

## PROYECTO BIODIVERSIDAD COSTERA

Resultado 7: Proyecto URU 06/016: 2.3.3



Alejandro Brazeiro, Carolina Toranza & Lucía Bartesaghi  
Departamento de Ecología  
Facultad de Ciencias

Informe Final  
Marzo 2009

*Cita Recomendada:*

Brazeiro A, Toranza C & Bartesaghi L (2009): Proyecto Biodiversidad Costera. Convenio EcoPlata-UdelaR/Facultad de Ciencias. Resultado 7 del Proyecto URU 06/016: 2.3.3

## 1. Antecedentes e Introducción

El presente informe se enmarca en un Acuerdo de cooperación firmado entre el Programa EcoPlata y la Universidad de la República (UdelaR), ejecutado por la Facultad de Ciencias (FC). El objeto de la cooperación es la generación de insumos científico-técnicos relacionados con la biodiversidad costera, a los efectos de fortalecer la base de información disponible para la toma de decisión y gestión en la zona costera de Uruguay.

La biodiversidad constituye una dimensión fundamental, tanto para la planificación ambiental, ordenamiento territorial y monitoreo del ecosistema costero, debido básicamente a las siguientes razones:

- (1) la biodiversidad brinda productos, bienes y servicios ambientales de gran valor para la humanidad (e.j., conservación de suelos y aguas, pesca, protección de costas, retención de gases de efecto invernadero);
- (2) su valor estético puede dar lugar a "productos" ecoturísticos de particular importancia, ya sea a través de paisajes (e.j., Cabo Polonio) o especies (ej., Ballena Franca); y
- (3) la conservación y uso sostenible de la biodiversidad debe ser una política de estado, tanto por motivos éticos como por obligaciones legales a nivel nacional (e.j., Ley General de Medio Ambiente N° 17.283, Ley de Áreas Protegidas N° 17.234) y compromisos asumidos internacionalmente por el país (e.j., Convención sobre Diversidad Biológica (CDB).

## 2. Objetivos del Acuerdo

**2.1. Objetivo General:** Generar los insumos para la elaboración de una base de datos sobre la distribución potencial de especies representativas y amenazadas de la zona costera.

**2.2. Objetivo Específicos:**

1. Determinar distribuciones potenciales de especies de grupos zoológicos representativos de la franja costera (moluscos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos)
2. Determinar distribuciones potenciales de formaciones vegetales costeras
3. Evaluar la distribución espacial de la riqueza potencial de los diferentes grupos zoológicos
4. Evaluar la distribución espacial de la riqueza de especies amenazadas
5. Evaluar la distribución espacial de la diversidad de formaciones vegetales
6. Desarrollar un modelo de eco-regionalización del litoral costero, en base a la distribución de la fauna y formaciones vegetales
7. Evaluar la distribución espacial de la relevancia ecológica por eco-región, en función de la diversidad y especies amenazadas

### 3. Metodología

#### 3.1. Alcance Geográfico del Estudio

El presente estudio abarca la franja costera del Río de la Plata y Océano Atlántico, desde Punta Gorda (Colonia) hasta la Barra del Chuy (Rocha) (Fig. 1). La biodiversidad del área fue evaluada a partir de una grilla que incluye 170 cuadrantes de 4.6 x 5.55 km (25.5 km<sup>2</sup>) (ver detalles en Sección 3.4). La grilla abarca una franja litoral de unos 5-7 km de ancho, distribuida básicamente sobre el sector costero terrestre, e incluyendo la zona intermareal - submareal somera (Fig. 1).

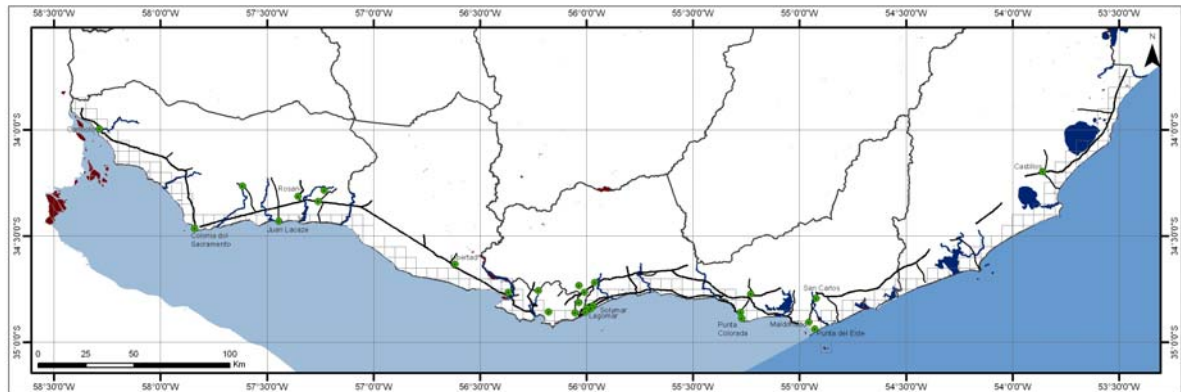


Figura 1. Área de estudio y grilla de análisis.

#### 3.2. Selección de Grupos Indicadores de la Biodiversidad Costera

Actualmente no existe ningún descriptor que sea capaz de abarcar lo que implica el concepto de biodiversidad. En términos prácticos, por lo tanto, es necesario seleccionar una serie de indicadores operativos de la biodiversidad, ya sea para su evaluación, diagnóstico o monitoreo. La selección de grupos representativos o indicadores, debería en lo posible contemplar dos aspectos centrales: (1) amplia cobertura taxonómica y ecológica, y (2) apropiada base de información (calidad, cantidad y cobertura espacial de los datos).

En base a estos criterios, se seleccionaron 5 grupos zoológicos indicadores de la diversidad costera: anfibios, reptiles, aves, mamíferos y moluscos intermareales. Los peces y moluscos submareales no fueron considerados en este trabajo, por considerar que ya existen considerables avances publicados en este sentido (Brazeiro et al. 2004).

En el caso de la vegetación, se trabajó a nivel de formaciones, ya que la información de distribución a nivel de especies tiene importantes vacíos, como por ejemplo en gramíneas y leñosas (Brazeiro et al. 2008), y el grado de conocimiento en algunos grupos no permite aun desarrollar distribuciones potenciales.

Se considerarán los tipos de formaciones vegetales definidas por Fagúndez & Lezama (2005). Esta clasificación incluye 15 formaciones herbáceas, de las cuales, 11 son hidrófilas (Bañados ácidos, Caraguatales, Césped ribereño, Juncal, Pajonal, Pastizal hidrófilo, Pastizal costero, Totoral, Espartillar, Hunquillar, Herbazal rupícola), 2 son mesófilas (Herbazal psamófilo, Calagualar) y 2 son xerófilas (Espartillar psamófilo, Estepa psamófilo). La clasificación de Fagúndez & Lezama (2005) incluye también 3 formaciones boscosas (bosques hidrófilos, ribereños y psamófilos), y 4 matorrales (ribereño, mesófilo, espinoso y xerófilos de candela).

### 3.3. Bases de Información

La principal fuente de información fueron los informes elaborados en el marco de un Acuerdo de Cooperación firmado entre el Proyecto FREPLATA y la Facultad de Ciencias en el año 2004 (ver Tabla 1). Estos informes (disponibles en <http://www.freplata.org>, 2005), brindan información sobre la ocurrencia registrada de especies en una grilla costera de 245 cuadrantes de 4.65 x 5.54 km, compatible con la usada en este trabajo (ver Sección 3.1.). Estos informes se basaron en el análisis de los registros científicos existentes en la colección zoológica de la Facultad de Ciencias y Museo Nacional de Historia Natural y Antropología (MUNHINA), en el caso de los vertebrados. En el caso particular de los moluscos, la base de datos se construyó a partir de una extensa revisión bibliográfica, y para las formaciones vegetales, se usaron varias fuentes, tales como revisión bibliográfica, análisis de fotografías aéreas, encuestas a especialistas y muestreos de campo.

Tabla 1. Fuentes de información usadas en este trabajo. Se discrimina entre fuentes usadas para obtener los datos de registros científicos, y fuentes de información usadas como base para la estimación de las distribuciones potenciales de las especies.

	FUENTE DE INFORMACIÓN PARA:	
	Datos de Registros	Estimaciones de Distribuciones Potenciales
Moluscos	Carranza (2005)*	
Anfibios	da Rosa (2005)*	Brazeiro et al. (2008) Maneyro & Carreira (2006)
Reptiles	Baletta (2005)*	Maneyro & Carreira (2006) Achaval & Olmos (2007) Brazeiro et al. (2008)
Aves	Aldabe (2005)*	Aspiroz (2001) Brazeiro et al. (2008)
Mamíferos	Clara & Alfaro (2005)*	González (2001) Achaval et al. (2007) Brazeiro et al. (2008)
Formaciones Vegetales	Fagúndez & Lezama (2005)*	Comentarios personales Lic. César Fagúndez

\* Disponible en <http://www.freplata.org> (2005)

### 3.4. Información Geográfica Digital

La grilla de base se desarrolló a partir del shape original "Diversidad\_costera\_uy", generado por el Proyecto FREPLATA en formato vectorial. El mismo fue modificado para ajustarse a los requisitos del presente proyecto. Básicamente, las modificaciones realizadas al shape original fueron las siguientes:

1. Corrección de la numeración de las celdas, de acuerdo a la cartografía de referencia disponible del Proyecto FREPLATA.
2. Eliminación de los cuadrantes más alejadas a la costa (>5 km), localizadas por fuera del alcance del proyecto.
3. Agregado de la celdas no digitalizadas.
4. Unión de las celdas divididas en más de un polígono.
5. Correlación con la base cartográfica del Proyecto PDT 32–26.

El shape resultante presenta 170 polígonos, cada uno correspondiente a un cuadrante de 4.6 x 5.55 km (25.5 km<sup>2</sup>) con código único (de 1 a 244<sup>1</sup>, para mantener la nomenclatura original de FREPLATA), y correlacionado con la base de datos de biodiversidad y la cartografía generada en el marco del proyecto PDT 32-26 (Brazeiro et al. 2008). Este shape fue utilizado para espacializar los datos de biodiversidad.

### **3.5. Distribuciones potenciales**

Para la evaluación de la relevancia ecológica es fundamental conocer la distribución geográfica de las variables biológicas de interés (riqueza de especies, especies amenazadas). Debido a que las bases de datos de registros presentaron importantes vacíos de información, los patrones de distribución geográfica basados exclusivamente en los registros brindarán un panorama incompleto y distorsionado de la realidad. Por tal motivo, fue necesario estimar la distribución espacial de las variables de interés, a través de modelos cualitativos de distribución potencial.

En este trabajo, se estimaron las distribuciones potenciales de las especies, interpolando y en menor grado extrapolando, la distribución basada en los registros, a partir de la revisión de otras fuentes de información de distribución a diferentes escalas (Tabla 1). La base de información desarrollada por el proyecto "Prioridades geográficas para la conservación de la biodiversidad terrestre de Uruguay, PDT 32-26" (Brazeiro et al. 2008) fue la principal fuente usada. Esta base, fue desarrollada a partir de la georeferenciación de casi 50.000 registros científicos, y del trabajo de zoólogos especialistas en cada uno de los 4 grupos vertebrados considerados en este estudio. La información de presencia observada (registrada) y estimada (por especialistas), se brinda sobre la base de una grilla de 302 cuadrantes, de aproximadamente 660 km<sup>2</sup>, correspondiendo con el plan cartográfico nacional escala 1:50.000 del SGM.

Para la estimación de las distribuciones potenciales se tuvo especialmente en cuenta los requerimientos de hábitat de cada especie, en relación a la disponibilidad de hábitats en los cuadrantes correspondientes.

En el caso particular de las formaciones vegetales, para la asignación de distribuciones potenciales se contó con la colaboración del Lic. César Fagúndez. Básicamente la presencia potencial se asignó en relación a los requerimientos de hábitat de cada formación, dentro de su rango de distribución conocido. En el caso particular de los herbazales hidrófilos, para la asignación de distribuciones potenciales se tomó como referencia la presencia de bosques hidrófilos, debido a que se constató una correlación significativa en la ocurrencia registrada de ambas formaciones vegetales. De todas maneras, es necesario señalar que es posible que en algún caso, la estimación de una ausencia potencial en determinado cuadrante (valor 0 en la base de datos), este se deba por la falta de información de registros.

### **3.6. Bio-regionalización costera**

De acuerdo al paradigma actual de conservación, los esfuerzos de conservación y manejo costero deberían procurar conservar una muestra representativa de las diferentes bio-regiones del territorio de interés. En este sentido, la identificación de zonas definidas por una biota común, caracterizadas por un conjunto de especies exclusivas o típicas, es un insumo central para la gestión ambiental.

---

<sup>1</sup> La numeración del codificador de los cuadrantes presenta saltos debido a que se eliminaron algunas de las celdas de la base cartográfica original.

En este trabajo, la bio-regionalización se realizó en base a un análisis de similitud (cuantificada mediante el índice de Jaccard) y posterior análisis de clasificación (cluster).

En el análisis de cluster tanto de animales como de formaciones vegetales se buscó identificar grandes grupos de cuadrantes (zonas correspondientes a biotas locales), distinguiéndose eventualmente subgrupos dentro de estos. El punto de corte en la similitud para la identificación de las zonas varió de acuerdo a las características intrínsecas de cada grupo.

Finalmente, una vez obtenidos los cluster de cada grupo, a partir del análisis de las zonas identificadas, se desarrolló una propuesta de bio-regionalización general.

### **3.7. Relevancia ecológica**

La relevancia ecológica de los cuadrantes se estimó en función de la riqueza potencial de especies y del número de especies o formaciones vegetales de singular valor para la conservación (e.j., especies/formaciones amenazadas o relictuales). La misma se calculó mediante la elaboración de un Índice de Relevancia Ecológica Costera (IREC), el cual integró la riqueza de especies de los diferentes grupos considerados y el número potencial de especies singulares (e.j., amenazadas, relictuales), previamente estandarizados para variar entre 0 y 1, a los efectos de que cada grupo tuviera igual peso.

Básicamente, el IREC se calculó como una sumatoria de 12 variables estandarizadas. Diez variables se correspondieron a la riqueza potencial de especies y al número de especies amenazadas, de cada uno de los 5 grupos faunísticos considerados (moluscos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Las dos variables restantes correspondieron al número de formaciones vegetales y al número de formaciones amenazadas.

La estandarización determinó, que más allá de las naturales diferencias en los rangos de variabilidad (ej., 400 aves VS 40 anfibios), cada variable tuvieran un peso relativo equitativo en la construcción del IREC. El valor estandarizado "0" de una variable en un cuadrante dado, no indica necesariamente que allí la variable tuvo un valor 0, sino que allí tuvo el valor mínimo. Y el valor estandarizado "1", indica que la variable tiene en el cuadrante en cuestión, el máximo valor estimado.

Por otra parte, para el cálculo del IREC se tomó en cuenta el hecho de que en ciertos cuadrantes, no se disponía de información de algunas variables. Por ejemplo, en algunos cuadrantes altamente urbanizados (e.j. Montevideo) no se relevó la presencia de formaciones vegetales, y en los cuadrantes que no incluyen la línea de costa, no corresponde la información sobre riqueza de moluscos. Por lo tanto, para resolver este desbalance, la sumatoria estandarizada de variables se dividió entre el número de variables efectivas en cada cuadrante.

Finalmente, el resultado obtenido se estandarizó para variar entre 0 y 1. Además de calcular el IREC general, se calcularon y mapearon separadamente IREC's para fauna y formaciones vegetales.

### 3.8. Shapes generados

A continuación se listan las capas de información geográfica (shapes) generadas en formato vectorial que sustentan los resultados presentados en este trabajo. Los archivos (shape files) y base de datos asociada (dbf), así como los correspondientes archivos de metadatos (Word), se anexan al presente informe.

1. **Grilla PDT 32-26:** grilla desarrollada por el Proyecto PDT 32-26 para la zona costera, con cuadrantes de aproximadamente 33x20 km (660 km<sup>2</sup>)
2. **Grilla EcoPlata:** grilla elaborada para el presente proyecto (170 cuadrantes de 4.6 x 5.55 km (25.5 km<sup>2</sup>))
3. **RP fauna:** riqueza potencial específica de los grupos zoológicos considerados (anfibios, reptiles, aves, mamíferos y moluscos).
4. **RP Formaciones vegetales:** riqueza potencial de formaciones vegetales consideradas (bosques, matorrales y herbazales).
5. **RPA fauna:** riqueza potencial de especies amenazadas de los grupos zoológicos considerados (anfibios, reptiles, aves, mamíferos y moluscos)
6. **RPA Formaciones vegetales:** riqueza potencial de formaciones vegetales amenazadas consideradas (bosques, matorrales y herbazales)
7. **RP fauna estandarizada:** estandarización de la riqueza potencial de los grupos de animales.
8. **RP formaciones vegetales estandarizada:** estandarización de la riqueza potencial de las formaciones vegetales.
9. **RPA fauna estandarizada:** estandarización de riqueza potencial de especies amenazadas de los grupos zoológicos.
10. **RPA formaciones vegetales estandarizada:** estandarización de la riqueza potencial de las formaciones vegetales amenazadas.
11. **IREC:** índice de relevancia ecológica costera de animales y formaciones vegetales.
12. **Zonificación fauna:** agrupamientos de celdas de clusters de cada uno de los grupos faunísticos.
13. **Zonificación vegetación:** clusters de las formaciones vegetales.
14. **Zonificación general:** zonificación de la costa en base a los datos de fauna y formaciones vegetales.

## 4. Resultados

En la Tabla 2 se presenta la caracterización cuantitativa de la biota evaluada en este trabajo, y en los ANEXOS se presenta la lista completa de especies y formaciones vegetales. La alta diversidad registrada demuestra que la franja costera uruguaya constituye un hábitat central para la diversidad del país. Un alto porcentaje de los vertebrados tetrápodos del país habitan potencialmente la costa, de hecho, 56% de los anfibios (total: 48), 70% de las aves (total: 435), 66% de los reptiles (total: 66) y 47% de los mamíferos (total: 114), ocupan ambientes costeros.

Estos porcentajes resultan particularmente altos al considerar la reducida franja costera del país (grilla costera analizada: 3.468 km<sup>2</sup>), que representa un 2.0% del territorio continental (176.251 km<sup>2</sup>), y que ha venido sufriendo un acentuado proceso de pérdida y fragmentación de hábitat debido a la urbanización.

Tabla 2. Caracterización de la biota considerada en este estudio. Se presenta por grupo zoológico, la riqueza total, el número total de especies amenazadas y el promedio ( $\pm$  DS) por cuadrante. Para el caso de las formaciones vegetales, se presenta el número total, el número de formaciones amenazadas, y el promedio ( $\pm$  DS) por cuadrante.

	Nº DE ESPECIES O FORMACIONES VEGETALES		Nº DE ESPECIES O FORMACIONES VEGETALES AMENAZADAS	
	Riqueza total	Riqueza promedio por cuadrante (media $\pm$ DS)	Nº total	Nº promedio por cuadrante (media $\pm$ DS)
Moluscos	62	8.7 $\pm$ 11.4	10	1.1 $\pm$ 1.7
Anfibios	27	22.0 $\pm$ 3.4	9	4.7 $\pm$ 2.3
Reptiles	44	35.3 $\pm$ 3.1	6	1.6 $\pm$ 1.2
Aves	299	253.4 $\pm$ 22.9	63	45.8 $\pm$ 7.9
Mamíferos	54	41.0 $\pm$ 4.1	7	6.1 $\pm$ 1.3
Formaciones* vegetales	22	6.0 $\pm$ 5.3	10	3.1 $\pm$ 2.5

### 4.1. Riqueza potencial y riqueza potencial de amenazadas

A continuación se presenta la distribución potencial de la riqueza de especies de los 5 grupos faunísticos incluidos en el proyecto (mamíferos, aves, reptiles, anfibios y moluscos), y la distribución del número potencial de especies amenazadas de cada grupo. Asimismo se presenta un mapeo de la riqueza potencial de formaciones vegetales costeras (bosques, matorrales y herbazales) y la riqueza de formaciones amenazadas.

## CARTOGRAFÍA DE LA RIQUEZA POTENCIAL POR GRUPO FAUNÍSTICO

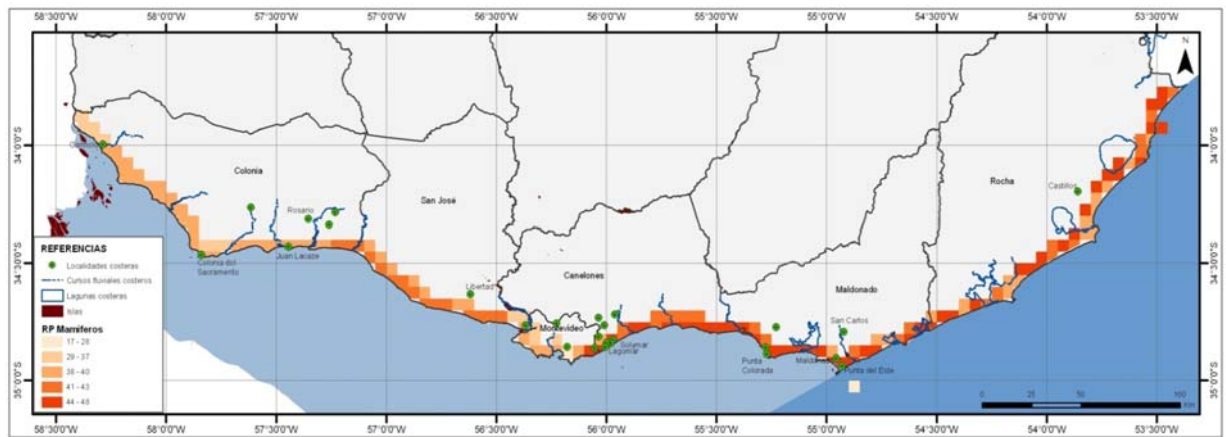


Figura 2: Riqueza Potencial de Mamíferos.

La riqueza potencial de mamíferos osciló entre un mínimo de 17 y un máximo de 48 especies por cuadrante (Fig. 2). La mayor riqueza de mamíferos se registró a lo largo de toda la franja costera del centro y este uruguayo (Este de Montevideo, Canelones, Maldonado y Rocha). También se observaron valores altos en la zona costera del departamento de San José, registrándose un importante número de sitios con más de 40 especies de mamíferos. Por el contrario los valores más bajos en cuanto al número potencial de mamíferos presentes se registraron en la zona costera del departamento de Colonia, gran parte de la costa de Montevideo y La Isla de Lobos (Fig. 2).

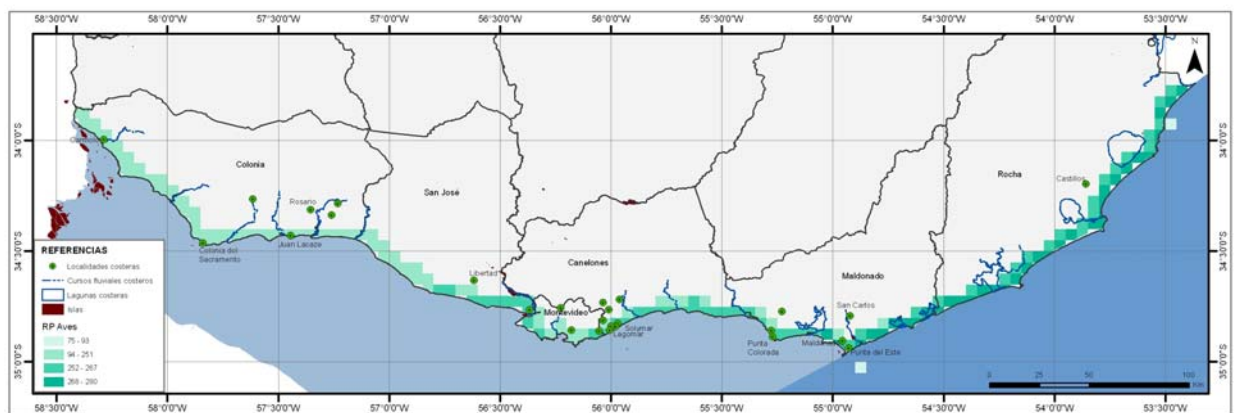


Figura 3: Riqueza Potencial de Aves.

La riqueza potencial de aves varió entre un mínimo de 75 y un máximo de 280 especies por cuadrante, siendo claramente el grupo con mayor número de especies en la costa (Fig. 3). En este caso se observa un gradiente de riqueza a lo largo de la costa, habiendo una zona de menor riqueza en la costa oeste (Colonia y San José), un área intermedia (este de San José, Montevideo y Canelones) y las zonas más ricas en aves se localizaron en la costa este del país, (principalmente en los departamentos de Maldonado y Rocha). Cabe destacar que en este grupo la menor riqueza por cuadrante se registró en los cuadrantes correspondientes a la Isla de Lobos y a las Islas de la Coronilla (Fig. 3).

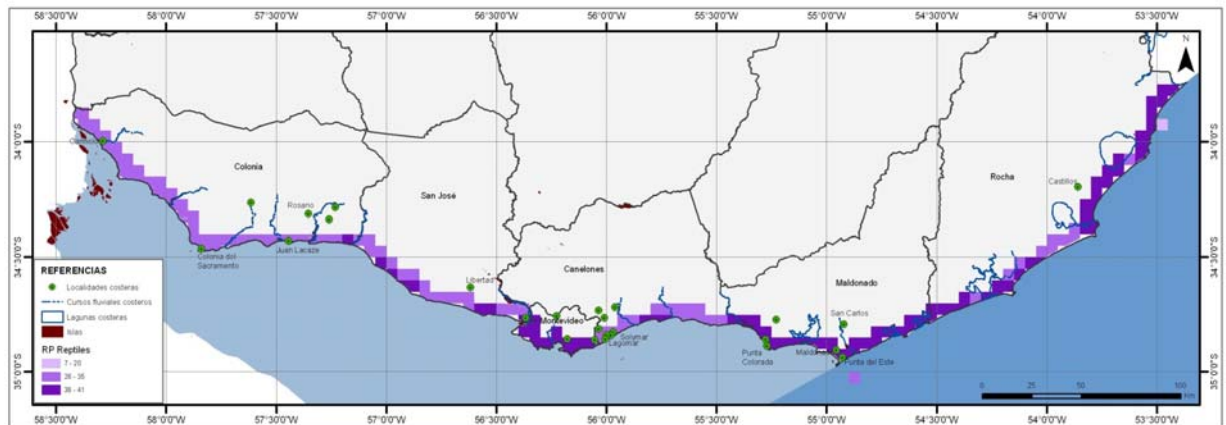


Figura 4: Riqueza Potencial de Reptiles.

En lo que refiere a la riqueza potencial de reptiles, este grupo presentó un máximo de 41 especies y un mínimo de 7 especies por cuadrante (Fig. 4). Puede decirse que el patrón de riqueza de reptiles a lo largo de toda la franja costera es bastante uniforme, aunque puede distinguirse una tendencia al aumento en la riqueza de especies a partir del departamento de Montevideo hacia el Este. Finalmente, dos hechos particulares a ser mencionados respecto a este grupo son: el alto número de especies potencialmente presentes en Montevideo, y el bajo número de especies registrado en el cuadrante que incluye las Islas de La Coronilla en Rocha (presento sólo 7 especies (Fig. 4), registrando el siguiente cuadrante más pobre en número de especies un total de 26 especies.

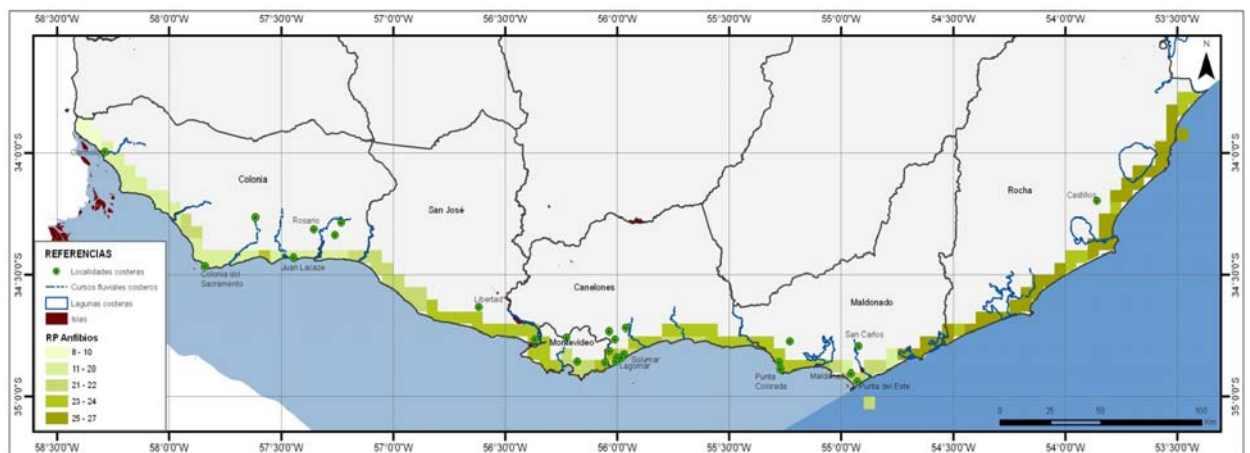


Figura 5: Riqueza Potencial de Anfibios.

La riqueza potencial de anfibios muestra un claro patrón de aumento en la dirección oeste-este a lo largo de la costa uruguaya (Fig. 5). Los valores de riqueza por cuadrante variaron entre un mínimo de 8 y un máximo de 27 especies. La zona más rica en anfibios fue la franja costera del departamento de Rocha y la más pobre la correspondiente a la costa de Colonia y parte de la costa del departamento de San José. Un punto a destacar en lo que refiere a la variación espacial de la riqueza potencial de anfibios es el descenso observado, respecto a la tendencia general, en la zona de influencia de las ciudades de Punta del Este, Maldonado y San Carlos, el cual se extiende hasta la desembocadura del Arroyo Maldonado (Fig. 5).

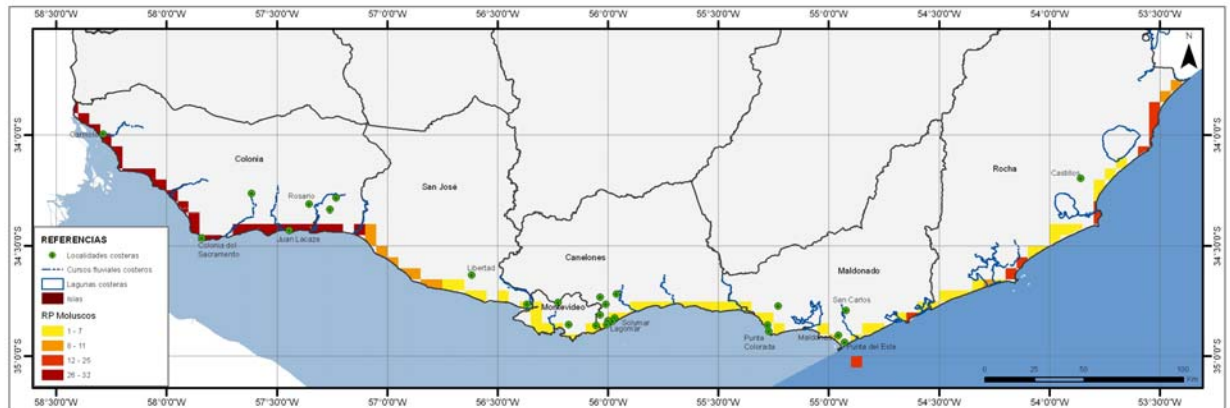


Figura 6: Riqueza Potencial de Moluscos.

La riqueza de moluscos en la costa varió entre 1 y 32 especies por cuadrante (Fig. 6). En este grupo y contrastando con los vertebrados, los valores de mayor riqueza se registraron en la zona oeste, específicamente en la zona costera del departamento de Colonia. En el resto de la franja los valores de riqueza fueron relativamente bajos (los valores de riqueza varían entre 0 y 7 especies por cuadrante). Sin embargo, se observa claramente un aumento significativo del número de especies de moluscos en varias de las puntas rocosas del departamento de Rocha, y Maldonado, aumento que también es observado en la Isla de Lobos y las Islas de la Coronilla (Fig. 6).

## CARTOGRAFÍA DEL NUMERO POTENCIAL DE ESPECIES AMENAZADAS POR GRUPO

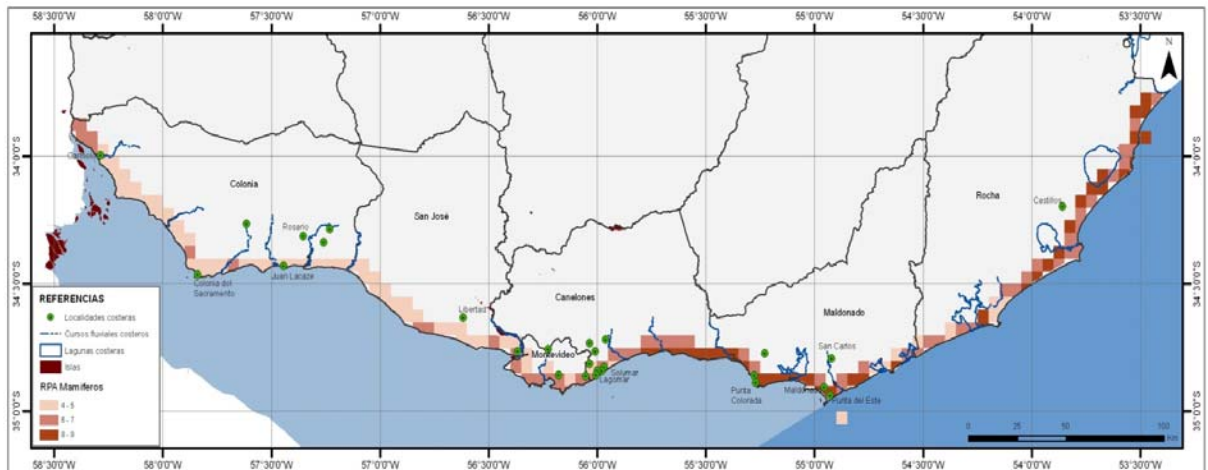


Figura 7: Riqueza Potencial de Mamíferos Amenazados.

El número de especies de mamíferos amenazados varió entre 4 y 9 especies por cuadrante (Fig. 7). El patrón de riqueza de especies amenazadas se correspondió en un alto grado con el patrón observado para la riqueza potencial del grupo (Fig. 2). Los valores más elevados de especies amenazadas se registraron en la zona costera comprendida entre Montevideo y Chuy, aunque también se observan algunas celdas con mayor número de amenazadas en la zona de Punta Gorda (Colonia) y en algunas celdas del departamento de San José.

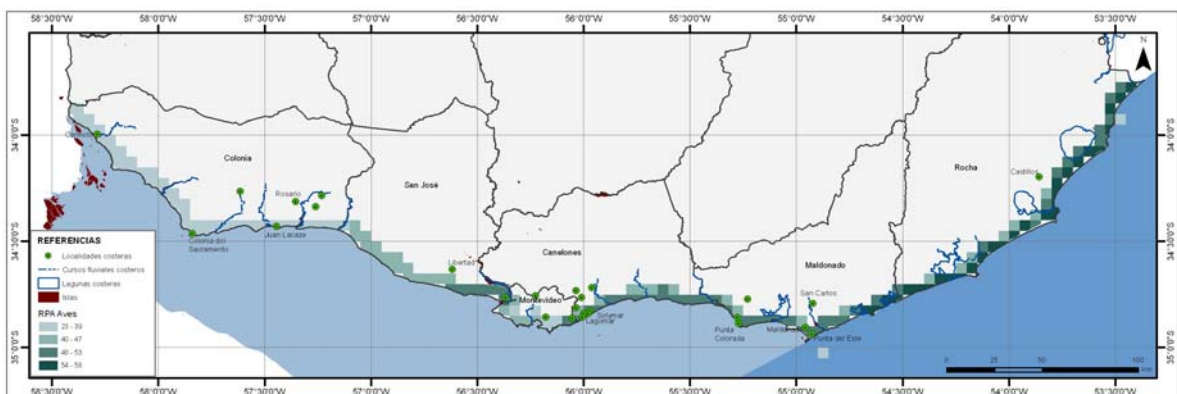


Figura 8: Riqueza Potencial de Aves Amenazadas.

Los valores de riqueza potencial de aves amenazadas variaron entre 23 y 58 especies por cuadrante (Fig. 8). Al igual que en el caso del grupo anterior la riqueza de especies amenazadas se corresponde bastante con la observada en el patrón general (Fig. 3), registrándose un elevado número de aves amenazadas en la costa este del departamento de Maldonado y en toda la costa de Rocha. También se registraron valores altos en la zona este de San José y oeste de Montevideo, principalmente asociados a los humedales del Santa Lucía (Fig. 8).

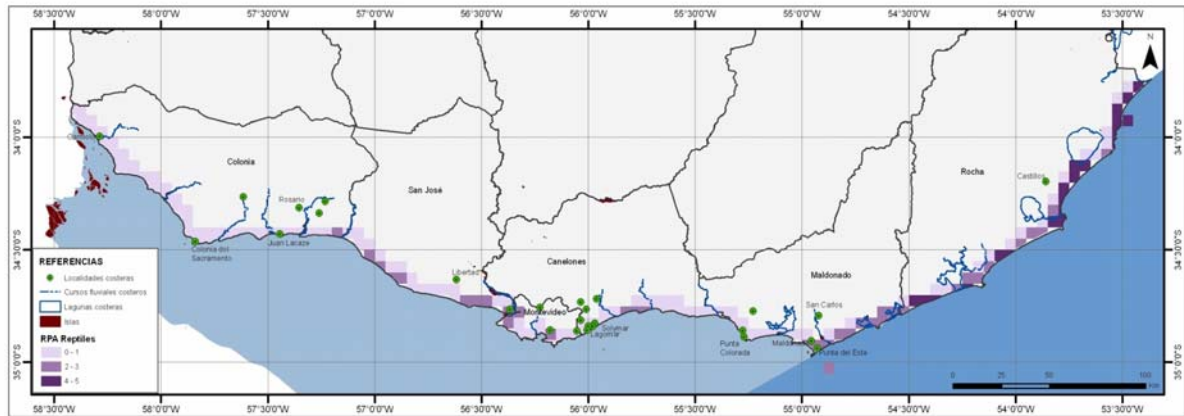


Figura 9: Riqueza Potencial de Reptiles Amenazados.

Los valores máximos de especies de reptiles amenazados se registraron prácticamente a lo largo de toda la costa del departamento de Rocha, teniendo la mayoría de los cuadrantes 5 especies amenazadas, sobre un total de 6 especies amenazadas en toda la franja costera (Fig. 9). Al respecto cabe mencionar que estos valores están altamente determinados por la presencia en el departamento de Rocha de las 4 especies de tortugas Marinas: *Caretta caretta*, *Chelonia mydas*, *Dermochelys coriacea* y *Lepidochelys olivacea*, destacándose la importancia de las Islas para estas especies.

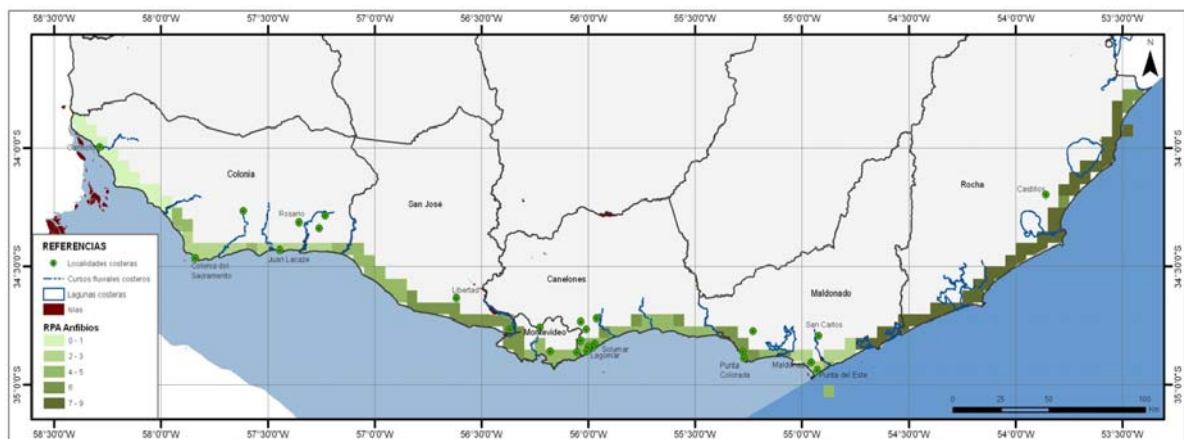


Figura 10: Riqueza Potencial de Anfibios Amenazados.

Los valores de riqueza de anfibios amenazados a nivel de cuadrante variaron entre 0 y 9 especies (Fig. 10). Al igual que en el caso de los mamíferos la riqueza de especies amenazadas en los anfibios se corresponde bastante con la observada en el patrón general (Fig. 5), registrándose una alta incidencia de especies amenazadas a lo largo de toda la costa del departamento de Rocha. Asimismo, se registraron valores elevados de anfibios amenazados en varios cuadrantes de los departamentos de Canelones y Maldonado, y en la zona costera comprendida entre el oeste de la ciudad de Montevideo y gran parte de la costa este del departamento de San José (Fig. 10).

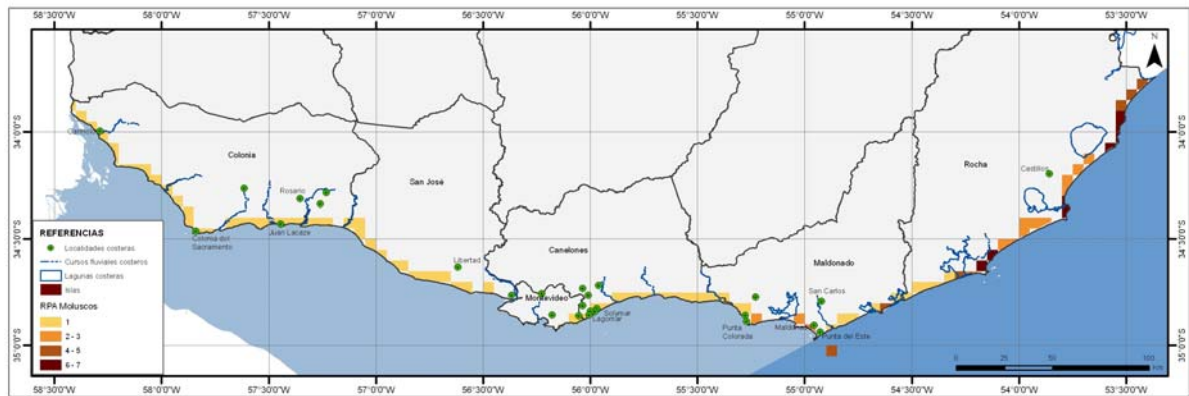


Figura 11: Riqueza Potencial de Moluscos Amenazados.

La cantidad de especies de moluscos amenazados osciló entre 1 y 7 especies (Fig. 11). Es destacable que fueron escasas las celdas con moluscos amenazados. El patrón detectado en este caso, fue inverso al observado para la riqueza potencial del grupo (Fig. 6), concentrándose la mayor cantidad de amenazas en las puntas rocosas de la zona costera de Rocha y las Islas de Lobos y de la Coronilla.

Cómo comentario general es destacable que la riqueza de especies amenazadas de los 5 grupos estudiados se concentre en la costa este, principalmente en la zona costera del Departamento de Rocha.

## CARTOGRAFÍA DEL NÚMERO POTENCIAL DE FORMACIONES VEGETALES

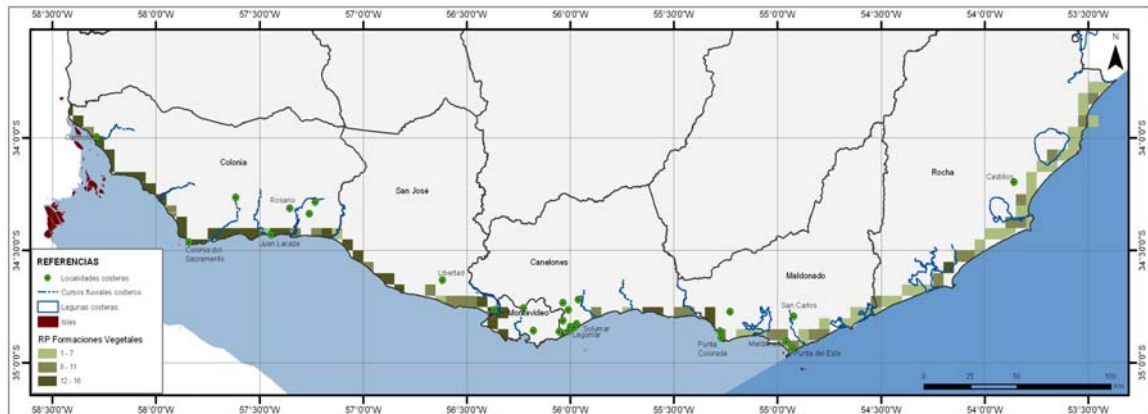


Figura 12: Riqueza Potencial Formaciones Vegetales

La riqueza de formaciones vegetales presentó un valor máximo de 16 formaciones por cuadrante y un mínimo 1 (Fig. 12). Las celdas que presentaron vacíos en cuanto a la presencia de formaciones vegetales corresponden a: aquellos cuadrantes urbanizados o con ausencia de vegetación nativa. Como se ve en la Fig. 12, la zona con mayor incidencia de formaciones vegetales es la zona oeste (Colonia-Montevideo), registrándose asimismo valores altos en el límite entre los departamentos de Canelones y Maldonado (desembocadura del Arroyo Solís Grande) y en Rocha cerca de La Paloma. Es destacable el impacto de la urbanización sobre la riqueza de formaciones vegetales en la costa de los departamentos de Montevideo y Canelones.

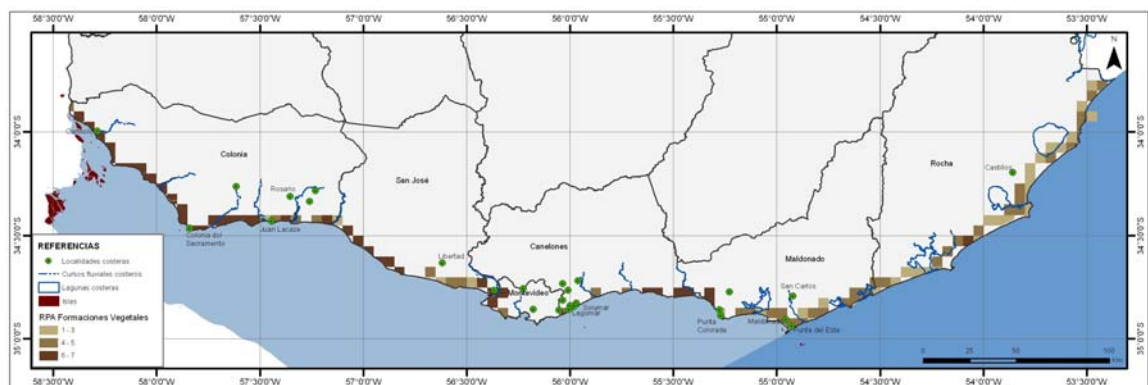


Figura 13: Riqueza Potencial de Formaciones Vegetales Amenazadas

La cantidad de formaciones vegetales amenazadas varió entre 1 y 7 formaciones por cuadrante (Fig. 13). Como ocurre en varios de los grupos animales, el patrón de la riqueza de amenazadas detectado se corresponde en gran medida con el patrón general (Fig. 12). Las formaciones amenazadas se concentraron principalmente en la costa de Colonia y San José, habiendo también un núcleo en la zona de Santa Lucía, así como también en el límite entre Canelones y Maldonado registrándose un elevado número de formaciones amenazadas en la costa este del departamento de Maldonado.

## 4.2 Bio-regionalización

Los resultados de los análisis de cluster se presentan en la sección ANEXOS, donde se muestran los dendrogramas obtenidos para cada grupo. En esta sección, se presentan las regionalizaciones logradas al mapear los grupos detectados para cada grupo en los análisis de cluster. Finalmente, a los efectos de desarrollar un modelo general de regionalización, se mapean y analizan los límites de distribución de las regiones detectadas para cada uno de los grupos considerados.

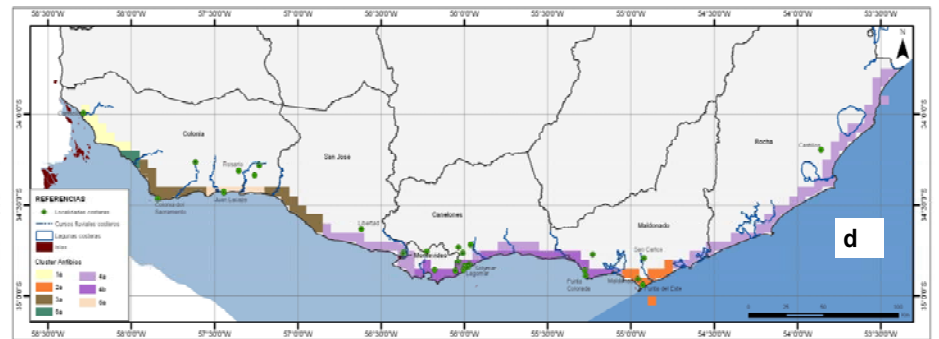
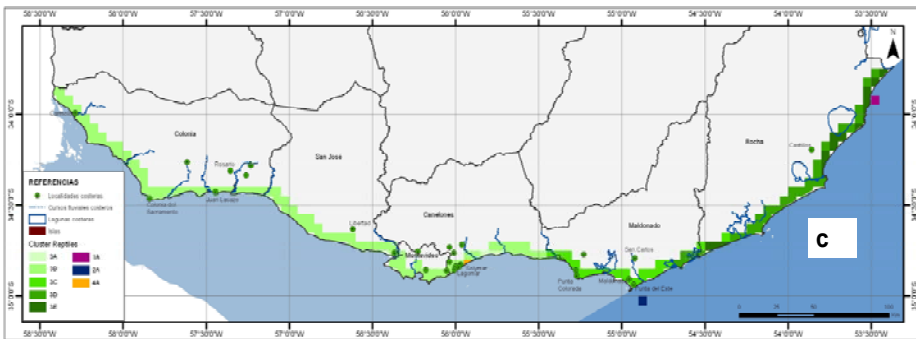
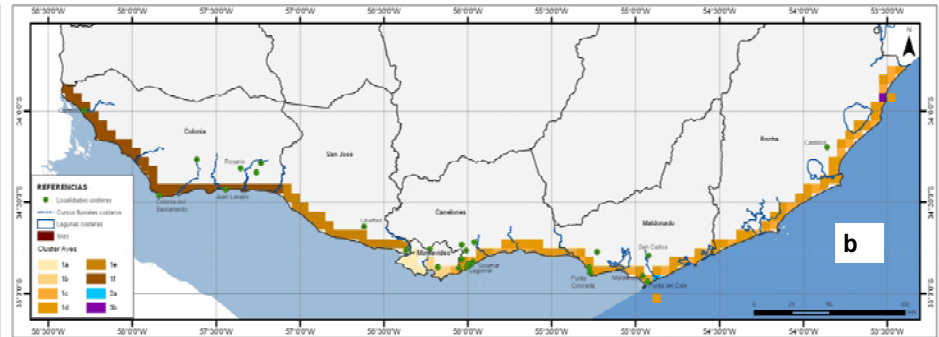
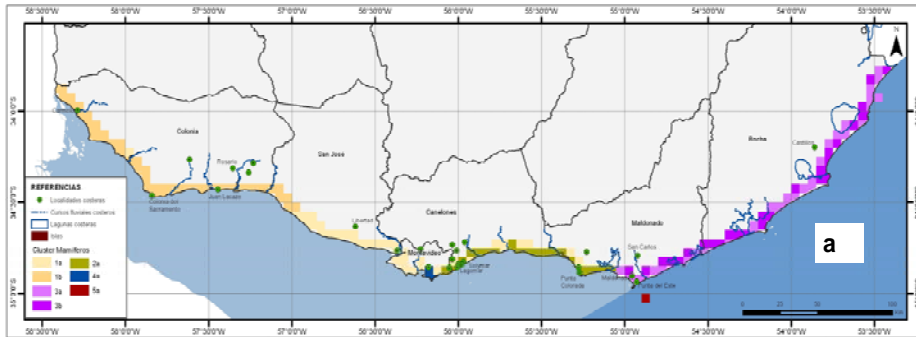
Previo a la presentación de los resultados, deben hacerse algunas puntualizaciones, ya que como se dijo en la metodología, el punto de corte en la similitud para la identificación de las zonas varió de acuerdo a las características intrínsecas de cada grupo. Los vertebrados, debido a su gran movilidad, presentan una alta similitud entre cuadrantes por compartir un alto número de especies, por lo que el punto de corte del dendrograma se estableció a un alto grado de similitud (80%). En el caso de los grupos sésiles, moluscos y formaciones vegetales, debido al mayor recambio espacial de especies, el punto de corte se estableció a similitudes más bajas (30% y 50% respectivamente). A los efectos de aislar el efecto del hábitat en el análisis de similitud, y focalizar en la variabilidad explicada por factores regionales, en algunos casos se realizaron análisis separados por hábitat. Tal fue el caso de los moluscos, que fueron discriminados entre moluscos de puntas rocosas y moluscos sedimentarios (playas).

En la figura 14 se presentan los mapas resultantes de la interpretación de los análisis de cluster para cada uno de los grupos incluidos en el trabajo. Los distintos grupos mostraron en términos generales un patrón de zonificación costera congruente<sup>2</sup> (Fig. 14). Dicha congruencia espacial entre taxas nos condujo a proponer 3 regiones costeras principales: la Zona oeste (Colonia y San José), la Zona intermedia (desde Montevideo hasta Punta del Este inclusive) y la Zona este (desde Punta del Este hasta Chuy).

Como comentario general de la propuesta de bio-regionalización debe mencionarse que las zonas oeste y este aparecen de forma clara en todos los grupos estudiados (Fig. 14). Las mismas corresponden de forma clara a la costa fluvial del Río de la Plata y a la costa oceánica respectivamente. En contraposición, la zona intermedia aparece como un área de transición, con un fuerte recambio de especies. Por lo tanto, esta zona se caracterizó por la presencia de un abanico de límites de distribución de biotas, y no por límites claros y genéricos para la mayoría de los grupos, como en las biozonas oeste y este. Igualmente, a pesar de las características de ecotono que presenta la zona intermedia, la misma se aparece como una zona particular para 5 de los 7 grupos incluidos en el análisis: mamíferos, aves, reptiles, moluscos de puntas rocosas y moluscos sedimentarios (Fig. 15).

---

<sup>2</sup> Las características peculiares de algunos grupos fuera del esquema de bio-regionalización general propuesto se discutirán en forma separada.



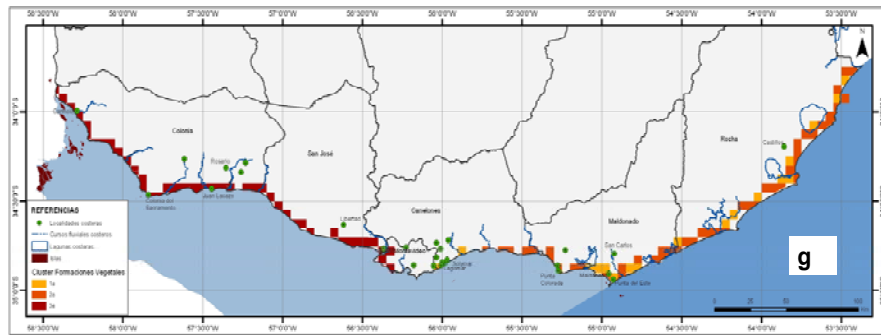
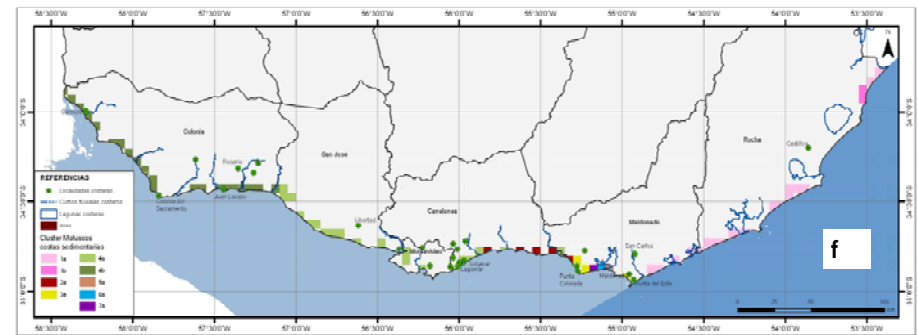
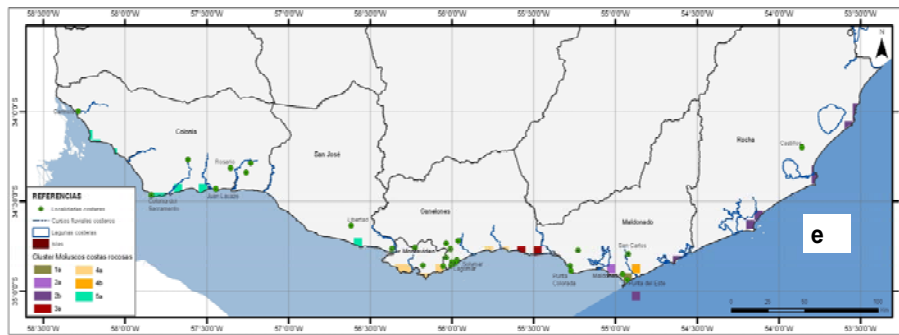


Figura 14: Esquemas de regionalización por grupo. Se mapean las biozonas y sub-zonas identificadas para cada grupo mediante análisis de Cluster. Cada zona está representada por un determinado color y las sub-zonas se marcan como distintas tonalidades de ese color. (a) Mamíferos; (b) Aves; (c) Reptiles; (d) Anfibios; (e) Moluscos de puntas rocosas; (f) Moluscos sedimentarios y (g) Formaciones vegetales.

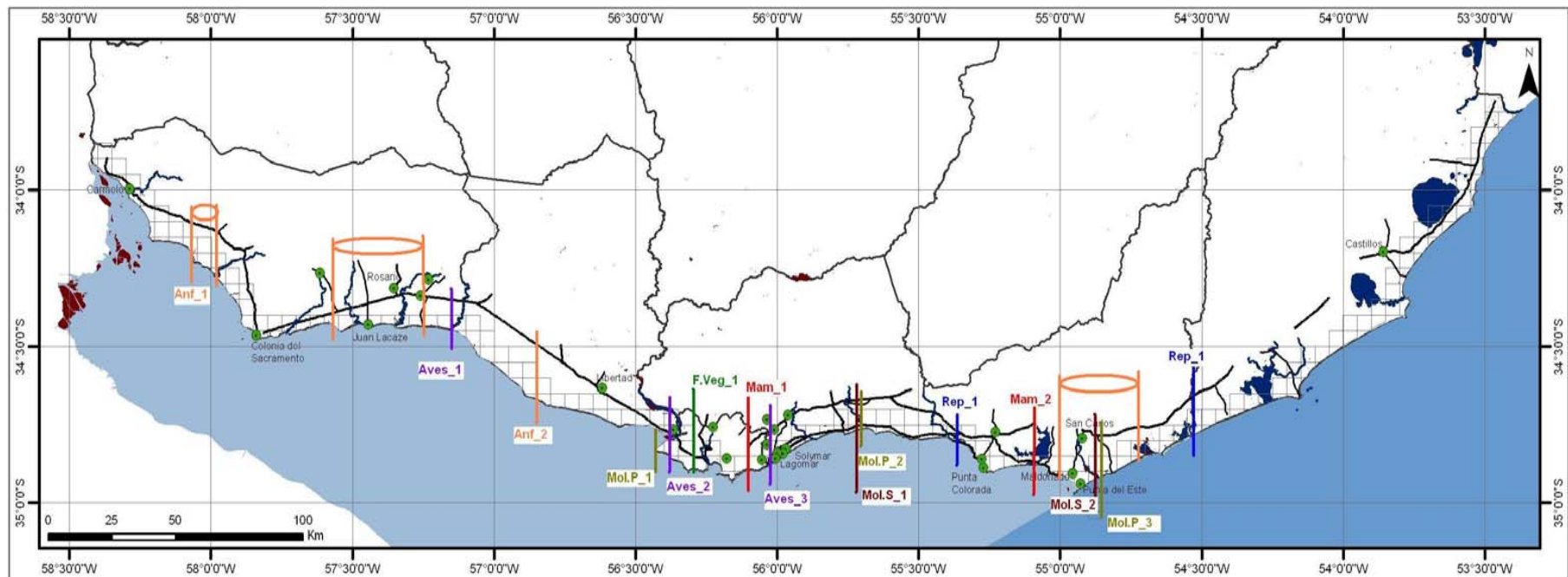


Figura 15: Mapa donde se representa en forma esquemática los límites (líneas verticales de colores) de las diferentes biozonas identificadas para cada uno de los grupos analizados. Debajo de cada límite (línea vertical) se indica el grupo y número de límite correspondiente. Anf: anfibios; Aves: aves; F.Veg: formaciones vegetales; Mam: mamíferos; Mol.S.: moluscos sedimentarios; Mol.P.: moluscos de puntas rocosas y Rep: reptiles.

A nivel de los grupos individuales deben plantearse ciertas peculiaridades respecto a la bio-regionalización general propuesta:

Dentro de las aves y a nivel de sub-grupo (90% de similitud) se distinguieron en la Zona oeste dos biotas locales: una en la costa del departamento de Colonia y otra en el Departamento de San José (Fig. 14b). En el caso de los anfibios se distinguen 3 biotas de mayor extensión costera: una en la costa oeste de Colonia que se extiende hasta el Río San Juan, una segunda zona que va desde el Río San Juan hasta el río Rosario y una última zona que ocupa el resto de la franja costera (Fig. 14d). Sin embargo, en el análisis de cluster se detectaron otras 3 zonas, espacialmente restringidas, que se distinguieron a un nivel de similitud del 80% (fig. 14d). Dado el grado de conocimiento actual de los anfibios, resulta difícil dar una explicación al patrón de segregación detectado, pero el mismo puede atribuirse *a priori* a diferencias en el esfuerzo de muestreo del grupo en distintos sectores de la costa<sup>3</sup>. Finalmente para las Formaciones vegetales se identificaron 3 biotas: una que ocupa la franja costera desde Colonia hasta Montevideo y otras dos biotas espacialmente solapadas que se extienden desde la costa de Canelones hasta Chuy (Fig. 14e). Cabe plantearse la posibilidad de que la zona de transición no se observe actualmente en las formaciones vegetales, debido al impacto de la pérdida de cobertura vegetal natural y la urbanización de la zona costera de Montevideo y gran parte de la costa de Canelones.

---

<sup>3</sup> Comentarios personales del Dr. Raúl Maneyro, Asistente de la Sección de Zoología de Vertebrados de la Facultad de Ciencias y encargado de la colección de anfibios de la Facultad.

## 4.2. Índice de Relevancia Ecológica Costera

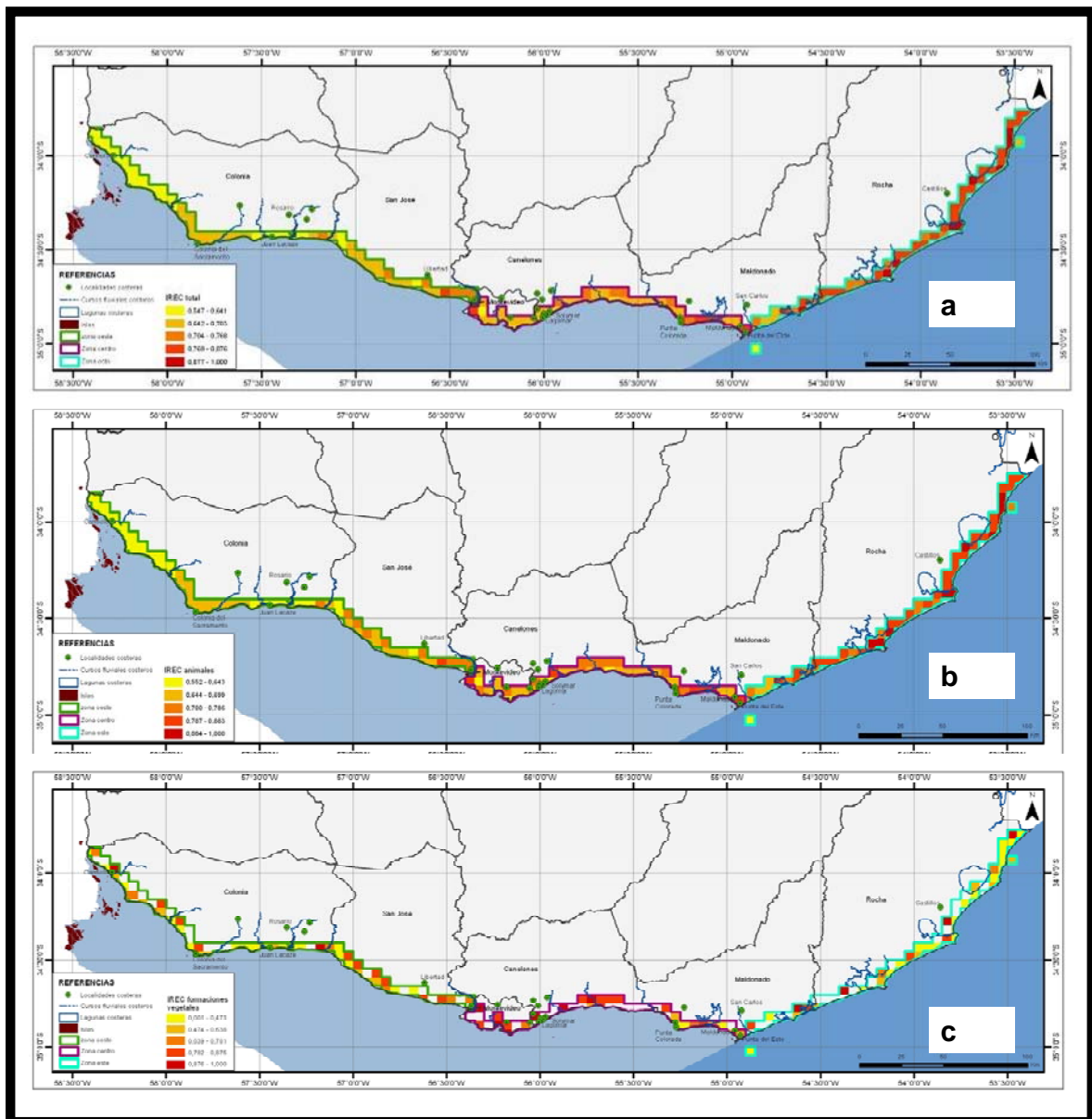


Figura 16: Mapeo del IREC, indicando las 3 bioregiones detectadas, marcadas con distintos color. (a) IREC para la fauna, (b) IREC para las formaciones vegetales, y (c) IREC total.

Como se observa en la figura 16a la zona de mayor relevancia ecológica de la costa uruguaya es la Zona Este (desde Punta del Este hasta Chuy). Todas las celdas de dicha zona, a excepción de la correspondiente a las Islas de la Coronilla, tienen una relevancia ecológica superior al 0,7. La Zona intermedia (entre Montevideo y Punta del Este) presenta también zonas de elevada relevancia ecológica, destacándose particularmente las celdas correspondientes al área de los humedales del Santa Lucía, la franja costera de la Laguna del Sauce y la celda correspondiente a Punta del Este. En lo que se refiere a la Zona oeste, esta presenta una IREC notoriamente menor al observado en las otras dos zonas (Fig. 16a). Sin embargo, deben destacarse dentro de de la misma las celdas situadas en el límite entre el departamento de Colonia y el departamento de San José, así cómo también el área costera de la ciudad Libertad y el área de los humedales del Santa Lucía en San José.

La variabilidad geográfica del IREC de los grupos animales es muy similar a la total, pero puede observarse una mayor relevancia ecológica en la zona costera del departamento de San José (Fig. 16b).

Finalmente, el IREC correspondiente a las formaciones vegetales mostró un patrón distinto al de los animales y al total (Fig. 16c). En el caso de las formaciones vegetales no se observa una relevancia mayor de la Zona Este, apareciendo un patrón de relevancia ecológica mucho más "parcheado" que en el caso de los animales. En este grupo los valores más altos del IREC se concentraron principalmente en la Zona intermedia, apareciendo asimismo distintos sitios de alta relevancia a lo largo de las otras dos zonas (Fig. 16c).

Cabe destacar que el IREC está basado en distribuciones potenciales de especies, que debido a la fuerte alteración de los hábitats costeros por la urbanización, podría variar fuertemente reconfigurando el patrón de relevancia costera. En este sentido, a los efectos de obtener una visión más realista de los sitios de mayor relevancia, se debería considerar la urbanización y grado de naturalidad de los ambientes costeros. La relevancia de los cuadrantes más naturales (menos urbanizados) sería apropiadamente estimada por el IREC. Pero en aquellos cuadrantes fuertemente alterados (alta urbanización), el IREC estaría sobreestimando la relevancia, ya que muy probablemente pocas especies, del total de especies potenciales, puedan efectivamente habitar el lugar. Por lo tanto, se recomienda profundizar este estudio con un análisis de naturalidad/urbanización costera.

## **5. Agradecimientos**

Los autores desean agradecer a la MSc. Virginia Fernández por facilitarnos la cuadrícula (shape file) costera desarrollada por FREPLATA, al Lic. César Fagúndez por su asesoramiento en estimación de las distribuciones potenciales de las formaciones vegetales, y al Dr. Raúl Maneyro por sus aportes sobre la distribución potencial de anfibios.

Asimismo, deseamos expresar nuestro reconocimiento en a todos los Curadores responsables de las Colecciones y Herbarios que sustentaron los informes de base usados en el presente trabajo.

## 6. Bibliografía Citada

- Achaval, F., Clara, M. & Olmos, A. (2007) *Mamíferos de la República Oriental del Uruguay: Guía fotográfica*. (2ª edición) Zonalibro Industria Gráfica, Montevideo, Uruguay, 216pp.
- Achaval, F. & Olmos, A. (2007) *Anfibios y Reptiles del Uruguay*. (3ª edición) Zonalibro Industria Gráfica, Montevideo, Uruguay, 160pp.
- Azpiroz, A.B. (2001) *Aves del Uruguay: Lista e introducción a su biología y conservación*. Aves Uruguay-GUPECA, Montevideo, Uruguay, 104pp.
- Brazeiro A, Acha M, Mianzan H, Gómez-Erache M & Fernández V (2004): Aquatic priority areas for the conservation and management of the ecological integrity of the Río de la Plata and its Maritime Front. Technical Report. PNUD Project/GEF RLA/99/G31, 82 p. [www.freplata.org](http://www.freplata.org).
- Brazeiro, A., Achkar, M., Canavero, A., Fagúndez, C., González, E., Grela, I., Lezama, F., Maneyro, R., Berthesaghi, L., Camargo, A., Carreira, S., Costa, B., Nuñez, D., da Rosa, I. & Toranza, C. (2008) Prioridades geográficas para la conservación de la biodiversidad terrestre de Uruguay. Resumen Ejecutivo Proyecto PDT 32-26. 46p. Montevideo. <http://biodiversidad.fcien.edu.uy>.
- Fagúndez, C. & Lezama, F. (2005) Distribución Espacial de la Vegetación Costera del Litoral Platense y Atlántico Uruguayo. Informe realizado para el Proyecto FREPLATA. [www.freplata.org](http://www.freplata.org).
- González, E.M. (2001) *Guía de Campo de los Mamíferos del Uruguay: Introducción al estudio de los mamíferos*. VIDA SILVESTRE, Montevideo, Uruguay, 339pp.
- Maneyro, M. & Carreira, S. Herpetofauna de la costa uruguaya (233-246). En eds: Menafrá, R., Rodríguez-Gallego, L., Scarabino, F. & Conde, D. (2006) *Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya*. VIDA SILVESTRE, Montevideo, Uruguay, 668pp.
- Proyecto PNUD/GEF/RLA 99/G31. FREPLATA: Proyecto Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo. [www.freplata.org.uy](http://www.freplata.org.uy).

## 7. ANEXOS

- Listas de especies incluidas en este estudio.
- Resultados de los análisis de cluster: dendrogramas de cada uno de los grupos considerados.