

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO  
SANTA CRUZ (PRESIDENTE DR. NÉSTOR C. KIRCHNER  
Y GOBERNADOR JORGE CEPERNIC), PROVINCIA DE  
SANTA CRUZ

ACTUALIZACIÓN

**CAPÍTULO 3 – LÍNEA DE BASE AMBIENTAL Y ESTUDIOS ESPECIALES**

**PUNTO 15 – ESTUDIO DE MACROINVERTEBRADOS**

**ANEXO I – INFORME FINAL**

## INFORME FINAL

**Proyecto: Prospección y análisis de la artropodofauna epigea de las márgenes del Río Santa Cruz en la ría del Río Santa cruz y las áreas de las futuras represas Nestor Kirchner y Jorge Cepernic.**

**INSTITUCIÓN:** CONICET, llevado a cabo por medio del STAN (Servicio Tecnológico de Alto Nivel) del IADIZA, CCT CONICET Mendoza, por intermedio de la Fundación CRICYT (Unidad de Vinculación Tecnológica).

**Integrantes del grupo** Dr. Sergio Roig Juñent (IADIZA CONICET) (coordinador), Dr. Gustavo E. Flores (IADIZA CONICET), Dr. Rodolfo Carrara (IADIZA CONICET), Dr. Germán Cheli (IPEEC CONICET), Prof. Ana María Scollo (IADIZA).

***El presente Informe consta de tres partes: A-Campaña de Colecta; B-Procesamiento de Muestras y Resultados; C-Conclusiones***

## A-CAMPAÑA DE COLECTA

**Integrantes de la Campaña.** Dr. Sergio Roig Juñent (IADIZA CONICET) (coordinador), Dr. Gustavo E. Flores (IADIZA CONICET), Dr. Rodolfo Carrara (IADIZA CONICET), Dr. Germán Cheli (IPEEC CONICET).

## DESARROLLO DE ACTIVIDADES

La campaña se realizó sin ningún tipo de inconveniente y recibimos todo el apoyo necesario del personal de la UTE, que nos facilitó el desempeño de nuestras tareas, lo cual agradecemos. El desarrollo de actividades se llevó a cabo tal cual había sido programado.

A continuación se describe la actividad llevada a cabo para la toma de datos.

## COLOCACIÓN DE TRAMPAS Y TOMA DE DATOS

El diseño de muestreo propuesto y llevado a cabo para poder cumplir con los objetivos fijados está organizado de la siguiente manera:

**1-Área de muestreo.** Corresponde a un lugar específico estipulado en el cual se realizó el muestreo. En este proyecto fueron cinco áreas de muestreo: **1) Ría del río Santa Cruz (en adelante denominada Ría); 2) área de la futura represa Jorge Cepernic (en adelante nombrada JC) en la margen Sur del Río Santa Cruz; 3) en JC margen Norte del Río Santa Cruz; 4) en el área de la futura represa Néstor Kirchner (en adelante llamada NK) en la margen Sur del Río Santa Cruz; y 5) NK margen Norte del Río Santa Cruz.**

**2-Sitio de muestreo.** Corresponde a cada uno de los ambientes particulares de un área. Para la Ría los tres sitios de muestreo correspondieron a tres distintos ambientes, los que se describen en la lista que se proporciona más adelante.

Para las áreas correspondientes a NK y JC se escogieron tres sitios (Tablas 1 y 2),

1) **Bajo:** ubicado a pocos metros por encima de la cota actual del Río Santa Cruz;

2) **Medio:** ubicado pocos metros por encima de la cota de llenado del dique;

3) **Arriba:** ubicado más arriba de la cota de llenado del dique.

**3-Unidad de muestreo.** Para cada sitio se tomaron 8 (ocho) unidades de muestreo, lo que permite analizarlas estadísticamente. Cada unidad de muestreo estuvo separada de otra por al menos 10 metros de distancia y se conformó por cuatro vasos de plástico (trampas de caída=pitfall) ubicados en los vértices de un cuadrado de 1 m<sup>2</sup> del terreno (Cheli y Corley, 2010). Cada trampa de caída consistió en vasos de ½ litro enterrados a ras de suelo, lo que permitió que la fauna epigea que deambule caiga dentro de él. Estudios previos realizados por el grupo de investigación han demostrado que si se coloca una sola trampa de caída por unidad se corre el riesgo de no colectar la mayoría de especies presentes por lo que la muestra no sería representativa del sitio. Otro inconveniente de colocar una sola trampa es tener ausencias totales, ya sea debido a que no caigan ejemplares, se colmaten de tierra o porque la única trampa de caída sea rota por animales del campo o personas. Las trampas de caída fueron rellenas con Propilenglicol al 30% para preservar los ejemplares. Estas fueron dejadas durante 10 días funcionando.



*Grupo de cuatro trampas las cuales consistieron luego en una unidad de muestreo.*

*Cada grupo estuvo constituido por cuatro trampas de caída que se ubicaron en los vértices de un cuadrado de un metro de lado y permanecieron expuestas durante 10 días.*



*Trampa de caída individual ya con propilenglicol.  
Nótese que está a ras del suelo.*

En resumen se tomaron cinco áreas, con tres sitios para cada uno en donde se colocaron ocho unidades de muestreo consistentes cada una en cuatro trampas de caída. Por ello para cada sitio se colocaron 32 trampas de caída y para cada área 96 trampas. En total para el proyecto se colocaron **480 trampas**.

### Itinerario

El día **15/11/2016** arribamos a Comandante Piedrabuena, de ahí nos dirigimos hacia el área de la Ría del Río Santa Cruz. El área de muestreo fue al norte de la Ciudad de Puerto Santa Cruz.

*A continuación se muestra como se realiza la colocación de trampas, colecta manual y toma datos.*



*Dr. Roig-Juñent colocando una trampa en el suelo.*

Estuvimos acompañados por personal de Inspección de la Universidad Nacional de La Plata y de la Unión Temporal de Empresas (UTE).



*Dr. Flores colocando trampas acompañado del personal de la UTE e Inspección.*

Una vez colocadas las trampas de caída en el suelo se les coloca propilenglicol, diluido al 30%, sustancia no tóxica que permite mantener en perfectas condiciones los artrópodos que caigan en ellas



*Dr. Cheli colocando propilenglicol en una trampa.*

Una vez colocados las ocho unidades de muestreo (32 trampas) de cada sitio se procede a realizar un muestreo manual.

El muestreo manual consistió en la inspección por parte de cuatro observadores del suelo, debajo de rocas, arbustos, o cualquier otro objeto

ubicado en el suelo que pueda ofrecer de refugio a los insectos. Durante 30 minutos de reloj en cada sitio se buscaron y colectaron ejemplares de insectos ya sean vivos o muertos. Este tipo de muestreo ha sido utilizado en diversos trabajos, donde se constató que 30 minutos es el tiempo suficiente para lograr una colecta representativa de especies por sitio con cuatro observadores (Carrara et al. 2011, Cheli et al 2013, en prensa). El área cubierta por cada muestreo fue aproximadamente de 0,5 hectáreas y todos los sitios fueron inspeccionados por los mismos observadores.



*Dres. Flores, Carrara y Cheli en colecta manual.*

Luego se procede a tomar los datos de georreferenciación y de la vegetación y tipo de suelo. Si bien los datos de vegetación y de suelo no eran parte del muestreo para la evaluación de impacto la proporcionaremos.



Dr. Carrara tomando datos del sitio.



Dres. Carrara, Cheli, Flores y Roig-Juñent tomando los datos del sitio.

***NOTA Esta actividad de colocación de trampas, colecta manual y toma de datos se repitió en todos los sitios siguiendo el mismo protocolo***

Se pernoctó en Comandante Piedrabuena. Se procedió a analizar parte de los muestreos manuales comparando con material de referencia previamente

identificado en la Colección Entomológica del IADIZA, incluyéndolos ya en planillas de cálculo (la cual se adjunta).



*Los Dres. Carrara, Cheli y Flores analizando el material colectado manualmente.*

El día **16/11/2016** a la mañana nos dirigimos a JC por la ruta provincial N°9. Llegados a JC procedimos a colocar los tres muestreos de la margen Sur a la mañana y luego cruzamos a la margen norte utilizando para ello una lancha provista por la UTE. En la margen norte procedimos a colocar los tres muestreos proyectados. Se hicieron muestreos manuales. Se hizo noche en el obrador de NK.

El día **17/11/2016** se procedió a colocar las trampas y hacer los muestreos manuales en la margen Sur de NK. Debido a condiciones meteorológicas no pudimos cruzar a la margen norte en lancha, por lo que se proyectó hacerlo al

día siguiente yendo por la Ruta provincial 17. Se hizo noche en el obrador de NK.

El día **18/11/2016** se procedió a colocar las trampas y hacer los muestreos manuales en la margen Norte de NK, haciendo el recorrido desde el obrador de NK lo cual insumió unas tres horas y luego otras tres horas de colocación de trampas y dos más de regreso, haciendo noche en El Calafate.

### RETIRO DE LAS TRAMPAS DE CAÍDA

Las trampas estuvieron colocadas durante 10 días. Esta cantidad de días está estipulada como la más eficiente, y ha sido probada en otros proyectos llevados a cabo por los investigadores del grupo.

Para levantar las trampas se procedió de la siguiente manera:

1-Cada grupo de cuatro trampas fueron unificadas en una unidad de muestreo. Para ello se recuperó el propilenglicol filtrándolo y guardando los insectos recolectados.



*Filtrando el propilenglicol de una unidad de muestreo.*

Una vez filtradas las trampas de cada unidad de muestreo se procedió a empaquetarlas para ser llevados luego al laboratorio para su lavado y análisis.



*Dr. Flores empaquetando cuatro frascos correspondientes a una unidad de muestreo.*

El día **25/11/2016** se regresó para levantar las trampas del área de la Ría. Se hizo noche en Comandante Piedrabuena. El día **26/11/2016** se levantaron las trampas del área de impacto JC, tanto de la margen Sur como Norte. Se hizo noche en el obrador de NK. El día **27/11/2016** se procedió a levantar las trampas del área de impacto NK al Sur. Se hizo noche en El Calafate y el día **28/11/2016** fuimos por ruta provincial 17 a levantar las trampas de NK norte. En estos días se completaron los muestreos manuales que estaban pendientes de realizar. Estuvimos acompañados por personal de Inspección de la UN La Plata y de la UTE.

#### **Áreas y Sitios de Muestreo:**

Fueron prospectadas cinco áreas de muestreo, cuatro de ellas corresponden a lo que se denomina “*área de impacto directo*”, que es un área cuadrada de 2500 ha cuyo centroide está en la pantalla de los diques proyectados para las represas Néstor Kirchner y Jorge Cepernic.



Áreas de impacto directo. Cada área está marcada por un cuadrado rojo y representa aproximadamente 2.500 has.

### 1-Área de muestreo Ría Santa Cruz:





**1a-Ría Abajo**

**Coordenadas:** 49,988422 S 68,554748 W

Cobertura vegetal: 50% (20% arbusto, 30% pasto)

Suelo: Arenoso poco clastos, sin piedras

Estratos arbustivos (100 cm); herbáceos (<20 cm).

Especies: Senecio sp., Berberis sp. (Calafate), Lycium sp., Allenrolfea patagónica (Jume).

Parches: 300 x 100 cm arbustivo; 60 x 20 cm pasto

Disturbios: oveja, caballo

Erosión pluvial y pastoreo



**1b-Ría Medio**

**Coordenadas:** 49,99923 S, 68,54458 W

Cobertura vegetal: 70% (30% arbusto, 40% pasto)

Suelo: Arenoso, sin clastos y sin piedras

Estratos arbustivos (<50 cm); herbáceos (<20 cm).

Especies: Mulinum spinosum (Neneo), Junellia tridens (mata negra), Schinus sp. (molle).

Parches: 150 x 160 cm arbustivo; 150 x 20 cm pasto

Disturbios: oveja, liebre

Erosión pluvial, poco eólica

Pendiente 1



**1c-Ría Arriba**

**Coordenadas:** 49,999568 S 68,545676 W.

Cobertura vegetal: 50% (40% arbusto, 10% pasto)

Suelo: Arenoso, con pequeños clastos, sin piedras

Estratos arbustivos (<30 cm); herbáceos (<10 cm).

Especies: Mulinum spinosum (Neneo), Junellia tridens (mata negra), Schinus sp. (molle).

Parches: 90 x 60 cm arbustivo; 10 x 10 cm pasto

Disturbios: oveja, caballo

Erosión pluvial alta, con cárcavas. Plantas descalzadas

Pendiente 3

Erosión pluvial, poco eólica

Pendiente 1

Áreas de muestreo JC (Jorge Cepernic) márgenes Norte y Sur



**2-Área de muestreo JC margen Norte**



**2a-Abajo.**  
**Coordenadas:** 50,18423 S 70,12399 W, 82 m  
 Cobertura vegetal: 60% (30% arbusto, 30% pasto)  
 Suelo: Arenoso suelto, con clastos y sin piedras.  
 Estratos arbustivos (180 cm); herbáceos (<30 cm).  
 Especies: Senecio sp., Junellia tridens (mata negra),  
 Schinus sp. (molle), Lycium sp., Berberis  
 sp. (calafate), Azorella sp. (yareta).  
 Parches: 400 x 400 cm arbustivo; 180 x 120 cm  
 pasto  
 Disturbios: oveja, caballo, guanaco  
 Erosión pluvial media y eólica.  
 Pendiente 0



**2b-Medio.**  
**Coordenadas:** 50,17980 S, 70,12442 W 105 m  
 Cobertura vegetal: 50% (40% arbusto, 10% pasto)  
 Suelo: Arenoso, con pocos clastos y con poca piedra.  
 Estratos arbustivos (200 cm); herbáceos (<30 cm).  
 Especies: Junellia tridens (mata negra), Schinus sp.  
 (molle), Stipa sp., Chuquiraga aurea.  
 Parches: 200 x 200 cm arbustivo; 100 x 30 cm pasto  
 Disturbios: oveja.  
 Erosión pluvial media.  
 Pendiente 2



**2c-Arriba.**  
**Coordenadas:** 50,18012 S, 70,12635 W 125 m  
 Cobertura vegetal: 40% (10% arbusto, 30% pasto)  
 Suelo: Arenoso, con clastos y piedras  
 Estratos arbustivos (180 cm, molle); herbáceos (20  
 cm).  
 Especies: Schinus sp. (Molle) y Stipa sp.  
 Parches: 300 x 300 cm arbustivo; 90 x 40 cm pasto  
 Disturbios: oveja y guanaco  
 Erosión pluvial y poco eólica.  
 Pendiente 3

### 3- Área de muestreo JC margen Sur



#### 3a-Abajo.

**Coordenadas:** 50,21346 S, 70,12546 W, 85 m  
**Cobertura vegetal:** 60% (10% arbusto, 50% pasto)  
**Suelo:** Arenoso suelto, con clastos y sin piedras.  
**Estratos arbustivos** (180 cm); herbáceos (<30 cm).  
**Especies:** Austrocactus sp., Piquillín, Junellia tridens  
 (mata negra), Azorella sp. (yareta).  
**Parches:** 300 x 150 cm arbustivo; 200 x 100 cm pasto  
**Disturbios:** oveja, caballo  
**Erosión eólica** baja.  
**Pendiente** 1



#### 3b-Medio.

**Coordenadas:** 50,28661 S, 70,16222 W, 197 m  
**Cobertura vegetal:** 50% (40% arbusto, 10% pasto)  
**Suelo:** Arenoso con arcilla, con clastos y sin piedra.  
**Estratos arbustivos** (60 cm); herbáceos (<30 cm).  
**Especies:** Junellia tridens (mata negra), Schinus sp.  
 (Molle), Berberis sp. (calafate), Allenrolfea  
 patagónica (Jume), Lycium sp., Azorella sp.  
 (yareta).  
**Parches:** 400 x 200 cm arbustivo; 60 x 30 cm pasto  
**Disturbios:** oveja, guanaco.  
**Erosión** pluvial.  
**Pendiente** 2



#### 3c-Arriba.

**Coordenadas:** 50.29522 S, 70,15710, 336 m.  
**Cobertura vegetal:** 75% (50% arbusto, 25% pasto)  
**Suelo:** Arenoso, con clastos y algo de arcilla.  
**Estratos arbustivos** (150 cm, molle); herbáceos (10 cm).  
**Especies:** Junellia tridens (mata negra), Schinus sp.  
 (Molle), Berberis sp. (calafate), Azorella sp.  
 (yareta, en flor), Stipa sp.  
**Parches:** 700 x 200 arbustos con pastos  
**Disturbios:** oveja  
**Erosión** pluvial algunas plantas descalzadas.  
**Pendiente** 3

Áreas de muestreo NK (Néstor Kirchner) márgenes Sur y Norte



#### 4- Área de muestreo NK margen Sur



##### 4a-Abajo.

**Coordenadas:** 50,21204 S, 70,79156 W, 122 m

Cobertura vegetal: 75% (50% arbusto, 25% pasto)

Suelo: Arenoso suelto, poco clastos y pocas piedras.

Estratos arbustivos (150 cm); herbáceos (<30 cm).

Especies: *Junellia tridens* (mata negra), *Berberis* sp. (calafate) *Azorella* sp. (yareta). Parches: 400 x 200 cm arbustivo; 90 x 60 cm pasto

Disturbios: guanaco, choique, caballo

Erosión pluvial.

Pendiente 1



##### 4b-Medio.

**Coordenadas:** 50.26267 S, 70,90910 202 m

Cobertura vegetal: 60% (30% arbusto, 30% pasto)

Suelo: Arenoso, con pocos clastos y sin piedra.

Estratos arbustivos (60 cm); herbáceos (<30 cm).

Especies: *Junellia tridens* (mata negra), *Schinus* sp. (Molle), *Azorella* sp. (yareta).

Parches: 200 x 200 cm arbustivo; 100 x 60 cm pasto

Disturbios: oveja, guanaco.

Erosión pluvial, eólica poca.

Pendiente 1



##### 4c-Arriba.

**Coordenadas:** 50.21711 S, 70,79003, 236 m.

Cobertura vegetal: 40% (30% arbusto, 10% pasto)

Suelo: Arenoso, con clastos medios y con piedras.

Estratos arbustivos (30 cm, molle); herbáceos (<10 cm).

Especies: *Stipa*, *Junellia tridens* (mata negra), *Chuquiragua aurea*, *Azorella* sp. (yareta).

Parches: 100 x 60 arbustos, 30 x 30 arbustos

Disturbios: oveja, guanaco, caballo

Erosión eólica.

Pendiente 2

### 5- Área de muestreo NK margen Norte



**5a-Abajo.**

**Coordenadas:** 50,20799 S, 70,79052 W, 120 m  
**Cobertura vegetal:** 30% (15% arbusto, 15% pasto)  
**Suelo:** Arenoso con clastos y sin piedras.  
**Estratos arbustivos (<20 cm); herbáceos (<20 cm).**  
**Especies:** Junellia tridens (mata negra), Berberis sp.  
 (calafate), (Schinus sp. (molle), Azorella sp.  
 (yareta)  
**Parches:** 50 x 50 cm arbustivo; 10 x 10 cm pasto  
**Disturbios:** guanaco,  
**Erosión eólica media.**  
**Pendiente 1**



**5b-Medio.**

**Coordenadas:** 50.19802 S, 70,78879 211 m  
**Cobertura vegetal:** 45% (25% arbusto, 20% pasto)  
**Suelo:** Arenoso, con clastos y piedra.  
**Estratos arbustivos (100 cm); herbáceos (<30 cm).**  
**Especies:** Junellia tridens (mata negra), Senecio sp.,  
 Berberis sp. (calafate), Azorella sp. (yareta)  
**Parches:** 300 x 100 cm arbustivo; 80 x 25 cm pasto  
**Disturbios:** oveja, guanaco.  
**Erosión pluvial media, eólica.**  
**Pendiente 2**



**5c-Arriba.**

**Coordenadas:** 50.19481 S, 70,78645, 288 m.  
**Cobertura vegetal:** 50% (30% arbusto, 20% pasto), 25% de  
 roca.  
**Suelo:** Arenoso, con muchos clastos y con piedras.  
**Estratos arbustivos (100 cm); herbáceos (<30 cm).**  
**Especies:** Stipa sp., Junellia tridens (mata negra), Allenrolfea  
 patagónica (Jume), Senecio sp.  
**Parches:** 200 x 200 arbustos, 50 x 50 arbustos  
**Disturbios:** oveja  
**Erosión eólica y fluvial.**  
**Pendiente 3**

## B- Procesamiento de Muestras y Resultados

### Procesamiento de muestras

#### Limpieza de muestras y separación de material.

El procesamiento de las muestras manuales dio como resultado la colecta de **1440 ejemplares** de artrópodos (Tabla 1).

El procesamiento de muestras en laboratorio insumió más tiempo del esperado debido a la cantidad de trampas que fueron colocadas. Cada una de las 480 trampas que fue traída del campo fue lavada y tamizada, lo que fue realizado entre diciembre 2016 y enero 2017. De acuerdo al diseño del muestreo cada cuatro trampas que se encontraban en un metro cuadrado constituía una unidad muestral. Por ello las 480 resultaron en 120 unidades muestrales. El material de cada una de ellas separado manualmente de la tierra y basura y guardado en frascos con alcohol. Se recolectaron **2.191 ejemplares** (Tabla 2).

#### Identificación del material.

En la identificación del material se procedió a separar el material en grupos taxonómicos hasta el nivel más cercano posible a especie lo cual aumenta el grado de exactitud taxonómica. Esta tarea fue llevada a cabo entre enero y febrero 2017.

*Muestreos manuales.* El trabajo de identificación de los muestreos manuales fue llevado a cabo en las tardes o noches durante la campaña, lo que representó un esfuerzo extra ya que durante el día estábamos en el campo y en la tarde/noche identificando y procesando la información. Se reconocieron 40 especies (Tabla 1), las cuales pudieron **29 (72,5%)** ser identificadas hasta **nivel específico, 7 (17,5%) a nivel genérico y 4 (10,0%) a nivel familia/subfamilia.** El nivel taxonómico de identificación es de suma importancia, ya que si se trabajara a nivel de morfoespecies no nos permite recabar información de su posible distribución.



Dres. Roig, Cheli, Flores y Carrara en el proceso de identificación y carga de datos.

*Muestras de Pitfall.* El material fue identificado en laboratorio. Se reconocieron **72 especies (Tabla 2)** dos de las cuales fueron estados larvales de tenebriónidos (Coleóptera) de las cuales no pueden identificarse y que podrían pertenecer a cualquiera de las especies identificadas por los adultos. De las restantes 70 especies **45 (64,2%)** pudo ser identificadas hasta **nivel específico**, **17 (42,5%)** a **nivel genérico** y **8 (20,0%)** a **nivel tribus/familia/subfamilia**.

#### Análisis de las muestras

**Procesamiento de la información.** Se procedió a confeccionar tablas de presencia/abundancia y también búsqueda de información proveniente de colecciones, trabajos previos y otros trabajos publicados de las especies identificadas que fueron colectadas en los cinco sitios del Río Santa Cruz.

### **Análisis de diversidad.**

El objetivo de esta sección del informe fue evaluar la variación en la estructura de los ensambles de artrópodos epigeos a nivel de especie (o morfoespecie) a través de la identificación y descripción de diferentes ensambles de especies originados en función de los diferentes sitios muestreados (NK, JC y Ría) y de los factores ambientales altura (alta: por encima de la cota de funcionamiento del dique; media: en el pelo de agua; baja: por debajo de la cota del dique) y margen del río Santa Cruz (norte y sur).

**Metodología.** Los distintos ensambles de artrópodos fueron identificados mediante escalamientos multidimensionales no métricos (MDS), donde los sitios fueron ordenados en el espacio multidimensional en base a sus similitudes (calculadas aplicando el índice de Bray-Curtis sobre las abundancias transformadas mediante raíz cuadrada). Este método consiste en un algoritmo numérico complejo pero conceptualmente simple, que casi no tiene supuestos sobre la forma de la distribución de los datos ni sobre las relaciones entre las muestras, donde el nexo entre el resultado final y los datos originales son relativamente transparentes y fáciles de explicar. El propósito del MDS es construir una configuración de las muestras en dos dimensiones ordenándolas en función de la similitud entre los ensambles de taxones. Para más detalles véase Legendre & Legendre (1998), Clarke & Warwick (2001), Borcard et al. (2011) y Oksanen (2015).

Las diferencias entre los posibles ensambles de artrópodos asociados a los distintos sitios, alturas o márgenes identificados por los MDS fueron puestas a prueba mediante análisis de similitud (ANOSIM). Este es un test no paramétrico construido mediante un procedimiento simple de permutaciones aplicado sobre la matriz de similitud subyacente en la ordenación o clasificación de las muestras (Clarke & Warwick 2001). Este análisis genera los niveles de significancia por medio de simulaciones de Monte Carlo, examinando la hipótesis nula de no diferencias entre sitios; para ello utiliza el test estadístico R, el cual se basa en la matriz de similitud de las muestras y refleja las diferencias entre los sitios contrastados con las diferencias entre las réplicas dentro de los sitios. El valor de R es tan importante como su significancia estadística, ya que este representa una medida absoluta de cuán separados se encuentran los sitios en base a sus similitudes (Clarke & Warwick 2001). El

estadístico R toma valores entre 1 y -1; un valor cercano a 1 corresponde a situaciones donde todas las réplicas de un sitio son más similares entre sí que cualquier otra réplica de un diferente sitio, es decir que los sitios son diferentes. Un valor próximo al 0 equivale a que la hipótesis nula es verdadera y las similitudes entre y dentro de los grupos es la misma, y por lo tanto los sitios son indistinguibles. Por otra parte los valores negativos, si bien son muy poco probables, indican que las similitudes a lo largo de los diferentes sitios son mayores que dentro de ellos. Para más detalles véase Clarke & Warwick (2001), Borcard et al. (2011) y Oksanen (2015).

Con el fin de estudiar el efecto individual de cada factor sobre la artropodofauna aislado del posible efecto de los demás factores, esta técnica de análisis multivariado también fue utilizada en algunos casos para medir la respuesta simultánea de los taxones a un factor (sitio, altura o margen) en un diseño experimental de tipo ANOVA, pero usando matrices de distancia y considerando a los otros factores como factor de clasificación (bloques aleatorizados) (Clarke & Warwick, 2001; Borcard et al., 2011; Oksanen, 2015).

Para revelar cómo estos cambios en los ensamblajes afectaron a la composición y abundancia de artrópodos se realizaron Análisis de Componentes Principales (PCA). Esta es una técnica multivariada de ordenación sin restricciones (análisis de gradiente indirecto) cuya finalidad principal es condensar la información contenida en las variables originales (taxones en nuestro caso) en un conjunto menor de dimensiones (llamados componentes principales). Esto se consigue ordenando a los sitios de muestreo a lo largo de gradientes llamados componentes principales, que en nuestro caso son combinaciones lineales de los taxones que componen la comunidad y que describen la máxima variación entre los sitios de muestreo (McGarigal et al., 2000; Borcard et al., 2011).

La riqueza y diversidad de artrópodos se compararon por medio de curvas de rarefacción basadas en el número de individuos (Chao y Jost, 2012). Para construir estas curvas se utilizaron estimaciones de diversidad obtenidas a partir de los números de Hill: riqueza de taxones ( $q=0$ ) y el exponencial del índice de Shannon ( $q=1$ ). Se utilizó la técnica de remuestreo bootstrap (100 replicas) para estimar las medidas de diversidad y sus intervalos de confianza

del 95%. Para realizar la comparación gráfica se extrapolaron las curvas de rarefacción hasta el máximo número de individuos colectados por unidad ambiental (Chao et al., 2014; Hsieh et al., 2014).

Todos los análisis fueron realizados utilizando los paquetes stats, iNEXT y vegan del software R (Hsieh et al., 2014; Oksanen 2015; R Development Core Team, 2015).

Para el análisis de comparación de diversidad entre los sitios de muestreos se utilizaron las 72 especies/morfoespecies reconocidas en las trampas de caída.

**Análisis de modelos predictivos de distribución de especies.** Los modelos de distribución de especies son usados, en general, para predecir una distribución potencial relacionando las localidades conocidas de las especies con una serie de variables ambientales (Guisan & Thuillier, 2005). Estos modelos generan predicciones espaciales de hábitats apropiados que indican donde podrían distribuirse las especies analizadas. En éste estudio aplicamos la metodología descrita por Roig-Juñent *et al.* (2008) para realizar los modelos predictivos de distribución. Todas las localidades conocidas de las especies halladas en el muestreo manual y de trampas de caída fueron georreferenciadas, mapeadas y usadas para modelar su distribución potencial. Debido a que el número de registros es determinante para poder obtener un modelo de distribución confiable, se han modelado las especies cuyos registros fueron iguales o superiores a 5, que se corresponden con las 37 marcadas como modeladas en la Tabla 3. El modelo de distribución de especies se corrió usando datos climáticos actuales. Se utilizó el programa MaxEnt (Phillips *et al.*, 2006) combinado con 4 variables climáticas obtenidas de la base de datos WorldClim (Hijmans *et al.*, 2005): temperatura media anual, precipitación media anual, estacionalidad de temperatura y estacionalidad de precipitaciones. Estas variables fueron seleccionadas debido a su importancia como determinantes de la distribución de los organismos terrestres. Además, según lo indicado por Legendre y Legendre (1998), se utilizaron filtros espaciales para representar la influencia de otras variables no incluidas en el modelado pero que generan una fuerte estructura espacial en la distribución de las especies. La resolución de las capas ambientales usadas fue de 4,6 x 4,6 km aproximadamente. Finalmente, para representar las distribuciones potenciales de ambas especies

traducimos los resultados predichos por MaxEnt a un mapa de presencias y ausencias de acuerdo al criterio de máxima especificidad y sensibilidad (Liu *et al.* 2016).

## RESULTADOS

En total en la campaña se procesaron 3631 ejemplares pertenecientes a 83 especies/morfoespecies (Tabla 3), 1440 de ellos pertenecientes a 40 especies de las colectas manuales y 2191 pertenecientes a 72 especies del material colectado en las trampas de caída.

## ANÁLISIS DE DIVERSIDAD

**Exploración de los datos.** La exploración inicial de los datos originados de las capturas manuales y de las trampas de caída (pitfall) evidenció que los segmentos de la comunidad de artrópodos muestreadas por cada una fueron sustancialmente diferentes (debido a las distintas características de la entomofauna que influyen diferencialmente sobre las capturas en cada técnica de muestreo). De esta manera se decidió analizar los dos set de datos de manera separada.

Al mismo tiempo, al profundizar la exploración de los datos surgidos de las colectas manuales se constato que esta técnica subestimo las capturas de varios ordenes de artrópodos, mientras que los coleópteros estuvieron bien representados, por lo que se decido continuar con los análisis sucesivos solo con este orden. Por otra parte los datos surgidos a partir de las trampas de caída resultaron en una estimación mucho mas completa de la comunidad de artrópodos, por lo que en los análisis se incorporó la totalidad del material colectado mediante esta técnica.

## Variación de los ensambles de especies de artrópodos entre los sitios muestreados

Del análisis conjunto de los tres sitios (NK, JC y RIA) surgió que existen diferentes ensambles de especies en los tres sitios. Estos resultados se corroboraron tanto en las colectas manuales como en las derivadas de las trampas de caída. De los tres sitios el que mas se diferenció fue el de la RIA (MDS gral pitfall y manual + tablas ANOSIM), siendo este además el que presentó menor riqueza y diversidad de especies (Figura diversidad). Por su parte NK y JC fueron bastante parecidos entre si, sin embargo NK se diferenció algo mas de la RIA que JC (MDS gral pitfall y manual + tablas ANOSIM).

También se identificó que las diferentes alturas a las que se muestreo afectaron sinérgicamente los ensambles en los tres sitio (tablas gral ANOSIM). Al eliminar metodológicamente este efecto y estudiar el efecto individual de la diferencia entre sitios todos los patrones descrito arriba se intensificaron (tablas gral bloques ANOSIM). Así, para estudiar adecuadamente el efecto de las alturas en los sitios, cada uno de estos fue analizado en forma separada. En estos análisis también se estudio para los sitios NK y JC si existían diferencias entre los ensambles ubicados en las riberas sur y norte del rio Santa Cruz. Como se recordara de la sección métodos, esto fue imposible en el sitio RIA debido a la falta de caminos en la ribera norte.

#### **Variación de los ensambles, riqueza y diversidad de especies de artrópodos en el sitio NK.**

En este sitio ambos factores (altura y margen) tuvieron un efecto estadísticamente significativo sobre la entomofauna. Conjuntamente tuvieron aproximadamente la misma importancia, explicando cerca del 20% d variabilidad cada uno (Tablas ANOSIM). Al estudiar efecto individual de cada, eliminando la posible incidencia que pudiera tener uno sobre el otro (diseño de bloques, ver metodología), su poder explicatorio ascendió hasta el 60% aproximadamente (Tablas ANOSIM bloques). Estas modificaciones en la arthropodofauna, si bien originaron diferentes ensambles tanto en los sitios mas altos como en los mas bajos, determinaron que los mas característicos del sitio NK estén en las mayores alturas de ambas margenes del rio. Los ordenamientos PCA arrojaron que los ensambles típicos de sitios altos y medios se caracterizaron por mayores abundancias de *N. darwini* y *N. sallei*, y que los de sitios bajos y medios lo estuvieron por *N. stephensi* y *E. atronitens*. Por otro lado, sobre la margen norte fueron mas abundantes *E. lata*, *N. solieri*, *T. patagonicus* y *Petrichus* sp, mientras que en el sur lo fueron *M. araneiformis*, *C. marinus*, *Acrostomus* sp., *N. argentinus* y *P. burmeisteri*. Al mismo tiempo las colectas por trampas de caída indicaron que en aquellos sitios ubicados sobre la margen sur a alturas bajas se caracterizaron por mayores abundancias de *Mummucia* sp y *C. horridus*; mientras que en aquellos en la margen norte y bajo hubo mas *P. musteri*. (Fig PCA NK pitfall y manual).

En cuanto a la altura no produjo cambios en la riqueza de especies pero si en la diversidad, que fue mayor en los sitios altos. Mientras que la ribera norte resultó mas rica y diversa en especies que la sur (Figuras Hpit, Spit, Hpit+man, Spit+man).

#### **Variación de los ensambles, riqueza y diversidad de especies de artrópodos en el sitio JC.**

En este sitio también ambos factores provocaron modificaciones significativas en la artropodofauna originando los ensambles en los sitios ubicados a menores alturas sobre ambas márgenes. Sin embargo, la altura explicó entre un tercio y la mitad de la variabilidad faunística explicada por el factor margen (10% altura vs 30% margen, Tabla ANOSIM). Al estudiar el efecto individual de cada factor, eliminando la posible incidencia que pudiera tener uno sobre el otro (diseño de bloques), si bien el poder explicatorio de la altura ascendió aproximadamente hasta un 45% y el del margen a un 70%, se vio el mismo patrón. (Tablas ANOSIM bloques).

Los ordenamientos PCA arrojaron que los ensambles típicos situados en la margen norte se caracterizaron por mayores abundancias de *Mummucia* sp. y *Pseudocleobis musteri*, mientras que los localizados al sur por *P. bicarinata*, *E. lata*, *E. obesa obesa*, *P. burmeisteri* y *T. patagonicus*. Por otro lado en los sitios ubicados al sur y a alturas bajas e intermedias fueron más abundantes *N. argentinus*, *N. darwini* y *U. granulatus*; mientras que en los situados al sur a alturas altas y medias se registraron más *A. laevis*, *P. stralicollis* y *Entiminae* sp1. Por otro lado las colectas manuales aportaron por un lado como típicos de los ambientes bajos a *M. araneiformis* y *N. sallei*. Mientras que por otro en los sitios altos e intermedios *N. stephensis*, *C. marinus* y *E. nitens* fueron más abundantes (Fig. PCA JC pitfall y manual).

Similarmente que en NK, la altura no produjo cambios en la riqueza de especies pero si en la diversidad, que fue mayor en los sitios altos. En este caso también la ribera norte resultó más diversa en especies que la sur. En relación a la riqueza de especies ambas técnicas de colecta mostraron patrones opuestos, las trampas de caída denotaron a la ribera sur como la más rica, mientras que al observar las colectas manuales la norte resulto mas especiosa (Figs. Hpit, Spit, Hpit+man, Spit+man).

**Variación de los ensambles, riqueza y diversidad de especies de artrópodos en el sitio RIA.** En este sitio el factor altura tuvo un gran impacto sobre la entomofauna, mostrando ensambles de especies bien diferenciados a las tres alturas consideradas (disimiles entre un 50 y 80% entre sí en su composición y abundancia) (Tabla ANOSIM).

Los ordenamientos PCA evidenciaron que los ensambles típicos de los sitios ubicados a bajas alturas se caracterizaron por presentar mayores abundancias de *Mummucia* sp y *N. sallei*. En los situados a alturas elevadas fueron dominantes *Petrichus* sp, *P. musteri*, *Cyclominae* sp. y *M. araneiformis*. Mientras que en los sitios a alturas intermedias *Entiminae* sp2, *C. curtisi* y *N. stephensi* resultaron las más numerosas. Al mismo tiempo *E. obesa obesa* y *P. burmeisteri* fueron buenos indicadores por igual de ensambles en ambientes bajos y intermedios. Así como *N. darwini* lo fue tanto de ambientes medios como altos. (Fig PCA JC pitfall y manual).

En cuanto a la riqueza y diversidad de especies las colectas por trampas de caída evidenciaron que los sitios ubicados a bajas alturas fueron los menos ricos y diversos, mientras que al observar las colectas manuales se identificó un patrón opuesto que indicó a los sitios más altos como los menos ricos y diversos (Figuras Hpit, Spit, Hpit+man, Spit+man). Probablemente estas diferencias (así como las observadas en el sitio JC) se deban a los diferentes componentes faunísticos que muestrean las dos técnicas de colecta implementadas.

#### **ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN.**

Las 36 especies identificadas y a las que se realizó un análisis de distribución potencial (Tabla 3) pueden ser agrupadas en tres claros patrones de distribución:

1-Aquellas distribuidas en la región Austral de América del Sur (Santa Cruz, Magallanes, Tierra del Fuego) (Láminas 1 a 3). Encontramos dos grupos de especies con distribuciones distintas dentro del grupo:

**1a\_ Especies** cuya distribución va desde Tierra del Fuego y Magallanes hasta el norte de Santa Cruz con algunos registros en el Sur de Chubut (Láminas 1 y 2). Este grupo está constituido por diez especies (*Cylydronus*

*angulatus*, *C. horridus*, *C. melanoleucus*, *C. marinus*, *Puranis nigrinus*, *Sysciophthalmus bruchi*, *Baripus clivinooides*, *Taurocerastes patagonicus*, *Nyctelia sallei*, *Emmallodera atronitens* y *Platesthes burmeisteri*). A este grupo deben sumarse cuatro especies más que no fueron modeladas porque no hay suficiente cantidad de registros para cada una, *Pseudomeloe magellanicus*, *Urophonius granulatus*, *Bothriurus sp. grupo patagonicus* y *Pseudocleobis mustersi* (Tabla 3).

**1b-** Especies cuya distribución va desde Tierra del Fuego y Magallanes hasta superar claramente el límite Chubut-Santa Cruz (Lámina 3). Constituye un grupo con seis especies (*Plathestes granulipennis*, *Praocis bicarinata*, *Nyctelia solieri*, *Patagonogenius minor*, *Peltolobus patagonicus*, *Emmallodera nitens*).

En ambos casos sus distribuciones se encuentran claramente restringidas a dos de los distritos de la provincia Biogeográfica de la Estepa Patagónica (Domínguez *et al.*, 2006): la Estepa Austral y parte de la Estepa Central, en particular el distrito Santacruceño.

**2-** Especies distribuidas tanto en la Estepa Austral como en ambos distritos de la Estepa Central (Chubutiano y Santacruceño). Su distribución abarca desde Tierra del Fuego o sur de Santa Cruz, hasta la región central de Chubut o en algunos casos hasta la Payunia en Neuquén y Mendoza (Láminas 4 y 5). Este es el grupo con mayor cantidad de especies, siendo 12: *Cnemalobus curtisi*, *Mimodromius phaeoxanthus*, *Baripus longitarsis*, *Epipedonota lata*, *Emmallodera obesa obesa*, *Nyctelia darwini*, *Mitragenius araneiformis*, *Cylydrorhinus denudatus*, *Scotobius akidiodes akidiodes*, *Nyctelia stephensi*, *Nyctopetus argentinus*, *Psectracelis sulcicollis* y *Praocis strillicollis*. A estos debemos sumar tres especies que no fueron modeladas debido a la escasez de datos de distribución (Tabla 3): *Bufo nigrus claraziana*, *Archeocrypticus topali* y *Bembidion delamarei*.

**3-** Especies ampliamente distribuidas en Argentina, Chile y Uruguay. Son especies que poseen una amplia distribución, llegando incluso en algunos casos a habitar ambientes de altura en Bolivia, norte de Argentina y también en lugares de llanura en la Provincia Biogeográfica de la Pampa (Láminas 6 y 7).

Siete especies fueron modeladas: *Antarctiola laevis*, *Bembidion solieri*, *Carboniella platensis*, *Metius blandus*, *Metius malachiticus*, *Pachymrphus chalceus* y *Tetragonoderus viridis*. A estas especies hay que sumar dos que no fueron modeladas debido a la falta de datos (Tabla 3): *Euspilotus lacordairei* y *Euspilotus richteri* y una tercera que es cosmopolita y que ha sido introducida en la Argentina (Philips, 2008): *Ptinus fur*.

## C-Conclusiones

Se colectaron 83 especies/morfoespecies presentes en las áreas estudiadas, de las cuales 48 pudieron ser identificadas a nivel específico. La diversidad de especies del área es mayor ya que si se realizan mayor cantidad de muestreos aumentaría el grado de conocimiento de la artrópodo fauna. Asimismo, ha habido grupos que no han sido incluidos en el análisis, debido a que su estudio requeriría muchísimo más tiempo (ej. Diptera e Hymenoptera). Si bien se han analizado grupos como ortoptera y arachnida el estudio se ha basado principalmente en integrantes del grupo más hiperdiverso del insectos, Coleoptera (Roig-Juñent, et al., 2014). La riqueza en número de especies de coleópteros de la Estepa Patagónica es la mayor que para cualquier otro grupo taxonómico de artrópodos. Incluso dentro de este orden se han analizado especies pertenecientes a distintos gremios tróficos lo que permitió no sesgar ésta a patrones de co-distribución (ej. entre plantas e insectos). Los gremios que se pueden reconocer son predadores (Aranae, Solifuga, Scorpionida, Carabidae, Cleridae, Anthicidae), Fitófagos (Curculionidae, Tristiridae, Proscopidae, Meloidae, Cerambicydae), Omnivoros/descomponedores (Tenebrionidae, Histeridae, Ptinidae, Nitidulidae, Geotrupidae). La riqueza de especies, como de gremios analizada, así como el hecho de que muchas de las especies son consideradas como posibles indicadores ambientales permiten establecer conclusiones que serán extrapolables a especies no analizadas.

Nuestros resultados demuestran que NK, JC y la Ría tienen diferentes ensambles de especies de artrópodos, y que entre ellos existe un gradiente de

similitud faunística coincidente con el gradiente de aridez O-E presente en la patagonia extraandina.

También se puede afirmar que tanto el factor margen como las diferentes alturas a las que muestreamos dentro de cada sitio producen variaciones faunísticas que originan diferentes ensambles de especies. ***Sin embargo, estas diferencias están mayormente dadas por alteraciones en las abundancias locales de las mismas especies, existiendo muy poco reemplazo taxonómico entre ensambles.*** Este hecho es especialmente importante en JC, donde nuestros análisis identificaron que el ensamble más característico desaparecerá al poner en funcionamiento el dique dado que se encuentra ubicado por debajo de su cota de funcionamiento. Sin embargo, dado que esta eliminación a nivel local no implica la extinción de ninguna especie, creemos que este hecho afectará poco a la dinámica de la comunidad de artrópodos terrestres a nivel local.

Al mismo tiempo, en el sitio NK el ensamble más característico se encuentra por encima de la cota de funcionamiento del dique por lo que también creemos que su instalación tendrá poco impacto en la dinámica de los artrópodos a nivel local.

En el caso del sitio RIA resultó especialmente llamativo la gran importancia que tuvo el factor altura en determinar diferentes ensambles comparados con su efecto en los demás sitios. Este hecho debería ser tenido en cuenta en las futuras decisiones de manejo del área.

Para concluir con el efecto de la altura es notable también el hallazgo de un gradiente de importancia creciente de este factor en sentido O-E, coincidente con el gradiente de aridez antes mencionado.

Otro hecho destacable es la elevada incidencia que tuvo la margen del río (norte y sur) en determinar diferentes ensambles de especies de artrópodos en los sitios NK y JC (sobre todo en este último). Este hecho debería ser tenido en cuenta en las futuras decisiones de manejo del área.

Finalmente, todas las conclusiones arriba expuestas están basadas en la composición y abundancia de artrópodos bajo las actuales condiciones ambientales de la región donde se construirán los diques. En este sentido, dado que: 1) los artrópodos son altamente sensibles a las condiciones

ambientales y que 2) es muy probable que estas condiciones cambien regionalmente al estar presentes los nuevos cuerpos de agua originados aguas arriba de los diques, es altamente esperable que también se modifiquen las abundancias y diversidad de los artrópodos terrestres. Así, teniendo en cuenta la gran importancia que tienen estos organismos en el funcionamiento de los ecosistemas áridos, se recomienda un monitoreo a largo plazo.

En cuanto al análisis de distribución potencial de las 36 especies, como así los datos recabados de otras diez que no fueron modeladas muestran que ninguna de ellas es endémica de los bordes del Río Santa Cruz. El área de impacto de las represas Kirchner y Cepernic representa una fracción insignificante en comparación con las áreas de distribución de las especies. Si bien el grupo austral muestra áreas de distribuciones más restringidas (Láminas 1 a 3), estas especies son encontradas en la mayoría de los casos en casi toda la provincia de Santa Cruz y otras provincias limítrofes tanto argentinas como chilenas. La especie que posee la distribución más restringida es *Cyldrorhinus horridus* (Lámina 1) con un área estimada de 33.83,68 km<sup>2</sup> y por tener esta distribución más acotada sería la más afectada. Esta especie, tanto en los registros de colecta como en el análisis de distribución potencial, se ve que no está presente en ambas represas, solo en NK y que un simple cálculo muestra que el área afectada por la Represa NK (250 km<sup>2</sup>) representa tan sólo el 0,73% de su distribución (33.83,68 km<sup>2</sup>). Por ello su área de distribución supera ampliamente a la del impacto de las represas. Incluso, su distribución debe ser mayor puesto que disponemos datos de su presencia en el límite entre Chubut y Santa Cruz, en Río Mayo. Una reducción del 1% de su área de distribución no perjudicará negativamente en *Cyldrorhinus horridus*. Si para esta especie que es la que posee menor distribución el impacto es insignificante, para las restantes especies que al menos triplican el área de distribución de *C. horridus* la construcción de las represas representaría el dos por mil o mucho menos.

**Se puede concluir de estos análisis que las especies de artrópodos que se verán afectadas por la construcción de las Represas Nestor kirchenr y Jorge Cepernic lo harán sólo localmente (en el lugar de las obras) y no repercutirá en perjuicio de otras de sus poblaciones, que se**

distribuyen más allá del área de influencia. Estas otras poblaciones permiten que estas especies puedan seguir su curso normal de desarrollo y por lo tanto no repercuten negativamente en su conservación.



Dr. Sergio Roig Juñent  
IADIZA- CCT CONICET Mendoza

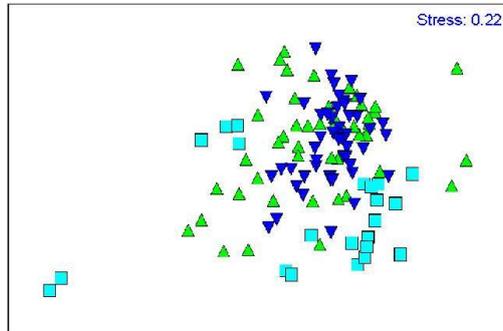
### Referencias generales

- Carrara R., G.H. Cheli, G.E. Flores, 2011. Patrones biogeográficos de los tenebriónidos epígeos (Coleoptera: Tenebrionidae) del Área Natural Protegida Península Valdés, Argentina: implicancias para su conservación. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 1297-1310.
- Carrara R. & G.E. Flores. 2013. Endemic tenebrionids (Coleoptera: Tenebrionidae) from the Patagonian steppe: a preliminary identification of area of micro-endemism and richness hotspots. *Entomological Science* 16, 100-111.
- Casagrande M.D., S. Roig-Juñent & C. Szumik. 2009 Endemismo a diferentes escalas espaciales: Un ejemplo con Carabidae (Coleoptera: Insecta) de América del Sur austral. *Revista Chilena de Historia Natural*, 82: 17-42
- Cheli, G. & J.C Corley. 2010. Efficient Sampling of Ground-Dwelling Arthropods Using Pitfall Traps in Arid Steppes. *Neotropical Entomology* 39(6): 912-917.
- Cheli, G.H., F. Martínez, G. Pazos, D. Udrizar Sauthier, F. Coronato & G.E. Flores. En prensa. Epigeal Tenebrionids (Coleoptera: Tenebrionidae) from Leones and Tova-Tovita Islands, Chubut, Argentina. *Annales Zoologici*.
- Cigliano, M.M. 1989. Revisión Sistemática de la familia Tristiridae (Orthoptera, Acridoidea). *Bol. Soc. Biol. Concepción*, Chile 60: 51-110.
- Colwell, R.K. & J.A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 345: 101-118.
- Domínguez, C., S. Roig-Juñent, J.J. Tassin, F. Ocampo & F. Flores. 2006. Areas of endemism of patagonian steppes: an approach based on insect distributional patterns. *Journal of Biogeography* 33: 1527-1537.
- Dominguez, M.C., G. San Blas, F. Agrain, S. A. Roig-Juñent, A.M. Scollo, and G. O. Debandi. 2009. Cladistic, biogeographic and environmental niche analysis of the species of *Agathemera* Stål (Phasmatida, Agathemeridae). *Zootaxa* 2308: 43-57.
- Flores, G.E. 1999. Systematic revision and cladistic analysis of the Neotropical genera *Mitragenius* Solier, *Auladera* Solier and *Patagonogenius* gen. n.

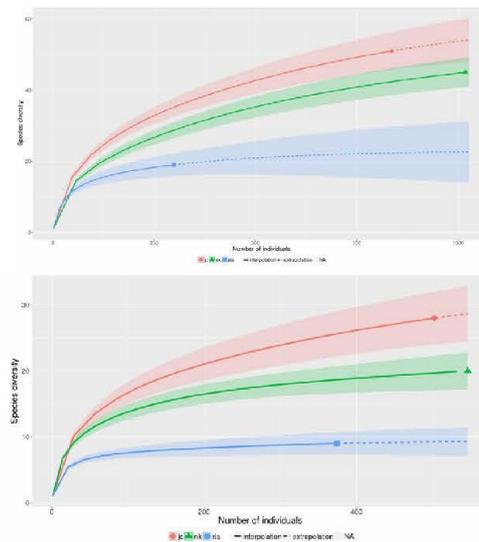
- (Coleoptera: Tenebrionidae). *Entomologica Scandinavica* 30 (4): 361-396.
- Flores, G.E. 2004. Systematic revision and cladistic analysis of the Patagonian genus *Platesthes* (Coleoptera: Tenebrionidae). *European Journal of Entomology* 101(4): 591-608.
- Flores, G.E. & M. Chani-Posse. 2005. *Patagonopraocis*, a new genus of Praocini from Patagonia (Coleoptera: Tenebrionidae). *Annales Zoologici* 55 (4): 575-581.
- Guisan T., Thuiller W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8 (9): 993-1009.
- Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G., Jarvis A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25:1965-1978.
- Legendre P., Legendre L. 1998. *Numerical Ecology*, 2nd ed, Elsevier, Amsterdam, p. 853.
- Liu C., Newell G., White M. 2016. On the selection of thresholds for predicting species occurrence with presence-only data. *Ecology and Evolution*, 6(1): 337-348.
- Maury, E. 1980. Dos nuevos Pseudocleobis de la Patagonia (Arachnida, Solifugae, Ammotrechidae). *Physis* 39(96):41-43.
- Morrone, J.J. and S. Roig-Juñent. 1995. *The diversity of patagonian weevils. An illustrated checklist of the Patagonian Curculionoidea (Insecta: Coleoptera)*. LOLA Editorial, Buenos Aires, Argentina. 189 pags.
- Morrone, J.J., S. Roig-Juñent & G.E. Flores. 2002. Delimitation of biogeographic districts in central Patagonia, based on beetle distributional patterns (Insecta: Coleoptera: Carabidae and Tenebrionidae). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 4(1): 1-6.
- Ojanguren Affilastro, A.A. 2005. Estudio monográfico de los escorpiones de la República Argentina. *Revista Ibérica de Aracnología*. 11: 75-241.
- Phillips S.J., Anderson R.P., Schapire R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190:231-259.
- Phillips, T.K. 2008. Ptinidae. En: *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos*, Claps, L. G. Debandi & S. Roig Juñent (eds.). Vol 2: 575-585.

- Roig-Juñent, S. 1992. Revisión del género *Barypus* Dejean, 1828 (Coleoptera, Carabidae; Broscini). Parte II. *Revista de la Soc. Ent. Argentina* 50: 89-118.
- Roig-Juñent, S. 1993. Las especies argentinas de *Cnemalobus* Guérin-Méneville 1838 (Coleoptera: Carabidae: Cnemalobini). *Gayana* 57(2): 285-304.
- Roig-Juñent, S. y G. Debandi. 2004. Prioridades de conservación aplicando información filogenética y de distribución: un ejemplo basado en Carabidae (Coleoptera) de América del Sur Austral. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 695-709.
- Roig-Juñent SA., Agrain F., Carrara R., Ruiz-Manzanos E., Tognelli M. 2008. Description and phylogenetic relationship of two new species of *Baripus* (Coleoptera: Carabidae: Broscini) and considerations regarding patterns of speciation. *Annals of Carnegie Museum* 77 (1): 211-227.
- Tognelli, M.F., S.A. Roig-Juñent, A.E. Marvaldi, G.E. Flores, J. M. Lobo. 2009. Una evaluación de los métodos para modelizar la distribución de insectos patagónicos. *Revista Chilena de Historia Natural* 82: 347-360.

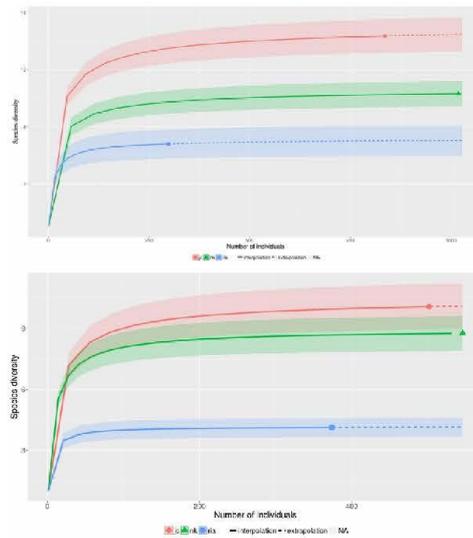
**Figuras:**



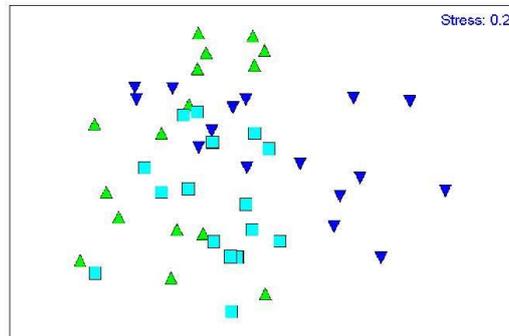
**FIGURA 1.** MDS de los tres sitios muestreados basado en las colectas de trampas de caída: NK (triángulos azules), JC (triángulos verdes), RIA (Cuadrados celestes).



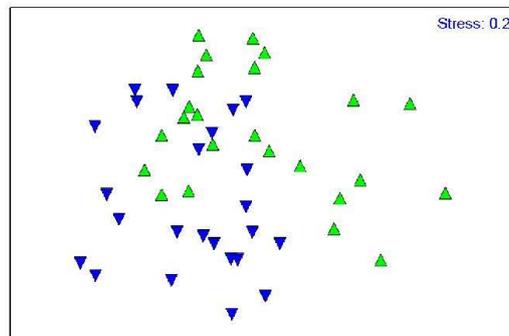
**FIGURA 2.** Estimación de la riqueza de especies de los tres sitios muestreados por curvas de rarefacción basadas en las capturas por trampas de caída (arriba) y en las colectas manuales (abajo).



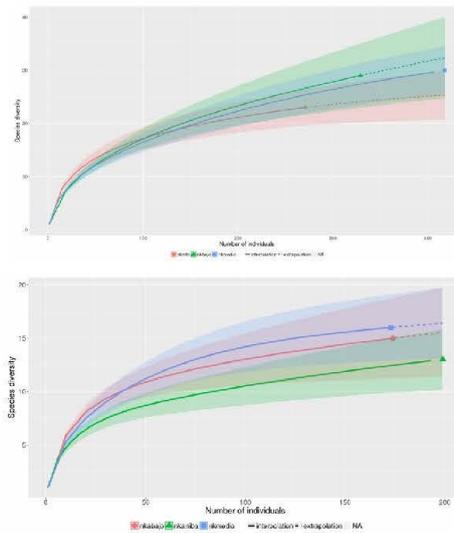
**FIGURA 3.** Estimación de la diversidad de especies de los tres sitios muestreados por curvas de rarefacción basadas en las capturas por trampas de caída (arriba) y en las colectas manuales (abajo).



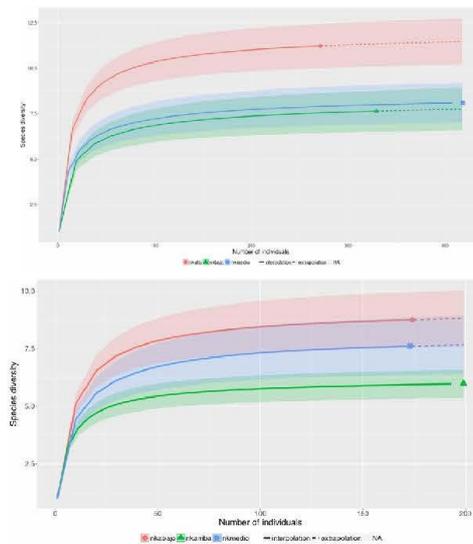
**FIGURA 4.** MDS basado en las colectas de trampas de caída de NK resaltando el factor altura de las unidades muestrales: alta (triangulos azules), baja (triangulos verdes), intermedia (Cuadrados celestes).



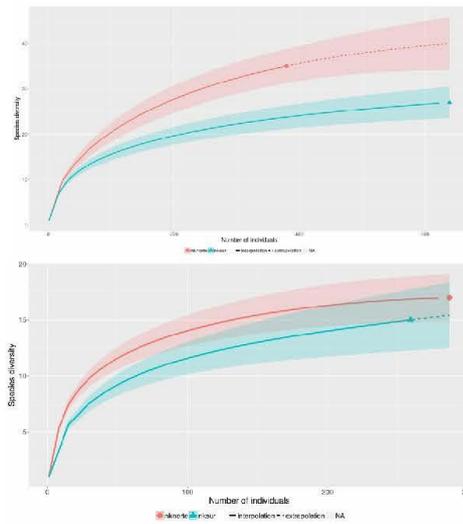
**FIGURA 5.** MDS basado en las colectas de trampas de caída de NK resaltando el factor margen de las unidades muestrales: Sur (triangulos azules) y Norte (triangulos verdes).



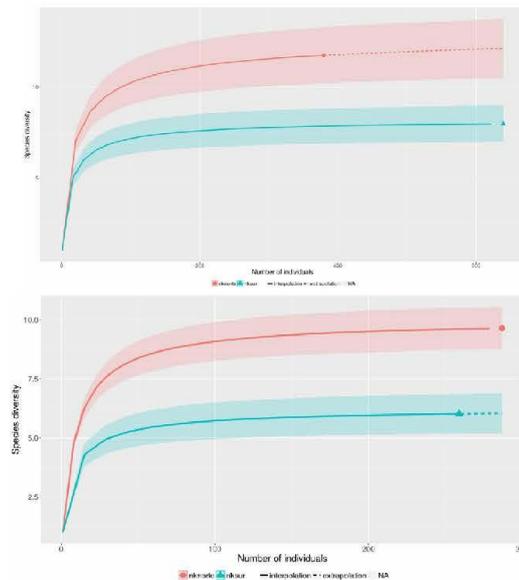
**FIGURA 6.** Estimación de la riqueza de especies del sitio NK en función de las diferentes alturas muestreadas. Curvas de rarefacción basadas en las capturas por trampas de caída (arriba) y en las colectas manuales (abajo).



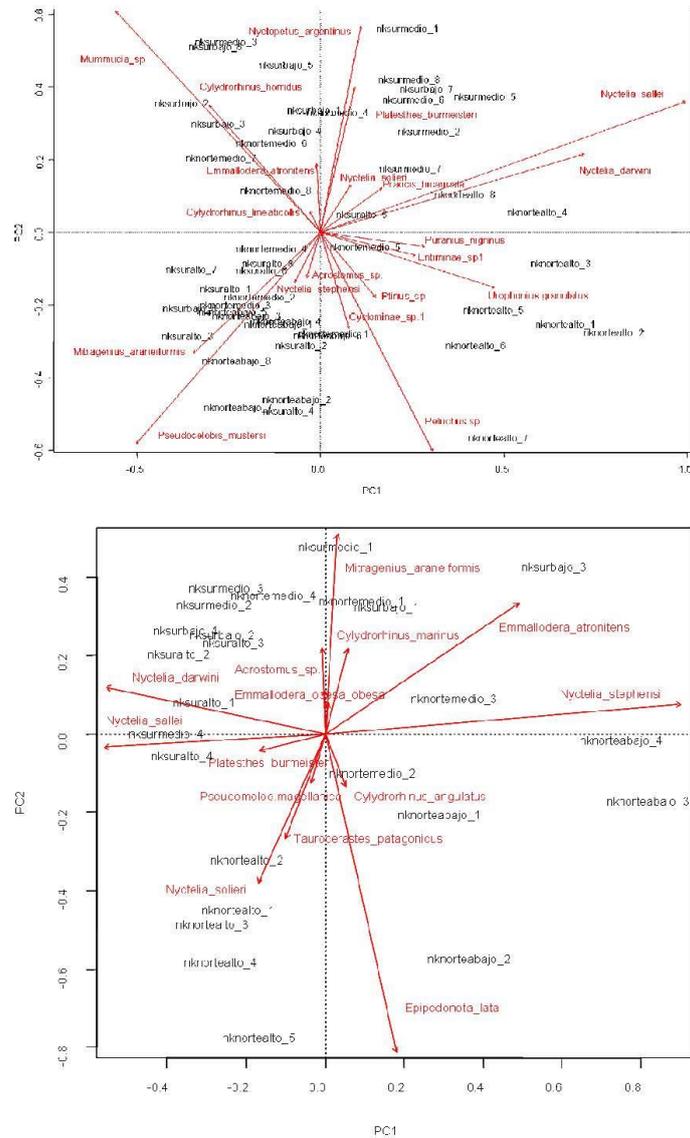
**FIGURA 7.** Estimación de la diversidad de especies del sitio NK en función de las diferentes alturas muestreadas. Curvas de rarefacción basadas en las capturas por trampas de caída (arriba) y en las colectas manuales (abajo).



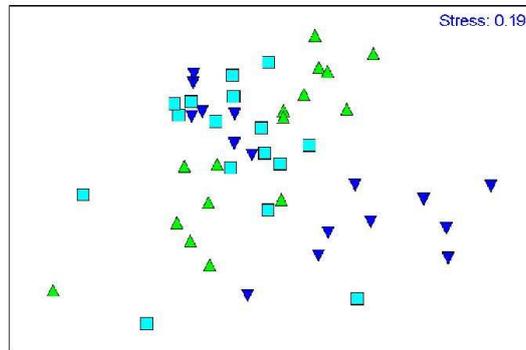
**FIGURA 8.** Estimación de la riqueza de especies del sitio NK en función de las márgenes norte y sur del río Santa Cruz. Curvas de rarefacción basadas en las capturas por trampas de caída (arriba) y en las colectas manuales (abajo).



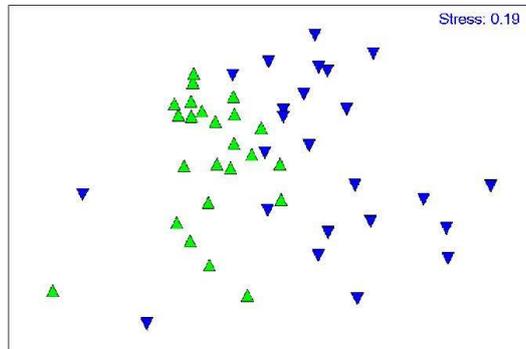
**FIGURA 9.** Estimación de la diversidad de especies del sitio NK en función de las márgenes norte y sur del río Santa Cruz. Curvas de rarefacción basadas en las capturas por trampas de caída (arriba) y en las colectas manuales (abajo).



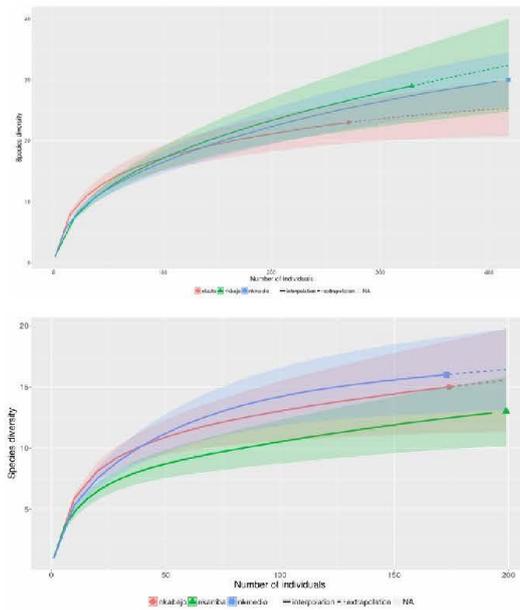
**Figura 10.** PCA de NK basado en las colectas de trampas de caída (arriba) y en las colectas manuales (abajo).



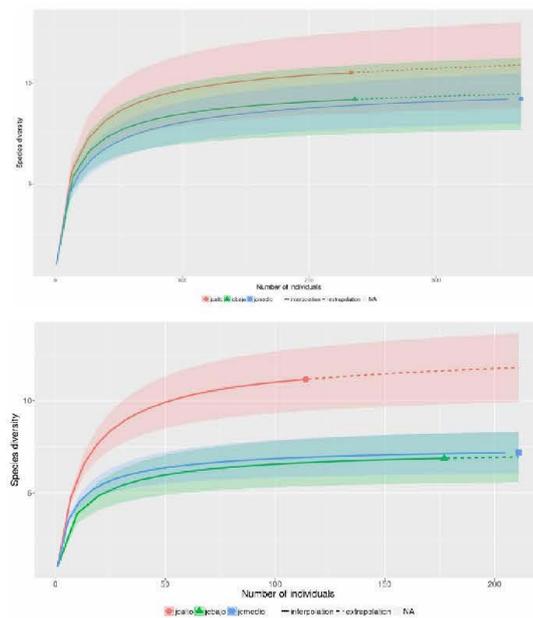
**Figura 11.** MDS basado en las colectas de trampas de caída de JC resaltando el factor altura de las unidades muestrales: alta (triangulos azules), baja (triangulos verdes), intermedia (Cuadrados celestes).



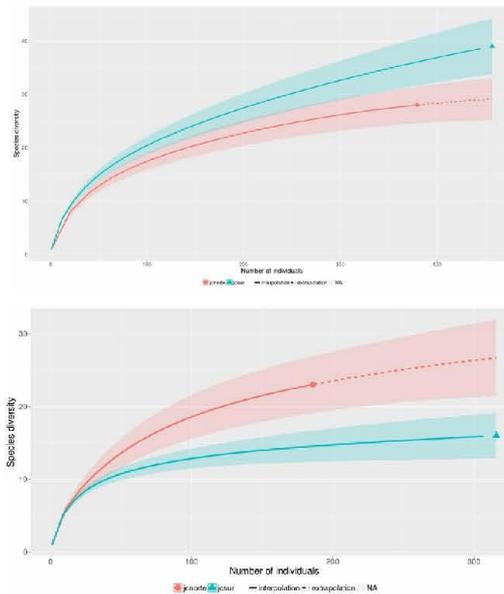
**Figura 12.** MDS basado en las colectas de trampas de caída de JC resaltando el factor margen de las unidades muestrales: Sur (triangulos azules) y Norte (triangulos verdes).



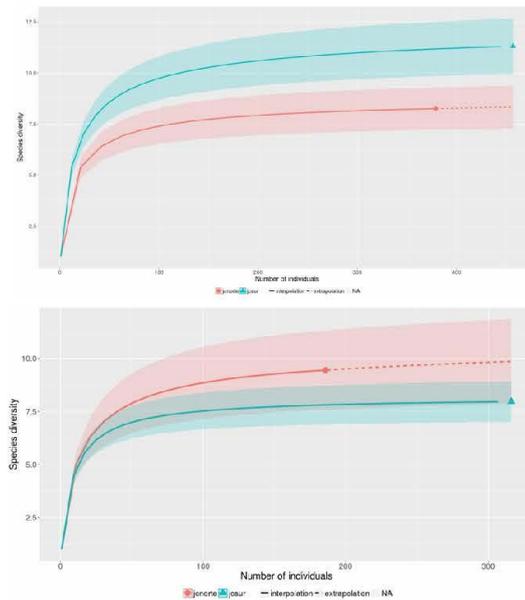
**FIGURA 13.** Estimación de la riqueza de especies del sitio JC en función de las diferentes alturas muestreadas. Curvas de rarefacción basadas en las capturas por trampas de caída (arriba) y en las colectas manuales (abajo).



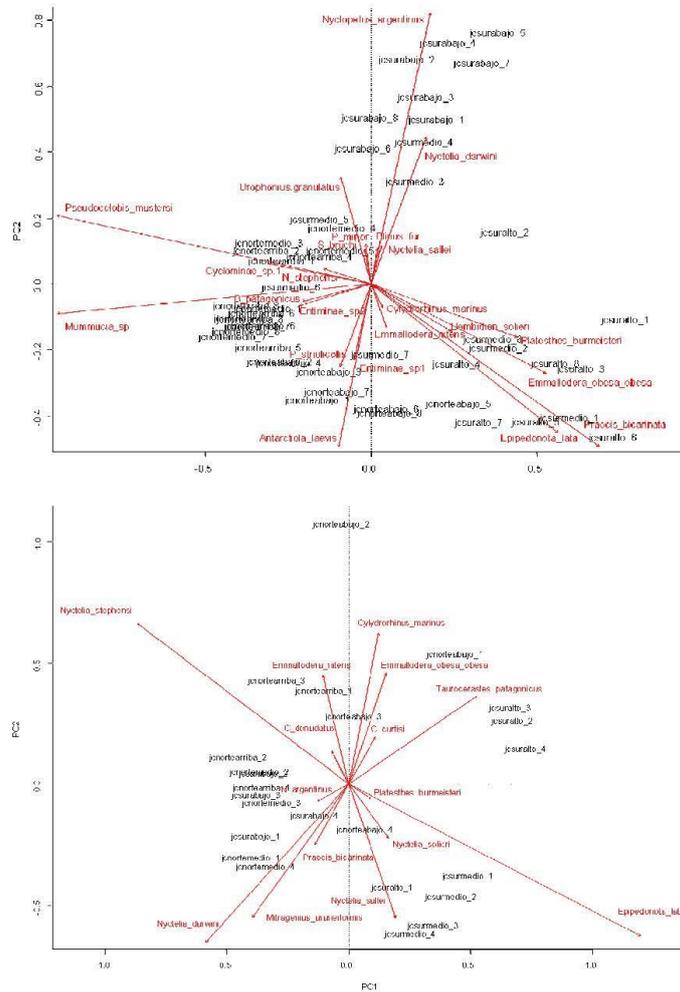
**FIGURA 14.** Estimación de la diversidad de especies del sitio JC en función de las diferentes alturas muestreadas. Curvas de rarefacción basadas en las capturas por trampas de caída (arriba) y en las colectas manuales (abajo).



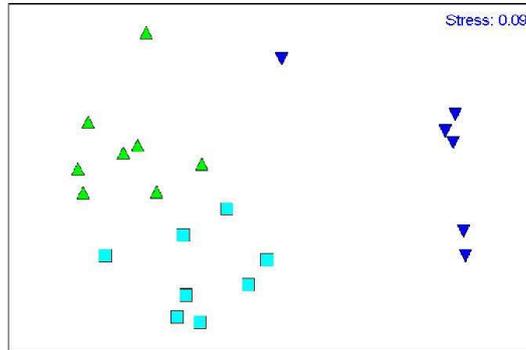
**FIGURA 15.** Estimación de la riqueza de especies del sitio JC en función de las márgenes norte y sur del río Santa Cruz. Curvas de rarefacción basadas en las capturas por trampas de caída (arriba) y en las colectas manuales (abajo).



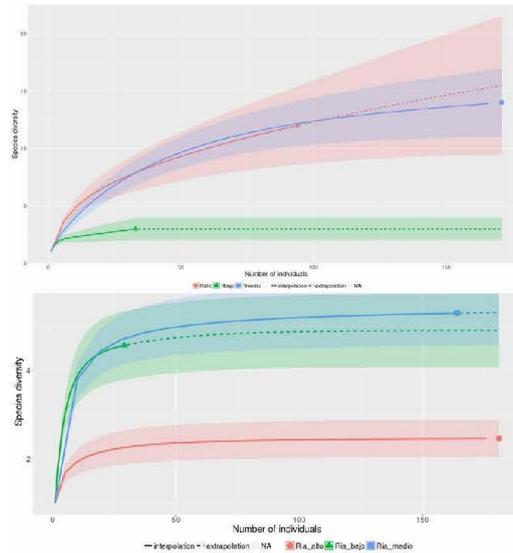
**FIGURA 16.** Estimación de la diversidad de especies del sitio JC en función de las márgenes norte y sur del río Santa Cruz. Curvas de rarefacción basadas en las capturas por trampas de caída (arriba) y en las colectas manuales (abajo).



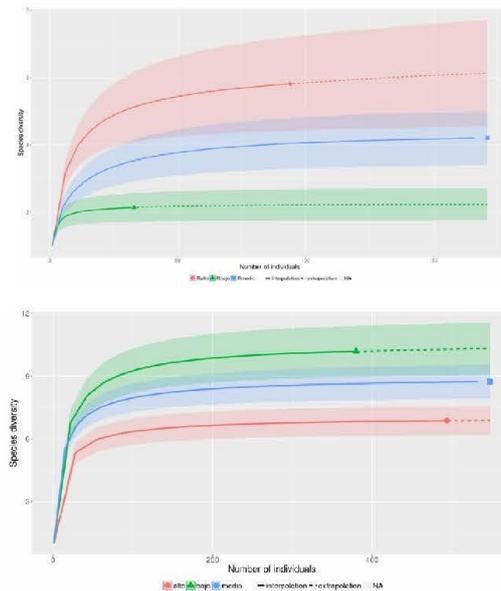
**Figura 17.** PCA de JC basado en las colectas de trampas de caída (arriba) y en las colectas manuales (abajo).



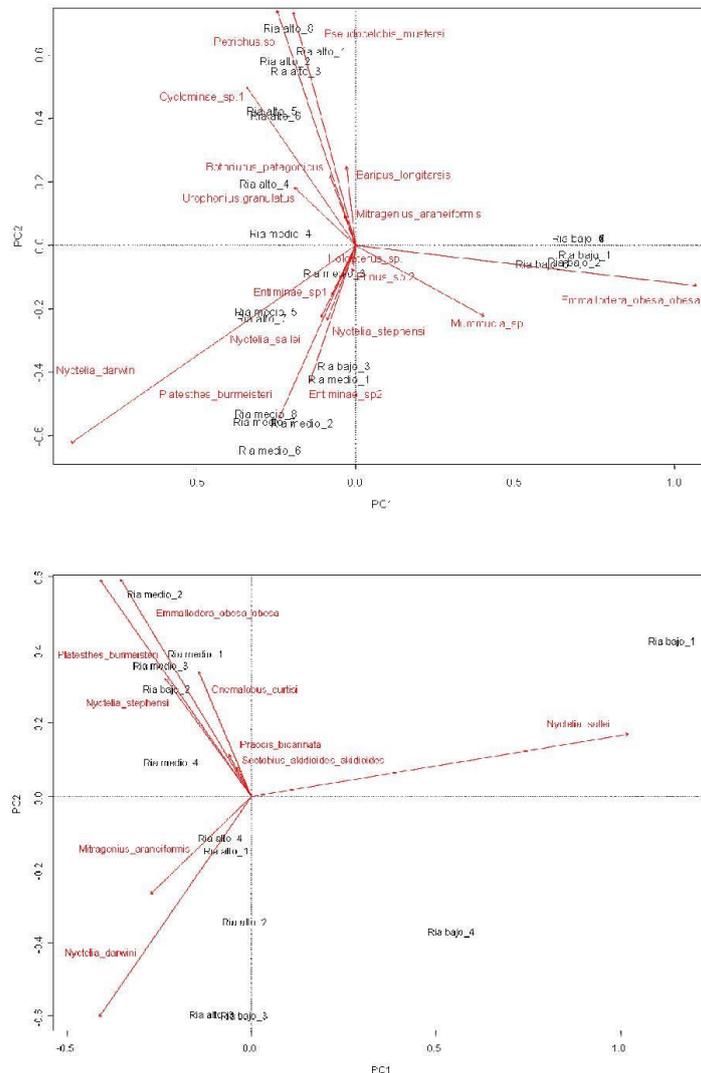
**Figura 18.** MDS basado en las colectas de trampas de caída de RIA resaltando el factor altura de las unidades muestrales: alta (triangulos verdes), baja (triangulos azules), intermedia (Cuadrados celestes).



**FIGURA 19.** Estimación de la riqueza de especies del sitio RIA en función de las diferentes alturas muestreadas. Curvas de rarefacción basadas en las capturas por trampas de caída (arriba) y en las colectas manuales (abajo).



**FIGURA 20.** Estimación de la diversidad de especies del sitio RIA en función de las diferentes alturas muestreadas. Curvas de rarefacción basadas en las capturas por trampas de caída (arriba) y en las colectas manuales (abajo).



**Figura 21. PCA de RIA basado en las colectas de trampas de caída (arriba) y en las colectas manuales (abajo).**