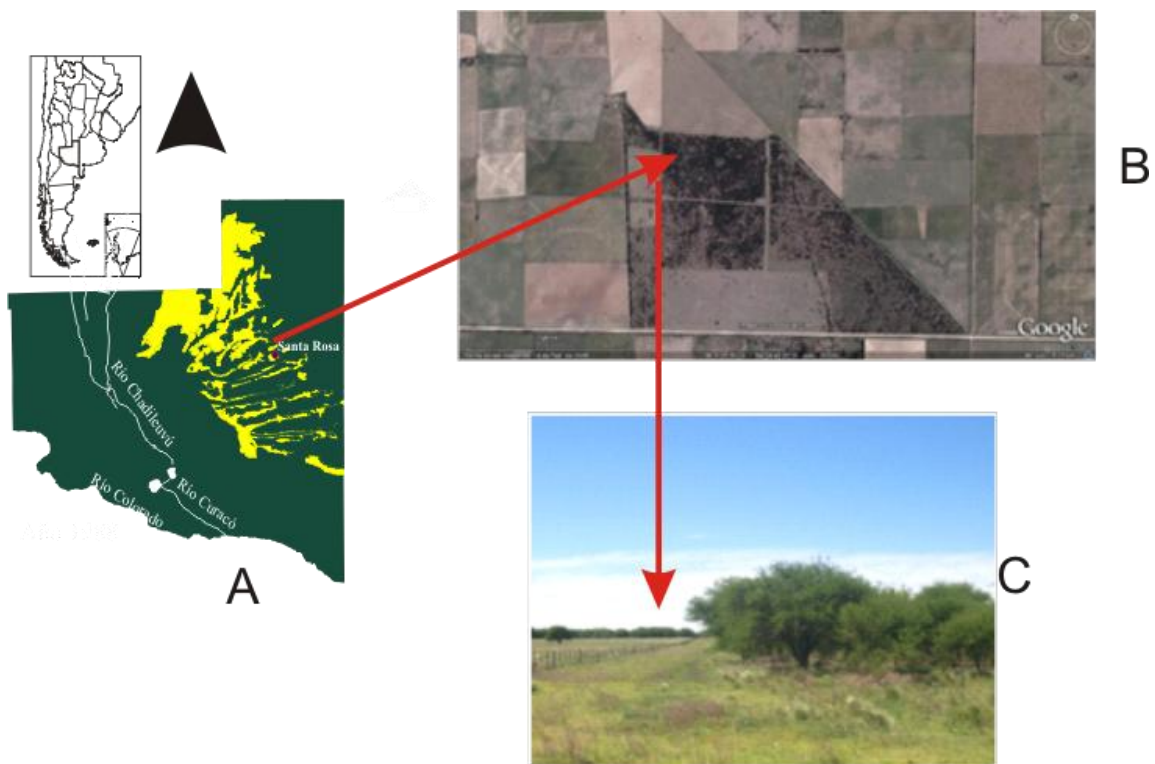


Figura N° 1: A: mapa de ubicación, B: fragmento, C: detalle del borde

### Diseño experimental

Se establecieron 3 transectas perpendiculares al borde, separadas una de otras 50 metros. En cada una de ellas se colocaron 5 trampas de caída de la siguiente manera:

- Zona arada (- 55 m)
- Borde (0m)
- Zona intermedia I (5 m)
- Zona intermedia II (55 m)
- Interior del Bosque (115 m)

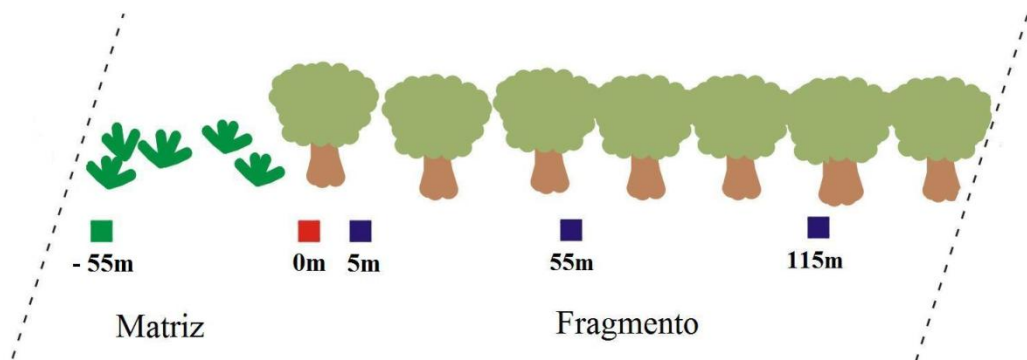


Figura N° 2- Diagrama de la ubicación de las trampas en cada transecta.

Las distancias fueron medidas desde el borde hacia ambos lados y el borde del fragmento se definió a partir del límite de la picada y fue señalado como 0 metro (Figura N° 2).

En cada punto de muestreo se colocaron 3 trampas en total. Cada trampa consistió en un envase plástico transparente de 750 cm<sup>3</sup> de volumen con un diámetro de apertura de 10,5 cm y una profundidad de 12 cm, en los cuales se colocó agua hasta los 6 cm. dejando parte del volumen destinado a contener las posibles precipitaciones que ocurriesen durante el período, y así evitar la pérdida de las muestras. Dichas trampas se enterraron a nivel del suelo, permanecieron instaladas 4 días y no se colocó en ellas sustancias conservantes. Una vez extraídas las trampas, los ejemplares colectados fueron colocados en etanol al 70 % (Dangerfield *et al.*, 2003; Asteraki *et al.*, 2004).

### Análisis de datos

Dado el nivel de dificultad de evaluar la diversidad de comunidades de artrópodos, los ejemplares fueron identificados a nivel de Orden y luego se clasificaron en morfoespecie. Esta técnica es apropiada para estudios de este tipo y ha sido utilizada en

numerosas investigaciones dada la creciente necesidad de métodos más rápidos y baratos (Oliver y Beattie, 1996; Derraik, *et al.*, 2002; Dangerfield, *et al.*, 2003; Major, *et al.*, 2003;). La clasificación en morfoespecies está basada solamente en las características morfológicas de los individuos, sin considerar ningún otro factor biológico (Sarmiento, 2001). De cada morfoespecie se colectó un ejemplar que se utilizó como testigo, el que fue fotografiado y conservado en Etanol al 70 % en un envase rotulado con el código que identifica a la morfoespecie. El código consiste en una combinación de letras que indican el orden y un número que diferencia a las morfoespecies dentro de un mismo orden. La clasificación se realizó utilizando la clave dicotómica visual para órdenes de hexápodos de la Universidad de Chile (Zaviezo, 2003).

Para analizar las abundancias de artrópodos en relación a los diferentes sitios de muestreo se utilizó una prueba no paramétrica de Mann-Whitney (Zar, 1996).

La diversidad de los diferentes sitios estudiados se analizó a través del índice de diversidad de Shannon-Wiener (Moreno, 2001):

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

$p_i$ : abundancia proporcional de la j-ésima morfoespecie

Para medir en forma cuantitativa el cambio de las comunidades de artrópodos, presentes en los fragmentos de caldén, a nivel de morfoespecies, entre los distintos ambientes se utilizó el Índice de diversidad Beta de similitud de Morisita – Horn, que mide el reemplazo biótico a través de un gradiente ambiental (Moreno, 2001).

$$IM-H = \frac{2 \sum (a_{nj} \times b_{nj})}{(d_a + d_b) \times aN \times bN}$$

Donde:

$a_{nj}$ : número de individuos de la j-ésima morfoespecie en el sitio A

$b_{nj}$ : número de individuos de la j-ésima morfoespecie en el sitio B

$d_a$ :  $\sum a_{nj}^2 / aN^2$

$d_b$ :  $\sum b_{nj}^2 / bN^2$

$aN$ : número total de individuos en el sitio A

$bN$ : número total de individuos en el sitio B

Los valores que adquiere el índice de Morisita – Horn varían entre 0, para comunidades totalmente distintas, y 1 para comunidades idénticas.

Se realizó también un análisis teniendo en cuenta sólo presencia/ ausencia de las morfoespecies colectadas y se estimó la similitud entre los sitios a través del Índice de Jaccard el cual se basa únicamente en el número de morfoespecies presentes y aquellas comunes entre sitios sin tener en cuenta la abundancia de las mismas (Moreno. 2001).

$$Ij = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde:

- a: Número de especies presentes en el sitio A
- b: Número de especies presentes en el sitio B
- c: Número de especies presentes en ambos sitios.

La estructura de la comunidad de artrópodos se analizó por medio de diagramas de dominancia-diversidad para cada zona de muestreo (Magurran, 1988; Moreno, 2000; Feinsinger, 2004). Los mismos se realizan a través del cálculo de las abundancias proporcionales de cada morfoespecie por cada set de muestreos equidistantes.

$$pix = nix/Nx$$

Donde:

- $p_{ix}$ : abundancia proporcional de la j-ésima morfoespecie por cada set de muestreos equidistantes.
- $n_{ix}$ : número de ejemplares promedio de la j-ésima morfoespecie para la distancia x.
- $Nx$ : número promedio de individuos para la distancia x.

Sobre los valores de  $p_{ix}$  se calculó el logaritmo en base 10. Finalmente se realizaron las gráficas para lo cual las morfoespecies se ordenan de la más abundante a la menos abundante y se ubicaron en el eje X, el eje Y es  $\text{Log}_{10} p_i$ .

## Resultados

Se colectaron en total 1464 artrópodos, de los cuales más del 98% correspondieron a 6 órdenes. Himenópteros y Dípteros fueron los órdenes más abundantes y comprendieron el 42,6% y el 39,8 % respectivamente, con Ortópteros (6,1%), Coleópteros (4,8%), Arácnidos (3,6 %) y Hemípteros (1%) los siguientes en abundancia (Gráfico N° 1). El 1,7% restante correspondió a la representación de otros órdenes.

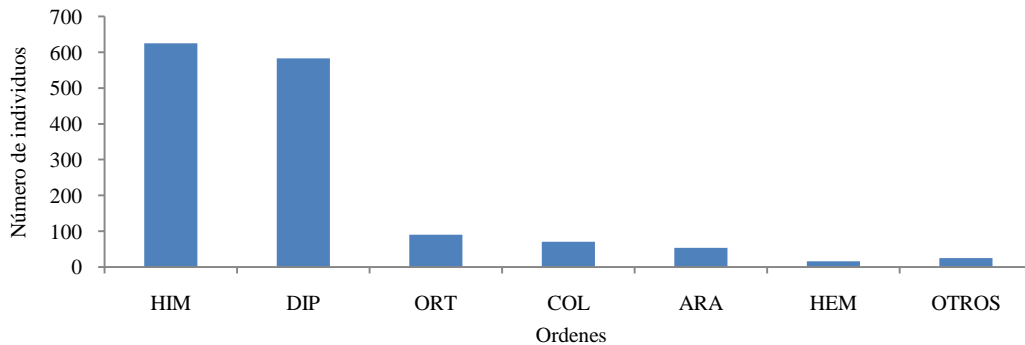


Gráfico N° 1.- Abundancia de individuos discriminados por Orden, COL= Coleópteros; ORT= Ortópteros; HIM= Himenópteros; DIP= Dípteros; HEM= Hemípteros; ARA= Arácnidos y OTROS= ejemplares presentes que no pertenecen a los Ordenes antes dichos, incluye individuos sin identificar.

Las morfoespecies identificadas correspondieron en su mayoría a 6 órdenes: Himenóptera (23), Aranae (18), Coleóptera (16), Díptera (13), Ortóptera (10) y Hemíptera (7). Los restantes órdenes estuvieron representados por sólo 13 morfoespecies (Gráfico N° 2), haciendo un total de 100 morfoespecies colectadas (Anexo A).

La morfoespecie más abundante correspondió al orden Díptera y presentó 228 individuos. Fue seguida en orden decreciente por una morfoespecie de Himenóptera con 197 individuos y otra de Dípteros con 193 (Figura N° 3).



Figura N° 3.- Morfoespecies más abundantes; A: DIP05; B: HIM03 y C: DIP11.

El 36 % de las morfoespecies colectadas estuvo representado solo por un individuo (Gráfico N° 2).

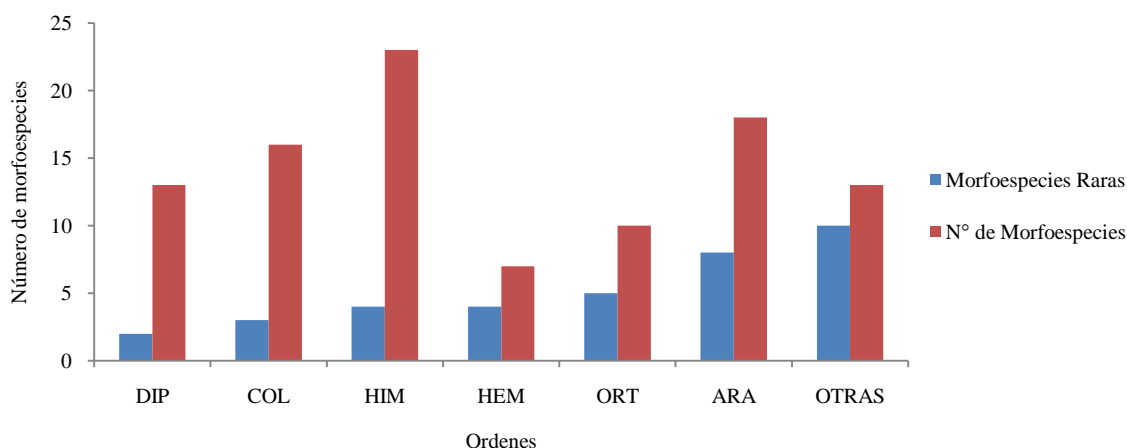


Grafico N° 2.- Morfoespecies totales presentes y morfoespecies raras (representadas por un único ejemplar) según el orden taxonómico al que pertenecen: DIP: Dípteros; COL: Coleópteros; HIM: Himenópteros; HEM: Hemípteros; ORT: Ortópteros; ARA: Arácnidos y OTROS: ejemplares presentes que no pertenecen a los Ordenes antes dichos, incluye individuos sin identificar.

Al analizar las abundancias de artrópodos en los diferentes sitios de muestreo se observó que las correspondientes a la zona arada ( $135,66 \pm 36,46$ ) y el borde ( $126,66 \pm 13,05$ ) fueron significativamente mayores que las demás ( $U= 56: p < 0.05$ ). Los sitios de borde presentaron la mayor riqueza de morfoespecies (54) y la zona intermedia II la de menor (26), mientras que restantes sitios tuvieron valores intermedios (zona intermedia I: 45; zona intermedia II: 41; interior: 43) (Tabla N° 1 y Grafico N° 3).

	Arado		Borde		Zona Intermedia I		Zona Intermedia II		Interior	
	Abundancia	Riqueza	Abundancia	Riqueza	Abundancia	Riqueza	Abundancia	Riqueza	Abundancia	Riqueza
<b>COL</b>	<b>12.67 ± 11.06</b>	<b>4</b>	<b>4.33 ± 5.86</b>	<b>7</b>	<b>2.67 ± 1.15</b>	<b>7</b>	<b>2.67 ± 2.08</b>	<b>7</b>	<b>1.33 ± 1.53</b>	<b>3</b>
<b>ORT</b>	<b>2.67 ± 3.79</b>	<b>2</b>	<b>6.00 ± 4.58</b>	<b>5</b>	<b>4.67 ± 3.51</b>	<b>5</b>	<b>4.67 ± 4.62</b>	<b>3</b>	<b>12.00 ± 9.54</b>	<b>6</b>
<b>HIM</b>	<b>59.00 ± 39.65</b>	<b>9</b>	<b>62.00 ± 14.00</b>	<b>18</b>	<b>50.33 ± 26.69</b>	<b>13</b>	<b>18.33 ± 15.01</b>	<b>11</b>	<b>18.67 ± 9.50</b>	<b>9</b>
<b>DIP</b>	<b>54.67 ± 9.29</b>	<b>6</b>	<b>44.67 ± 18.45</b>	<b>9</b>	<b>31.00 ± 5.29</b>	<b>8</b>	<b>33.67 ± 16.17</b>	<b>9</b>	<b>30.33 ± 3.06</b>	<b>11</b>
<b>HEM</b>	<b>2.00 ± 2.65</b>	<b>1</b>	<b>1.00 ± 1.00</b>	<b>3</b>	<b>1.00 ± 1.00</b>	<b>3</b>	<b>0.67 ± 1.15</b>	<b>2</b>	<b>0.67 ± 0.58</b>	<b>2</b>
<b>ARA</b>	<b>4.33 ± 0.58</b>	<b>3</b>	<b>5.67 ± 2.08</b>	<b>8</b>	<b>1.67 ± .58</b>	<b>4</b>	<b>2.00 ± 0.00</b>	<b>6</b>	<b>4.33 ± 2.52</b>	<b>8</b>
<b>OTROS</b>	<b>0.33 ± 0.58</b>	<b>1</b>	<b>3.00 ± 2.00</b>	<b>4</b>	<b>2.33 ± 1.53</b>	<b>5</b>	<b>1.00 ± 1.73</b>	<b>3</b>	<b>1.67 ± 1.53</b>	<b>4</b>
<b>Total</b>	<b>135.67 ± 36.46</b>	<b>26</b>	<b>126.67 ± 13.05</b>	<b>54</b>	<b>93.67 ± 24.01</b>	<b>45</b>	<b>63.00 ± 28.00</b>	<b>41</b>	<b>69.00 ± 22.54</b>	<b>43</b>

Tabla N° 1.- Abundancia promedio ( $\pm$  DE) y riqueza de morfoespecies de los artrópodos colectados en los diferentes sitios de muestreo clasificados según el Orden Taxonómico al que pertenecen: COL: Coleópteros; ORT: Ortópteros; HIM: Himenópteros; DIP: Dípteros; HEM: Hemípteros; ARA: Arácnidos y OTROS: ejemplares presentes que no pertenecen a los Ordenes antes dichos, incluye individuos sin identificar.



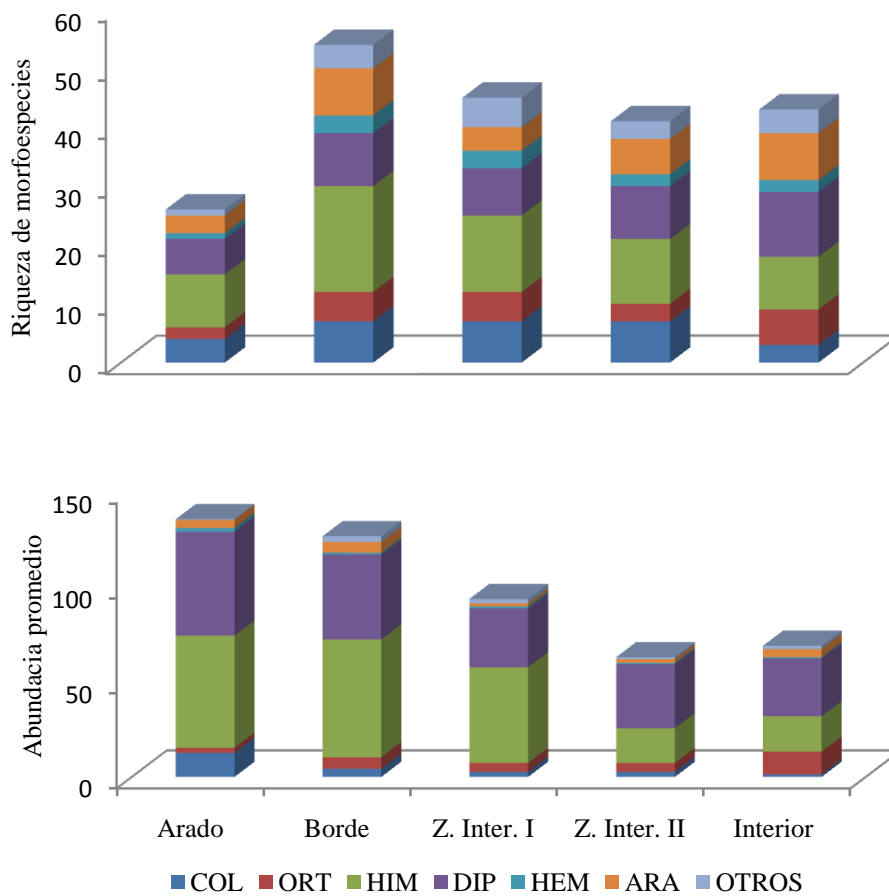


Gráfico N° 3.- Riqueza y abundancia de artrópodos para los diferentes sitios de muestreo. COL: Coleópteros; ORT: Ortópteros; HIM: Himenópteros; DIP: Dípteros; HEM: Hemípteros; ARA: Arácnidos y OTROS: ejemplares presentes que no pertenecen a los Ordenes antes dichos, incluye individuos sin identificar.

Los órdenes Himenóptera y Díptera fueron los que mostraron mayor riqueza de especies en todos los sitios, siendo siempre los primeros los de mayor riqueza. Esto no se cumplió en el sitio ubicado en el interior del bosque en donde los himenópteros fueron superados por los dípteros. El interior del bosque presentó las mayores riquezas de Dípteros y Ortópteros y la menor riqueza de coleópteros. El Orden Hemíptera fue el que presentó las menores riquezas en todos los sitios en relación a los 6 Órdenes más abundantes (Gráfico N° 4).

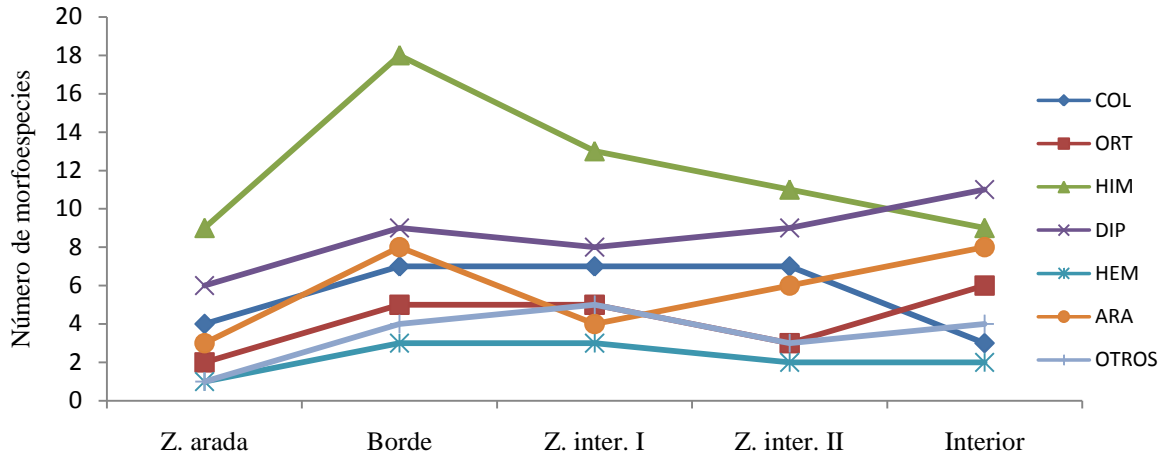


Grafico N° 4.- Variación riqueza de morfoespecies de los diferentes ordenes observados en los diferentes ambientes estudiados. . COL: Coleópteros; ORT: Ortópteros; HIM: Himenópteros; DIP: Dípteros; HEM: Hemípteros; ARA: Arácnidos y OTROS: ejemplares presentes que no pertenecen a los Ordenes antes dichos, incluye individuos sin identificar.

### Ensamblajes de artrópodos

El sitio con mayor diversidad fue el borde ( $H'$ : 1,12) seguido por el interior del bosque. ( $H'$ : 1,09), mientras que la zona arada fue la que arrojó los menores valores ( $H'$ : 0,85) (Grafico N° 5).

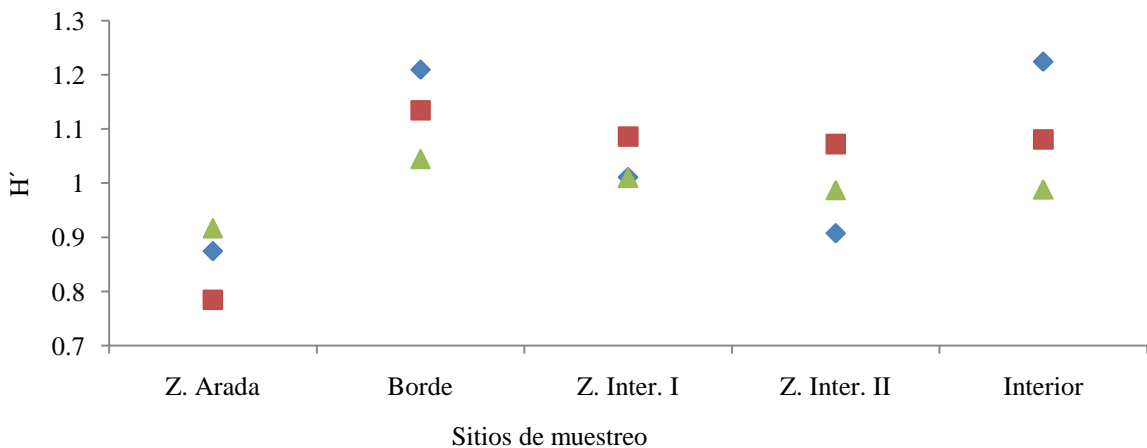


Grafico N° 5.-Índices de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) calculados para cada trampa de caída.

El análisis de presencia-ausencia por sitios se realizó sobre las morfoespecies de los 6 órdenes más abundantes (Anexo B). Del mismo surgió que de las 16 morfoespecies de coleópteros ninguna se encontró en todos los sitios de muestreo, 2 estuvieron presentes únicamente en el sitio arado, 12 se hallaron sólo en los sitios de bosque, de las cuales 7 se

colectaron solamente en las zonas intermedias y el interior del bosque y ninguna fue hallada exclusivamente en el interior.

Los dípteros presentaron un comportamiento más generalista, ya que se registraron 4 morfoespecies comunes a todos los sitios, 7 morfoespecies distribuidas sólo en los sitios de bosque (0 m, 5 m, 55 m y 115 m Bosque) y 2 morfoespecies presentes únicamente en el interior del Bosque, de un total de 13 morfoespecies colectadas.

Respecto a los hemípteros, de las 7 morfoespecies colectadas, 1 estuvo presente exclusivamente en el sitio del interior del bosque, 3 solamente fueron halladas en el borde y en la zona intermedia, mientras que otra se colectó en toda la zona de bosque, excepto en la zona intermedia II y sólo una estuvo presente en la zona arada.

De un total de 23 morfoespecies correspondientes al orden Himenóptera, 6 fueron comunes a todos los sitios, mientras que 14 fueron halladas únicamente en el bosque. De estas últimas, 5 correspondieron solamente a las zonas intermedia e interior, 6 sólo fueron halladas entre el borde y la zona intermedia II y 3 en el borde. De las 9 morfoespecies presentes en el sitio arado sólo 2 no mostraron distribución generalizada.

El orden Aranae presentó 4 morfoespecies que únicamente fueron muestreadas en el sitio de interior del bosque. Las 3 morfoespecies halladas en la zona arada mostraron una distribución bastante amplia ya que ninguna fue hallada exclusivamente en dicho sitio y 3 morfoespecies fueron colectadas solo en el borde. De las 18 morfoespecies presentes 9 correspondieron solas zonas de bosque.

De las 10 morfoespecies colectadas de ortópteros 1 fue hallada sólo en el sitio arado, 2 correspondieron solo al borde, 1 presentó distribución generalizada y 2 fueron encontradas solo en la zona de interior del bosque.

Del análisis de los gráficos de diversidad-dominancia (Anexo C) se concluyó que el sitio arado fue el que presentó menos cantidad de especies raras (cola del gráfico) (6 morfoespecies) mientras que los demás sitios presentaron mayores cantidades (borde: 29; zona intermedia I: 23; zona intermedia II: 23 e interior del bosque: 23).

En los gráficos se señaló a las morfoespecies comunes a todos los sitios (9), y en general estas estuvieron entre las especies más abundantes de cada sitio. Se identificaron también aquellas morfoespecies que sólo se colectaron en un sitio de muestreo. El sitio de borde fue el que presentó más morfoespecies únicas (11) seguido por el interior del bosque con 9 morfoespecies. El arado, la zona intermedia I y II arrojaron valores menores (4, 5 y 3 respectivamente).

### Similitudes entre sitios

Similitud de JACCARD	Zona arada	Borde	Zona inter. I	Zona inter. II	Interior
Zona arada	1	0,31	0,31	0,26	0,23
Borde	0,31	1	0,43	0,30	0,26
Zona inter. I	0,31	0,43	1	0,34	0,33
Zona inter. II	0,26	0,30	0,34	1	0,25
Interior	0,23	0,26	0,33	0,25	1

Tabla N°2.- Índices de similitud estimados por medio del índice de Similitud de JACCARD

Del análisis de similitud cualitativo entre sitios, surgió que la mayor similitud se halló entre el borde y la zona intermedia I (0,43), este resultado era esperable dada la cercanía de los dos sitios. Los menores valores de similitud correspondieron a la comparación de la zona arada y el sitio ubicado en el interior del bosque (0,23) (Tabla N° 2).

El borde resultó más similar al sitio arado (0,31) que al sitio correspondiente al interior del bosque (0,26), a su vez, la similitud del borde con los sitios ubicados hacia ambos lados, a 55 metros (zona arada y zona intermedia II) presentó valores semejantes. En general se observó que la similitud entre sitios disminuyó al aumentar la distancia entre los sitios comparados y en los casos en que no disminuyó se mantuvo casi constante. (Tabla N° 3)

Según el análisis cuantitativo la mayor similitud se encontró nuevamente entre el borde y zona intermedia I (0,87) y la menor entre el sitio arado y el interior del bosque (0,5895). El borde presentó una similitud alta con el sitio arado (0,83) y el interior del bosque (0,71).

Índice de MORISITAS-HORM	Zona arada	Borde	Zona inter. I	Zona inter. II	Interior
Zona arada	1	0,83	0,72	0,58	0,53
Borde	0,83	1	0,87	0,68	0,71
Zona inter. I	0,72	0,87	1	0,76	0,68
Zona inter. II	0,58	0,68	0,76	1	0,64
Interior.	0,53	0,71	0,68	0,64	1

Tabla N°3.- Índices de similitud estimados por medio del índice de Similitud de MORISITAS-HORM

## Discusión

La baja representación de algunos órdenes probablemente se deba a que el estrato muestreado no constituya el más frecuentemente utilizado por los mismos y/o a que su captura mediante trampas de caídas no sea eficiente (vg: tisanópteros, lepidópteros, etc.), mientras que la gran abundancia de dípteros puede deberse a su atracción hacia el agua. Los órdenes de mayor representación estuvieron acordes a trabajos similares realizados por otros autores con la misma metodología (Grez y Zabiezo, 2002; Dangerfield *et al.*, 2003).

La cantidad de morfoespecies representadas por solo un individuo fue consistente con la hallada por Dangerfield *et al.* (2003) en un estudio similar realizado en bosques australianos.

Si bien las diversidades medidas fueron semejantes en el borde y el interior del bosque, del análisis de similitud surgió que las comunidades, aunque igualmente diversas, están representadas por diferentes ensambles. Al analizar la distribución de la riqueza de morfoespecies entre los diferentes sitios se observó que el sitio arado fue el de menor riqueza, lo cual se corresponde con lo esperado ya que la matriz agrícola se encontraba recientemente disturbada. Los manejos de la cobertura en este sitio se caracterizan por mantener una baja diversidad vegetal, con lo que se afecta en gran medida a las comunidades de artrópodos asociados a la vegetación (Bedford y Usher, 1994; Matteucci *et al.*, 1999; Primack *et al.*, 2001; Meek *et al.*, 2002), por lo que la menor diversidad de alimentos, mayor insolación y la falta de sitios que sirvan de refugio, pueden generar que algunas especies no puedan subsistir bajo estas condiciones (Murcia, 1995).

A pesar de que en la zona arada se observó la menor riqueza de morfoespecies, la abundancia fue elevada, lo que indica que aquellas morfoespecies que logran adaptarse a estas condiciones pueden aumentar las densidades de sus poblaciones. Respecto al bosque, el sitio con mayor abundancia fue el borde, esto se condice con lo expresado por diversos autores que sostienen que, en algunos casos, las especies pueden aumentar sus poblaciones al resultar beneficiadas por la presencia del borde (Murcia, 1995; Holland y Fahrig, 2000; Major *et al.*, 2003, Sobrinho y Shoereder, 2006). La menor abundancia de individuos y la elevada riqueza encontrada en el interior del bosque es coincidente con estudios realizados en bosques templados australianos (Major *et al.*, 2003)

Todos los sitios muestreados en el bosque presentaron una mayor riqueza de morfoespecies que el sitio arado, pero las abundancias registradas fueron menores y además, los sitios de bosque presentaron los ensambles más equitativos.

La similitud entre los sitios representada por el índice de Morisita-Horn responde, en parte, a que dicho índice es muy sensible a la abundancia de las morfoespecies más abundantes, y las mismas fueron comunes a la mayoría de los sitios. Así mismo, los análisis, tanto cuali como cuantitativos, arrojaron una gran similitud entre la zona arada, el borde y la zona intermedia I. Esta es una situación similar a la registrada por diversos autores, quienes consideran que la similitud entre las comunidades presentes en la matriz con las del borde se debe a una invasión de artrópodos desde la misma y de esta manera los bordes pueden tener una alta diversidad de especies, pero ser de bajo valor para objetivos de conservación (Bedford y Usher, 1994; Fahrig *et al.*, 1998; Sobrinho y Shoereder, 2006).

El sitio de borde fue el que presentó la mayor riqueza de morfoespecies, esto puede deberse a la interacción entre la matriz y el bosque (Bedford y Usher, 1994; Murcia, 1995; Holland y Fahrig, 2000; Major *et al.*, 2003, Sobrinho y Shoereder, 2006) y que el mismo es permeable, permitiendo el movimiento de organismos a uno y otro lado (Duelli *et al.*, 1990).

Entre la zona intermedia I y II se registró una caída de la abundancia y riqueza de artrópodos colectados, esto podría corresponderse a lo hallado por Bedford y Usher (1994) quienes establecieron que la afectación generada por el ingreso de artrópodos a través de bordes de bosques se extendería hasta aproximadamente los primeros 5 metros.

El efecto de borde no fue igual en los diferentes grupos estudiados, los cuales respondieron de diferentes formas. La respuesta de la comunidad de arañas se correspondió a los resultados hallados por Bedford y Usher (1994) quienes evaluaron la distribución de artrópodos en bordes de bosques caducifolios colindantes a zonas aradas concluyendo que se producía una baja de la riqueza de las mismas en los primeros 25 metros dentro del fragmento.

Teniendo en cuenta los cambios en la temperatura del suelo y humedad de la broza asociados a los efectos de borde abiótico establecidos para fragmentos de bosque de caldén por Sosa (2008), la influencia mostrada por la comunidad de coleópteros puede deberse a que estos insectos son particularmente sensibles a características edáficas (Dangerfield *et al.*, 2003) y a que los carábidos, especialmente, tienden a presentar comunidades más ricas en los sitios agrícolas frecuentemente disturbados (Bedford y Usher, 1994; Vanbergen *et al.*, 2005).

Diversos autores establecieron que la riqueza y abundancia de los himenópteros, responden positivamente a la heterogeneidad de hábitat (Dangerfield *et al.*, 2003; Sobrinho

y Shoereder, 2006), esto podría explicar cambios mostrados por su comunidad en los diferentes sitios.

Duelli *et al* (1990) caracterizaron 6 tipos de bordes teniendo en cuenta el efecto de los mismos en el movimientos de los artrópodos, considerando en los extremos a aquellos abruptos e impermeables que actúan como barrera para los organismos y a los suaves que permitir el desplazamiento sin obstáculos. En relación a los resultados obtenidos para la riqueza de morfoespecies y abundancia se podría considerar que el borde estudiado presenta efectos similares a los definidos por estos autores como tipo 5 ecotono (Figura N° 4).

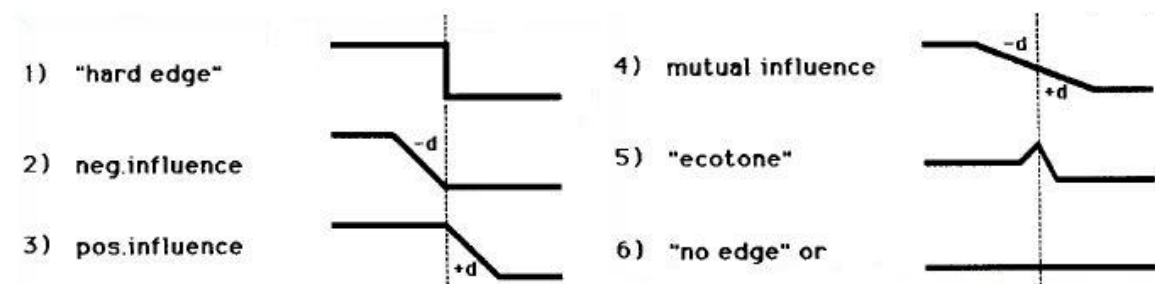


Figura N° 4.- Representación de las posibles respuestas de una variable dada a lo largo de un gradiente de dos hábitat adyacentes. Modificado de Duelli *et al.*, 1990.

Sosa (2008) describió los efectos de borde abióticos correspondientes a cambios en las temperaturas del aire y suelo y las humedades del aire y suelo para fragmentos de bosques de *Prosopis caldenia*, próximos a este sitio de estudio, ya mencionados y estableció distancias de penetración del efectos hacia el interior del fragmento de entre 20 y 100 m que podrían explicar los contrastes entre los ensambles de artrópodos presentes en la zona intermedia II y el sitio de interior del bosque.

Respecto a los efectos de borde bióticos, Sosa (2008) describió que de 47 especies de aves encontradas en fragmentos de bosque análogos, 11 de ellas sólo estuvieron presentes en las zonas de borde, de las cuales 9 fueron insectívoras, lo cual se condice con los resultados hallados en este estudio que indican mayor abundancia de artrópodos en dicha zona.

Dado que los análisis de diversidad-dominancia y similitud mostraron un cambio continuo de los ensambles de artrópodos, se debe tener en cuenta que la máxima distancia de muestreo dentro del fragmento podría encontrarse aún bajo efectos de borde, por lo que esta distancia debería ser ajustada para futuros estudios.

El presente trabajo es sólo una primera aproximación a un tema escasamente estudiado en los bosques de caldén. Para estudios posteriores, dada la imposibilidad de realizar réplicas, se considera necesario aumentar el esfuerzo de muestreo y diversificar los métodos de captura.

Las actividades humanas incrementan constantemente la proporción de bordes de los fragmentos de bosque remanentes (apertura de caminos, desmontes, creación de picadas, etc.), esto hace necesaria la realización de más estudios que profundicen en las consecuencias de este proceso no sólo sobre la composición de especies sino también sobre la afectación de las funciones ecosistémicas brindadas por los bosques.



## **Conclusiones**

Los ensambles de artrópodos epigeos presentes en el fragmento de bosque de caldén son influenciados por la existencia del borde estudiado. Las diferencias contrastantes en la estructura de la vegetación, humedad de los suelos, insolación, etc. entre los sitios determinan la estructura de las diferentes comunidades que habitan a ambos lados del borde.

El borde resultó ser el sitio con la mayor abundancia de artrópodos y la mayor riqueza, pero esto no implica que el mismo posea alto valor a los fines de conservación ya que la comunidad estuvo representada por una mixtura de morfoespecies halladas a ambos lados del mismo, ya que a los fines de conservación biológica no importa sólo la cantidad de especies a conservar sino la composición de las comunidades en cuestión.

La mayor riqueza y abundancia de la zona de borde podría evidenciar que el borde es permeable y genera efectos similares a los ecotonos según la caracterización de Duelli *et al.* (1990).

El efecto de borde no fue igual para los diferentes grupos estudiados, los cuales respondieron de diferentes formas, siendo los coleópteros los más afectados junto a los hemípteros.

## **Bibliografía**

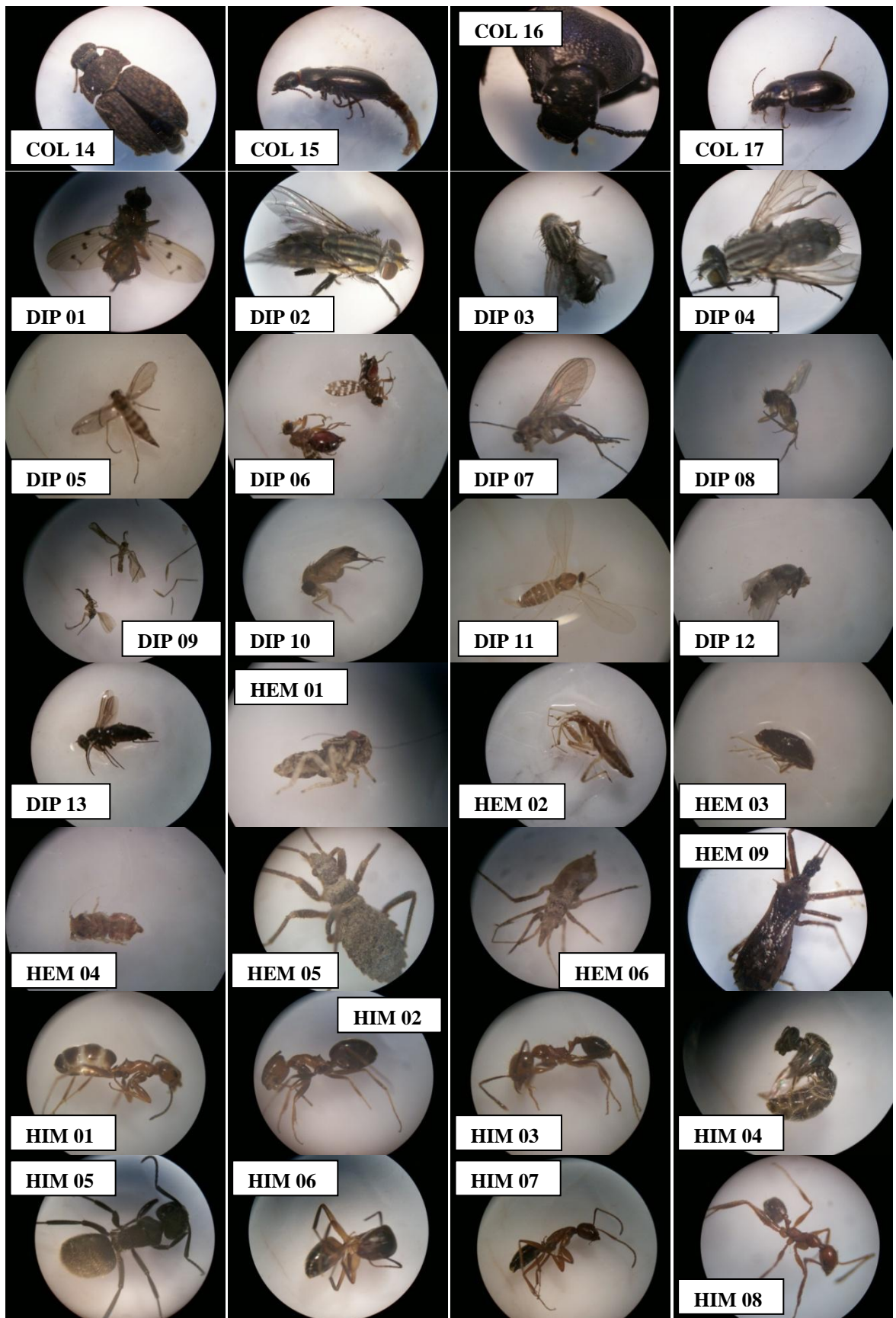
- AMIEVA, E. O. 1992. El Parque Luro. Fundación Chadileuvu. Santa Rosa.
- ASTERAKI, E.J., B.J. HART, T.C. INGS & W.J. MANLEY. 2004. Factors influencing the plant and invertebrate diversity of arable field margins. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 102: 219-231.
- BEDFORD, S.E. & M.B. USHER. 1994. Distribution of arthropod species across the margins of farm woodlands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 48: 295-305.
- CABRERA A. L. & A. WILLINK. 1980. *Biogeografía de América Latina*. OEA. Washington.
- CANO, E. 1980. Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Provincia de La Pampa y Universidad Nacional de La Pampa.
- DANGERFIELD, J. M., A.J. PIK, D. BRITTON, A. HOLMES, M. GILLINGS, I. OLIVER, D. BRISCOE & A.J. BEATTIE. 2003. Patterns of invertebrate biodiversity across a natural edge. *Austral Ecology* 28:227-236.
- DERRAIK, J. G.B.; G.P. CLOSS; K.J.M. DICKINSON; P. SIRVID; B.I.P. BARRATT, & B.H PATRICK. 2002. Arthropod morphospecies versus taxonomic species: a case study with Aranae, Coleptera and Lepidoptera. *Conservation Biology* 16 (4): 1015-1023.
- DEVINSKI, D. M. 2006. Commentary: Forest fragmentation and matrix effects: the matrix does matter. *Journal of Biogeography* 33:1791- 1792.
- DIDHAM, R.K., J. GHAZOUL, N.E. STORK & A.J. DAVIS. 1996. Insect in fragmented forests: a functional approach. *Trends in Ecology and Evolution* 11(6):255-260.
- DUELLI, P., M. STUDER, I. MARCHAND & S. JOKOB. 1990. Population movements of arthropods between natural and cultivated areas. *Biological Conservation* 54:193-207.
- FAHRIG, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review Ecology and Evolution System* 34:487-515.
- FAHRIG, L. & I. JONSEN. 1998. Effect of habitat patch characteristics on abundance and diversity of insects in an agricultural landscape. *Ecosystems* 1:197-205.
- FEINSINGER, P. 2004. El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

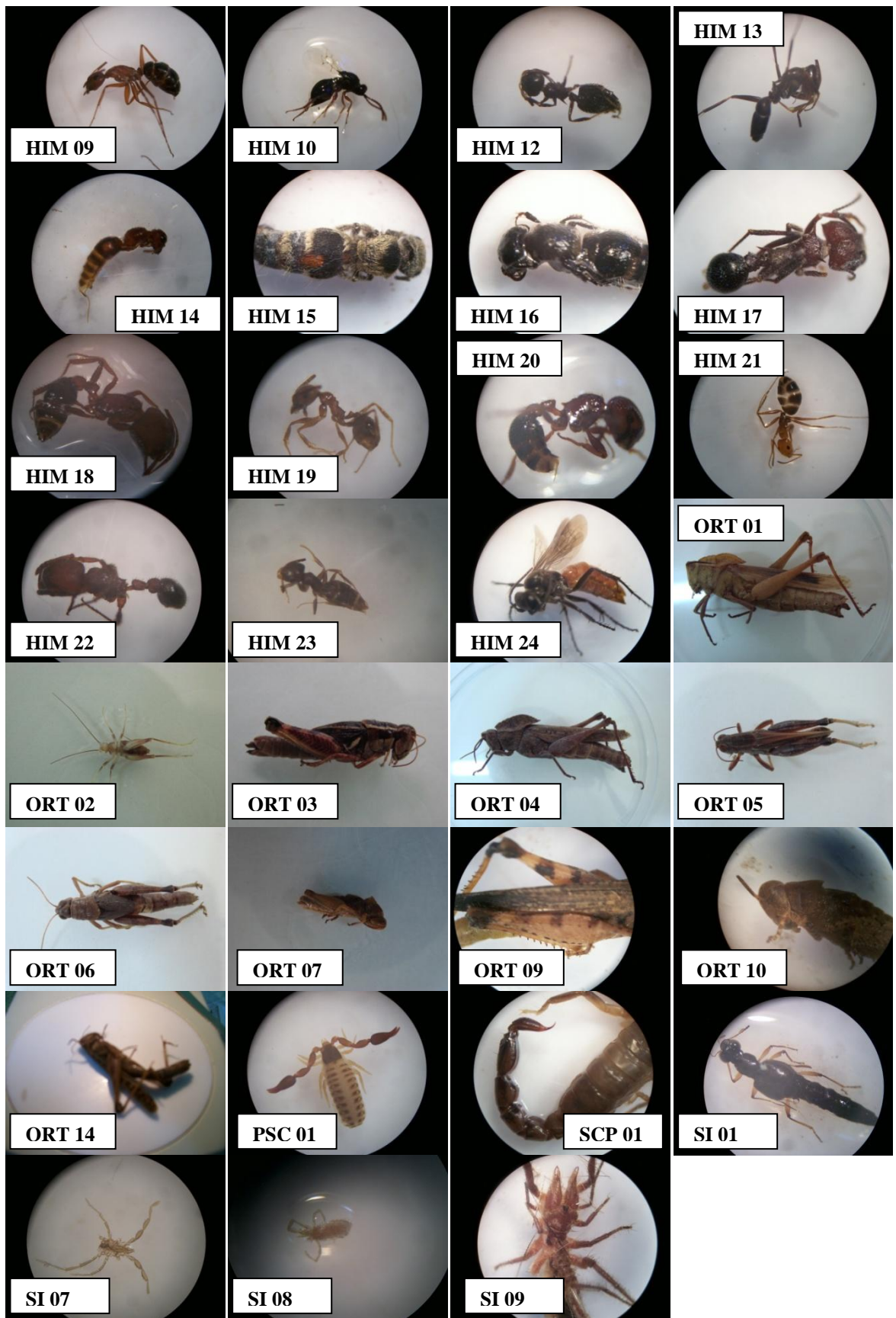
- FORMAN, R. & M. GORDON. 1986. Landscape Ecology. Wiley. New York.
- GREZ, A. A. & T. ZAVIEZO. 2002. Efecto inmediato de la fragmentación del hábitat sobre la abundancia de insectos en alfalfa. *Cien. Inv. Agr.* 29 (1):29-34.
- HOLLAND, J. & L. FAHRIG. 2000. Effect of woody borders on insect density and diversity in crop fields: a landscape-scale analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78:115-122.
- LOPEZ-BARRERA, F. 2004. Estructura y función en bordes de Bosques. *Ecosistemas* 13 (1): 67-77.
- MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey, EE UU.
- MATTEUCCI, O., T. SOLBRIG, J. MORELLO & G. HALFFTER. 1999. Biodiversidad y uso de la tierra. EUDEBA-UNESCO, Buenos Aires.
- MAJOR, R. E., F. J. CHRISTIE, G. GOWING, G. CASSIS & C. A. M. REID. 2003. The effect of habitat configuration on arboreal insects in fragmented woodlands of south-eastern Australia. *Biological Conservation* 113: 35-48.
- MEEK, B., D. LOXTON, T. SPARKS, R. PYWELL, H. PICKETT & M. NOWAKOWSKI. 2002. The effect of arable field margin composition on invertebrate biodiversity. *Biological Conservation* 106 (2002) 259–271.
- MORENO, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T. SEA, vol. 1. Zaragoza.
- MURCIA C. 1995. Edge effects in fragmented forest: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10 (2):58-62.
- PRIMACK, R., R. ROZZI, P. FEISINGER, R. DIRZO & F. MASSARDO. 2001. Fundamentos para la Conservación Biológica. Perspectivas Latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica. México.
- OLIVER, I. & A. J. BEATTIE. 1996. Invertebrate morpho-species as surrogates for species: A case study. *Conserv Biol* 10: 99–109.
- RIBAS, C.R., T.G. SOBRINHO, J.H. SCHOEREDER, C.F. SPERBER, C. LOPES-ANDRADE & S.M. SOARES. 2005. How large is enough for insects? Forest fragmentation effects at three spatial scales. *Acta Oecologica* 27:31-41.
- RIES, L. & W.F. FAGAN. 2003. Habitat edges as potential ecological trap for an insect predator. *Ecological Entomology* 28:567-572.

- SARMIENTO, F. O. 2001. Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. Ediciones Abya-Yala, Quito: CLACS-UGA, CEPEIGE, AMA. Edición digital disponible en [www.inbio.ac.cr/es/biodiccionario/](http://www.inbio.ac.cr/es/biodiccionario/)
- SAUNDERS, D. A., R. J. HOBS & C. R. MARGULES. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5, 18–32.
- SAyDS. 2007. Estado de conservación del distrito del caldén. Segunda etapa del Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Inventario de campo de la región del Espinal. Formaciones de Caldén y Ñandubay. Argentina.
- SEKERCIOGLU, C. H., P. R. EHRLICH, G. C. DAILY, D. AYGEM, D. GOEHRINGS & R. F. SANDÍ. 2002. Disappearance of insectivorous birds from tropical forest fragments. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99 (1): 263 – 267.
- SOBRINHO, T. G. & J. H. SCHOEREDER. 2006. Edge and shape effects on ant (Hymenoptera: Formicidae) species richness and composition in forest fragments. *Biodiversity and Conservation* 16:1459-1470.
- SOSA, R.A. 2008. Efectos de la fragmentación del Bosque de Caldén sobre las comunidades de aves pampeanas en el centro-este de La Pampa. Tesis Doctoral. UBA.
- TURNER M.G., R.H. GARDNER & R.V. O'NEILL. 2001. *Landscape ecology in theory and practice*. Springer-Verlag. New York.
- VANBERGEN, A.J., B.A. WOODCOCK, A.D. WATT & J. NIEMELA. 2005. Effect of land-use heterogeneity on carabid communities at the landscape scale. *Ecography* 28: 3-16.
- ZAR JH. 1996. Bioestadistical analysis, 3<sup>rd</sup> ed. Prentice Hall, Princeton, N. J.
- ZAVIEZO, T. 2003. Morfología e Identificación de insectos. Disponible en [www.uc.cl/sw\\_edu/agronomia/insectos/index.html](http://www.uc.cl/sw_edu/agronomia/insectos/index.html)
- ZINDA, R., E. ADEMA & T. RUCCI. 2005. Relevamiento fisonómico de la vegetación en el área del Caldenal. INTA.

Anexo A– Fotografías de las diferentes morfoespecies colectadas







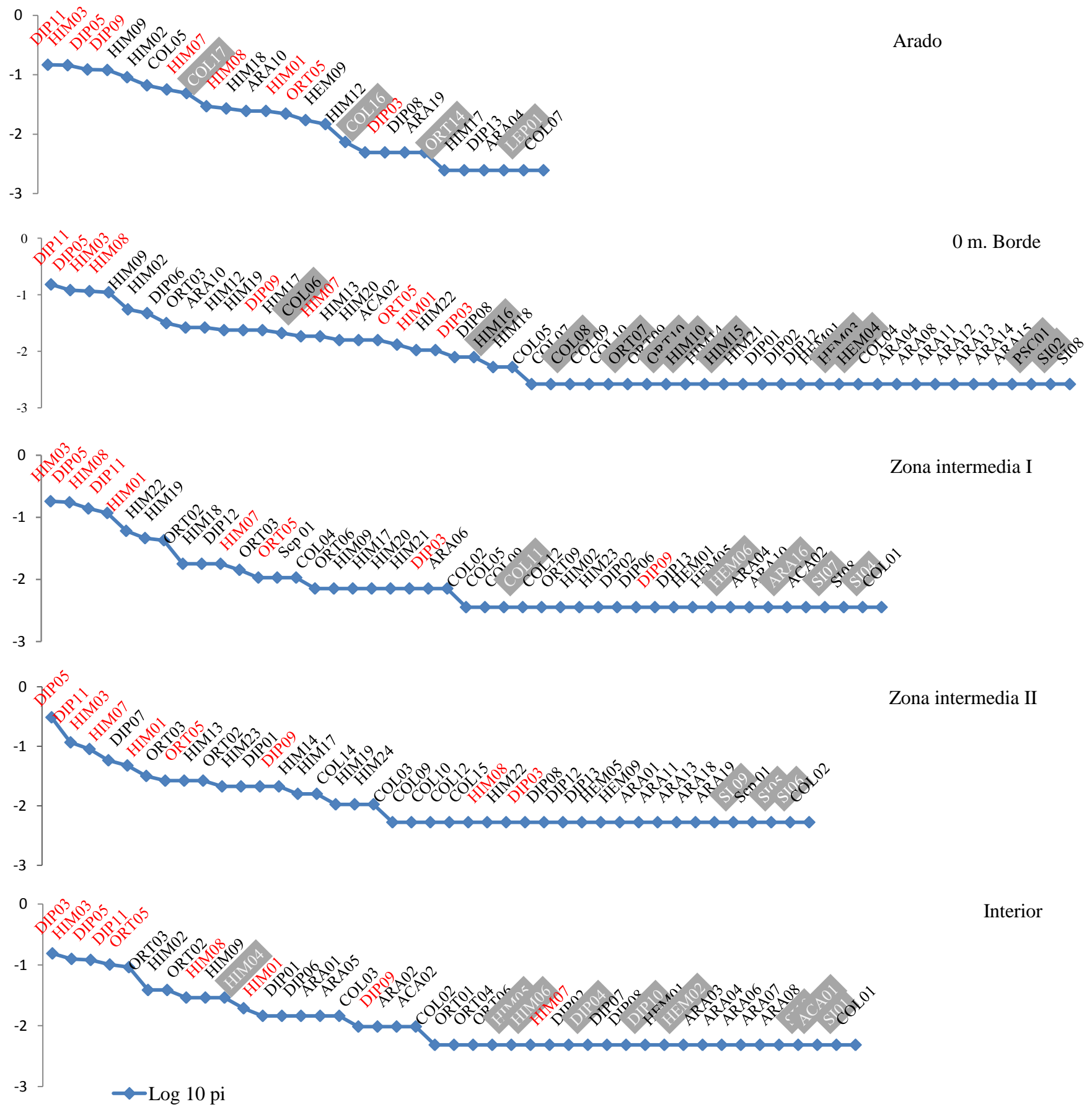
## Anexo B – Presencia-ausencia

Morfoespecie	Arado	Borde	Z. inter I	Z. inter II	Interior
COL16	Yellow				
COL17	Yellow				
COL05	Yellow	Yellow	Yellow		
COL07	Yellow	Yellow			
COL08					
COL06					
COL09		Yellow	Yellow		
COL10			Yellow with diagonal lines	Yellow	
COL04		Yellow			
COL11			Yellow		
COL12				Yellow	
COL14				Yellow	
COL15				Yellow	
COL01				Yellow with diagonal lines	Yellow
COL02			Yellow	Yellow	
COL03				Yellow	
ARA10	Yellow	Yellow	Yellow		
ARA14		Yellow			
ARA15		Yellow			
ARA12					
ARA11		Yellow	Yellow with diagonal lines	Yellow	
ARA13		Yellow			
ARA19	Yellow	Yellow with diagonal lines	Yellow		
ARA04	Yellow			Yellow with diagonal lines	Yellow
ARA16			Yellow		
ARA18				Yellow	
ARA20				Yellow	
ARA01					Yellow
ARA08		Yellow	Yellow with diagonal lines	Yellow	
ARA06			Yellow	Yellow with diagonal lines	Yellow
ARA02					
ARA03					
ARA05					
ARA07					Yellow
ORT14	Yellow				
ORT10		Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
ORT03			Yellow	Yellow	Yellow
ORT05	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
ORT07					
ORT09		Yellow	Yellow		
ORT06				Yellow with diagonal lines	Yellow
ORT02			Yellow	Yellow	
ORT04					
ORT01					Yellow
DIP13	Yellow		Yellow with diagonal lines	Yellow	Yellow
DIP08	Yellow	Yellow	Yellow with diagonal lines	Yellow	Yellow
DIP09	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
DIP03	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
DIP05	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
DIP11	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
DIP02				Yellow with diagonal lines	Yellow
DIP06				Yellow with diagonal lines	Yellow
DIP01			Yellow with diagonal lines	Yellow	Yellow
DIP12		Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
DIP07				Yellow	Yellow
DIP10					Yellow
DIP04					Yellow
HEM09	Yellow	Yellow with diagonal lines	Yellow	Yellow	
HEM03		Yellow			
HEM04		Yellow			
HEM06			Yellow	Yellow	
HEM05			Yellow	Yellow	
HEM01		Yellow		Yellow with diagonal lines	Yellow
HEM02					Yellow
HIM12	Yellow	Yellow			
HIM10		Yellow			
HIM15					
HIM16					
HIM01	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
HIM03	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
HIM07	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
HIM08	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
HIM02				Yellow with diagonal lines	Yellow
HIM09				Yellow with diagonal lines	Yellow
HIM17	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	
HIM18	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	
HIM20					
HIM21					
HIM13			Yellow with diagonal lines	Yellow	Yellow
HIM14			Yellow with diagonal lines	Yellow	Yellow
HIM22					
HIM19		Yellow	Yellow	Yellow	
HIM23			Yellow	Yellow	
HIM24				Yellow	
HIM04					Yellow
HIM05					
HIM06					Yellow

Análisis de presencia-ausencia. Las celdas coloreadas en amarillo indican presencia y las celdas blancas indican ausencia en el sitio. Se consideró como dudoso a los sitios en los cuales no se encontró la morfoespecie pero que, sin embargo, ésta estuvo presente en los sitios ubicados a ambos lados y se las marcó con trama rayada amarilla clara.



Anexo C – Diagramas Diversidad-dominancia.



Diagramas Diversidad-Dominancia para los diferentes sitios de muestreo. La gráfica permite deducir rápidamente los dos componentes de la diversidad a partir del número de categorías (riqueza de morfoespecies) y de la pendiente de la curva (equitatividad), tanto más pronunciada cuanto menos uniforme sea la distribución de abundancias. A su vez se han indicado: en ROJO morfoespecies comunes a todos los sitios (9), en un RECTANGULO las morfoespecies presentes solo en un sitio (32) y en NEGRO otras morfoespecies.

