



**Universidad de la República
Facultad de Ciencias
Licenciatura en Ciencias Biológicas Profundización en Ecología**

**“Planificación espacial para la conservación de
biodiversidad continental en la zona de influencia del
Puerto de Aguas Profundas”**

**Bach. Ignacio Lado
Orientador: Dr. Alvaro Soutullo
Co-orientadora: Lic. Lucia Bartesaghi**

**Laboratorios de ejecución:
Departamento de Ecología teórica y aplicada - Centro Universitario Regional Este,
Universidad de la República
Área Biodiversidad y Conservación, Museo Nacional de Historia Natural, MEC
Montevideo, Uruguay, 2016**

Introducción

Promover el desarrollo económico y social de un país suele incluir el impulso de grandes proyectos que introducen importantes cambios en los ecosistemas presentes en su área de influencia (Rius *et al.*, 2014). Por esto, conocer la diversidad y distribución geográfica de los organismos presentes en dicho espacio y los factores que influyen sobre su distribución (Guisan & Thuiller, 2005), así como determinar las zonas de mayor relevancia para la conservación de la biodiversidad, son tareas prioritarias para trazar estrategias de conservación ante las posibles amenazas que estos proyectos generan sobre los ecosistemas.

Esto requiere la planificación, implementación y monitoreo de las acciones de conservación a realizarse en el área de interés (Margules & Pressey, 2000; Margules & Sarkar, 2007; Pressey & Bottrill, 2008; Kukkala & Moilanen, 2012), e incluye el uso de herramientas y análisis que permiten la asignación espacial de estas acciones y la visualización de la distribución de los usos de la tierra (Kukkala & Moilanen, 2012).

Entre las herramientas más utilizadas para identificar áreas de alta relevancia para la biodiversidad se encuentran los Sistemas de Información Geográfica (SIG), actualmente muy desarrollados gracias a la amplia difusión de información geo-espacial a través de imágenes satelitales. ArcGIS (ESRI, 2011) y Zonation 4 (Di Minin *et al.*, 2014) son algunas de las herramientas informáticas que permiten en conjunto, priorizar el paisaje en función de la riqueza o exclusividad de especies y la conectividad de ambientes entre otros criterios. Esto permite identificar de manera más objetiva las potenciales áreas destinadas a la conservación de la diversidad biológica, en un contexto espacialmente explícito (Langhammer *et al.*, 2007).

El conocimiento de la distribución de los diferentes organismos presentes en el área que se verá afectada es un elemento de suma importancia para una adecuada planificación espacial. Principalmente se utilizan dos tipos de datos de distribución de especies, la distribución observada y la distribución predicha (Carvalho *et al.*, 2010), a la cual también nos referiremos como distribución potencial. Entendemos como distribución observada aquella configurada por la sumatoria de registros acumulados a través del tiempo. Respecto a la distribución potencial, desde el contexto del nicho fundamental (Hutchinson, 1957), la ocurrencia de una especie en un área específica está definida por la combinación de múltiples variables ambientales que permiten su supervivencia y viabilidad. De esta forma, los sectores que presenten una combinación similar de estas variables potencialmente permitirían la presencia de dicha especie, generando así su distribución potencial (Anderson & Martínez-Meyer, 2004).

A escala local, es muy probable que la proyectada instalación del Puerto de Aguas Profundas en el Departamento de Rocha (PAP) en la costa oceánica del país intensifique las fuentes de presión sobre la biodiversidad ya existentes e incluso genere nuevas (Soutullo *et al.*, 2014a). Como producto

del aumento de la actividad humana y el desarrollo urbanístico asociado, se pueden originar problemáticas tales como degradación y fragmentación de hábitat, cambios que muestran tendencias de reducción de abundancias y riqueza de especies (Haddad *et al.*, 2015). Estos cambios en los ecosistemas conlleva en un deterioro de la integridad ecológica del área (Soutullo *et al.*, 2014a). Sin embargo no existen aún escenarios de cambios territoriales que permitan evaluar en detalle los potenciales impactos de este proyecto (Soutullo *et al.*, 2014a).

Como antecedente, el proyecto “Caracterización biótica y evaluación de la integridad ecológica del área de influencia del Puerto de Aguas Profundas”, buscó identificar elementos y sitios particularmente importantes de considerar en el diseño del puerto y la planificación territorial de los desarrollos asociados. Con el objetivo de minimizar algunos de los potenciales impactos de estas intervenciones sobre la biodiversidad y la integridad ecológica del área propuesta (Soutullo *et al.*, 2014a). Dicho proyecto fue utilizado como marco de referencia para la presente investigación.

En paisajes productivos como el que es objeto de este estudio, el objetivo principal para los planes de conservación se centra en la identificación de una diversidad de acciones que contribuyan a retener la biodiversidad en el paisaje (Mollianen *et al.*, 2005), tales como la priorización de áreas consideradas especialmente relevantes. En este contexto, describir las condiciones iniciales de un sitio previo a la implementación de un proyecto de dicha magnitud es un elemento central en la evaluación y posterior monitoreo del impacto del mismo.

En ese marco, el propósito del presente estudio es proveer información acerca de las zonas terrestres de mayor relevancia. Para esto, se siguieron las recomendaciones propuestas por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD) en 2010, donde se acordó un nuevo plan estratégico de conservación biológica para el período de 2011 a 2020, el cual definió una serie de metas a alcanzar en ese período, conocidas como las metas de Aichi (Trumper *et al.*, 2013). La meta 11 de este plan promueve el desarrollo de sistemas de reservas que abarquen el 17% del territorio terrestre y que contengan una importante representatividad ecológica local (Trumper *et al.*, 2013). Tomamos entonces este porcentaje como referencia para determinar las zonas de mayor relevancia.

A través de la priorización espacial del área de estudio, mediante softwares de información geográfica, se pretende identificar los sectores del territorio y/o ambientes que más contribuyan a aumentar las posibilidades de mantener la mayor cantidad de especies de anfibios, aves, mamíferos, plantas vasculares y reptiles identificadas como particularmente relevantes para la conservación para el SNAP, presentes en el área de influencia del PAP. De esta manera se podrán priorizar algunos sectores como relevantes para la presente investigación, lo cual permitirá comparar los resultados obtenidos con la situación actual de protección de la biodiversidad para la zona, particularmente sus planes de manejo y estrategias de conservación para el futuro.

Objetivo general

Determinar las zonas de mayor relevancia para la conservación de anfibios, aves, mamíferos, plantas vasculares y reptiles terrestres presentes en el área de influencia del PAP, en el Departamento de Rocha, Uruguay. Generando de esta manera un aporte a considerar en la toma de decisiones respecto a planes de manejo y de ordenamiento territorial local.

Objetivos específicos

- 1) Generar mapas de distribución potencial de las especies de particular interés en el área de estudio, a partir de los cuales se efectuará la priorización espacial.
- 2) Priorizar espacialmente el paisaje en función de los mapas anteriormente mencionados mediante el programa informático Zonation 4.
- 3) Evaluar la importancia del área seleccionada para la construcción del PAP en la conservación de las especies de particular interés.
- 4) Evaluar la importancia de las áreas protegidas y Sitios Ramsar existentes dentro del área de estudio para la conservación de dichas especies.
- 5) Comparar y discutir la disposición geográfica de los sectores prioritarios obtenidos respecto a la localización de las áreas protegidas y Sitios Ramsar existentes en la zona de estudio.

Metodología

Área de estudio

La zona de estudio abarca 134.940 hectáreas definidas por el Gobierno Nacional y comprende el sector continental de las cuencas de la Laguna de Rocha y Laguna de Castillos entre la Ruta 9 y la línea de costa, Departamento de Rocha, Uruguay (34° 30' S y 54° 10' O) (Figura 1) (Soutullo *et al.*, 2014a)

Dos áreas protegidas que integran el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) se encuentran dentro del área de estudio: el Paisaje Protegido Laguna de Rocha y el Parque Nacional Cabo Polonio. El área incluye además sectores declarados como Sitio Ramsar, (Sitio Ramsar Laguna de Rocha y Sitio Ramsar Bañados del este y franja costera, situado alrededor de la Laguna de Castillos) que forman parte de un tratado intergubernamental cuya misión incluye la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales (Davis & Blasco, 1996).

La agricultura, ganadería y forestación son las principales actividades productivas que se realizan dentro de esta área. A su vez existen varios centros poblados, entre los cuales se destaca La

Paloma y sus balnearios aledaños, Valizas y Cabo Polonio. La ciudad de Rocha y Castillos están localizados en los límites del área.

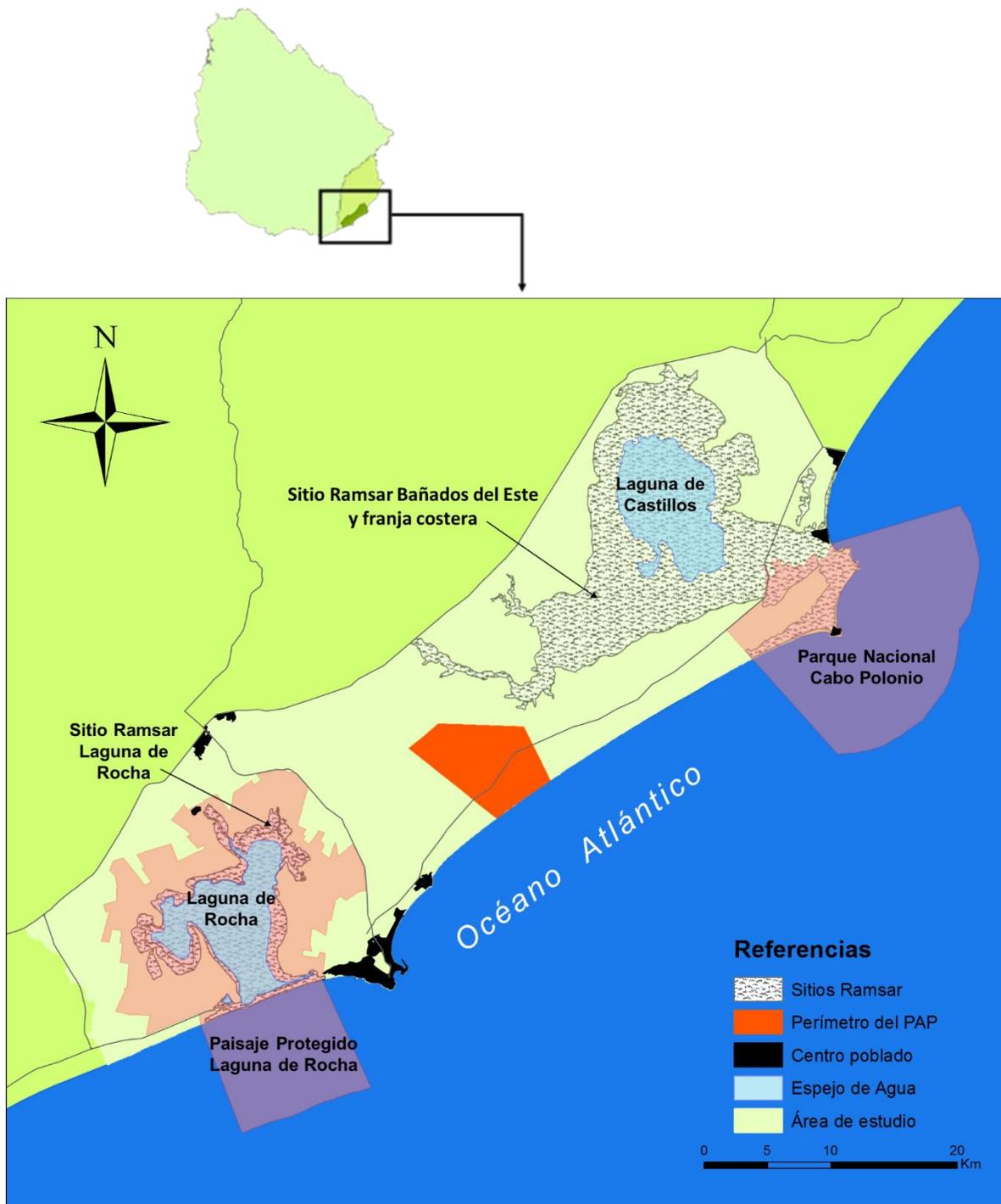


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Se detalla el área de estudio, su ubicación en el territorio nacional y dentro del departamento de Rocha. Se identifica el perímetro proyectado para la construcción del PAP, las áreas protegidas nacionales, los Sitios Ramsar y los centros poblados presentes en el área.

Obtención de datos

En esta investigación se utilizaron datos de distribución de especies previamente generados por especialistas, compilados en el marco de proyecto “Caracterización biótica y evaluación de la integridad ecológica del área de influencia del Puerto de Aguas Profundas” (Soutullo *et al.*, 2014a), los cuales fueron la base para el análisis. Esta información incluye las coberturas vectoriales de los ambientes del área de estudio y los listados de especies vs ambientes, donde están asignados los ambientes que cada especie potencialmente utiliza, con lo cual se configurará la distribución potencial de cada especie.

Ambientes

En este sentido, la identificación y delimitación de los ambientes del área de influencia del PAP fue generada mediante una definición operativa basada en la clasificación de coberturas vegetales, así como presencia o ausencia de actividades antrópicas (Soutullo *et al.*, 2014a). Para cada ambiente descrito se contó con una cobertura en formato vectorial (*shapefile*) con su delimitación. La unión de todos los ambientes constituye el total del área de estudio (Fig. 2). A efectos de esta caracterización se reconocieron 28 ambientes continentales (Soutullo *et al.*, 2014a).

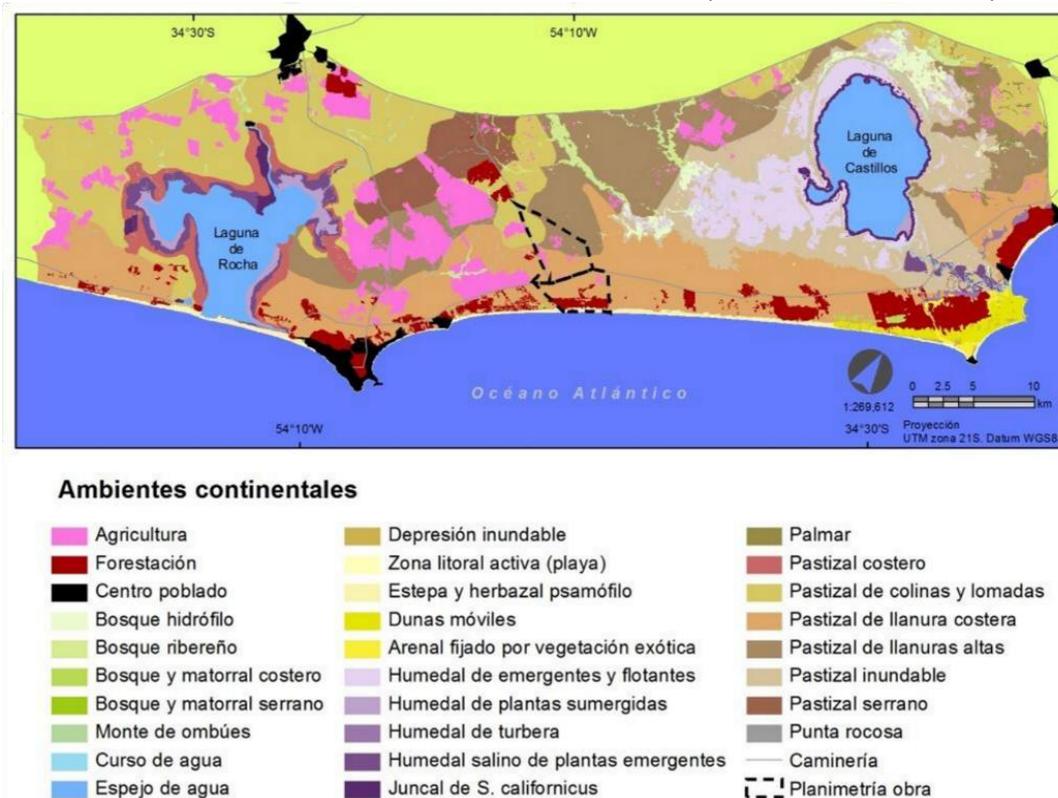


Figura 2. Ambientes descritos para el área de influencia del Puerto de Aguas Profundas (tomado de Soutullo *et al.*, 2014a).

Listados de especies

Se consideraron las especies conocidas para las que existen registros confirmados en el área, a partir de la revisión de bibliografía, colecciones históricas y bases de datos.

Los listados de especie vs ambiente fueron generados a partir de la asignación de presencia (1) o ausencia (0) de cada especie en cada ambiente. Esto fue determinado por especialistas, quienes identificaron la existencia o no, del hábitat apropiado para la supervivencia de dicha especie en cada ambiente.

Los grupos taxonómicos utilizados fueron anfibios, aves, mamíferos, plantas vasculares y reptiles. Se contó con una tabla en formato *excel* de ambientes vs especies, indicando presencia/ausencia predicha. De allí se seleccionaron las especies identificadas como particularmente relevantes en el marco del proyecto “Caracterización biótica y evaluación de la integridad ecológica del área de influencia del Puerto de Aguas Profundas”. Algunos de los factores tomados en cuenta para identificar estas especies como particularmente relevantes fueron: el estatus de conservación, tanto nacional como internacional, la importancia como bioindicador, especies migratorias para las cuales el área de estudio es de gran importancia en su ciclo vital, depredadores tope o especies importantes para la fauna en el caso de plantas (Soutullo *et al.*, 2014b). En este sentido, el número total de especies utilizado para la planificación espacial fue de 309, de las cuales 138 fueron plantas, 131 aves, 24 mamíferos, 9 reptiles y 7 anfibios.

Generación de coberturas de distribución potencial

Se inició la presente investigación a través de la generación de las coberturas de distribución potencial para cada especie. Para esto fue necesario compatibilizar las coberturas *shapefile* con las tablas de presencia/ausencia predicha de especies en ambientes. Esto permitió ensamblar la información en ArcGIS 10.0 y generar una matriz Ambientes vs. Especies. Así se configuró para cada especie su distribución potencial en formato de vector (*shapefile*), la cual quedó determinada por la extensión de la suma de los ambientes que la misma utiliza.

Luego se efectuó a través de ArcGIS 10.0 la conversión de las distribuciones en formato *shapefile* a formato *raster* de celdas (también llamados píxeles) para el análisis de priorización espacial. Los datos fueron referenciados al sistema de coordenadas WGS 1984 UTM Zone 21 S y el tamaño de las celdas utilizado fue de 100 x 100 metros, siendo un total de 134.954 celdas. Nos referiremos a cada celda como una unidad de planeamiento (Carvalho *et al.*, 2010).

Análisis de datos

Una vez generados los mapas de distribución potencial de cada especie y transformados a formato *raster* (celdas), se inició el análisis de priorización espacial mediante la herramienta informática

Zonation 4. Es un software de planificación espacial con objetivos de conservación biológica (Di Minin *et al.*, 2014), opera sobre especies, ecosistemas (Kremen *et al.*, 2008; Lehtomäki *et al.*, 2009), servicios ecosistémicos (Moilanen *et al.*, 2011; Thomas *et al.*, 2012; Nin *et al.*, 2015), o cualquier otra característica de la biodiversidad, desarrollando un ranking de prioridad de unidades de planificación para todo el paisaje. Partiendo de la suposición de que la protección total de nuestra zona de estudio sería el mejor escenario para la conservación, procede a clasificar de forma iterativa los sitios, removiendo en cada paso las celdas (unidad de planeamiento) que lleve a la menor pérdida marginal agregada de la biodiversidad. En este proceso, los sitios menos relevantes reciben los rangos más bajos (cerca de 0), mientras que los más valiosos para la biodiversidad reciben los rangos más altos (cerca de 1) (Lehtomäki & Moilanen, 2013).

Generación de mapas de priorización espacial

El criterio de remoción de unidades utilizado en todos los casos fue el de Additive Benefit Function, el cual interpreta como de alto valor aquellas celdas que poseen un elevado número de especies, generalmente resultando en áreas de una media elevada en cuanto a la cantidad de especies. De esta manera se favorecen áreas de alta riqueza sobre aquellas que pueden ser vitales para el desarrollo de una o pocas especies (Moilanen, 2006). El Warp factor utilizado fue de 1, es decir que Zonation 4 removió de a una celda por vez en su análisis. No se utilizó ningún modelo de conectividad específico. Se generó entonces a través de Zonation 4:

1. Un mapa para cada grupo de especies por separado, donde se asignó un peso igualitario $w=1$ a todas las especies (mamíferos, aves, plantas, y anfibios y reptiles en conjunto).
2. Un mapa incluyendo el total de las especies, donde los diferentes grupos de especies fueron ponderados diferencialmente. Para las especies dentro de cada grupo fue asignado el mismo peso, igual a $w=1/\text{número de especies para ese grupo}$. Anfibios y reptiles fueron incluidos dentro del mismo grupo.

Así, los pesos para cada los grupos de especies fueron los siguientes:

- Anfibios y reptiles: $w_1= 0.0625$
 - Aves: $w_2= 0.00763$
 - Mamíferos: $w_3= 0.04167$
 - Plantas: $w_4= 0.00725$
3. Se repitieron los mapas de priorización espacial anteriormente mencionados, pero eliminando del total del área de estudio el perímetro donde se encuentra programada la construcción del PAP. De esta manera se pudo evaluar la incidencia del perímetro del PAP durante la priorización espacial, identificando si existió alguna variante en la distribución de las unidades de planeamiento de alto valor.

Con el fin de evaluar la importancia del polígono del PAP para la conservación de los distintos grupos, se intersectó el *shapefile* correspondiente al perímetro de la construcción del puerto con cada mapa previamente generado. Así se pudo obtener los valores máximos, mínimos, la media y el desvío estándar de las celdas correspondientes al PAP para anfibios y reptiles en conjunto, aves, mamíferos, plantas vasculares y también para el total de las especies.

De la misma manera se evaluó por separado la contribución de las 2 áreas protegidas presentes en la zona de estudio: el Paisaje Protegido Laguna de Rocha y el Parque Nacional Cabo Polonio, y de los Sitios Ramsar Bañados del este y franja costera y Laguna de Rocha (situado completamente dentro del Paisaje Protegido Laguna de Rocha).

Siguiendo las recomendaciones propuestas por la CBD en 2010 se seleccionó el 17 % de las celdas de mayor valor del mapa de priorización espacial que incluyó el total de las especies, identificado anteriormente en el punto 2. Se generó un *shapefile* del mismo con el fin de evaluar su disposición geográfica y su caracterización ambiental.

Resultados

La Tabla 1 se conformó para esta investigación a modo de síntesis de las tablas de presencia/ausencia preexistentes, mencionadas en la Metodología. Resume para cada grupo taxonómico la cantidad de especies relevantes para la conservación registradas en cada ambiente del área de influencia del PAP, permitiendo visualizar los ambientes con mayor riqueza de especies prioritarias.

Tabla 1. Cantidad de especies prioritarias de cada grupo presentes en los diferentes ambientes. Los ambientes están ordenados de acuerdo a su riqueza total de especies sumando todos los grupos. Los de mayor riqueza se encuentran resaltados en color naranja.

| Ambientes | Anfibios y reptiles | Aves | Mamíferos | Plantas | Total |
|--|---------------------|------|-----------|---------|-------|
| Bosque y matorral costero | 12 | 27 | 14 | 63 | 116 |
| Pastizal inundable | 14 | 65 | 14 | 18 | 111 |
| Depresión inundable | 7 | 46 | 12 | 35 | 100 |
| Humedal de emergentes y flotantes agua dulce | 10 | 52 | 8 | 26 | 96 |
| Bosque ribereño | 7 | 45 | 18 | 22 | 92 |
| Estepa y herbazal psamófilo | 7 | 21 | 9 | 41 | 78 |
| Pastizal de llanura costera | 14 | 42 | 12 | 7 | 75 |
| Pastizal de colinas y lomadas | 11 | 44 | 14 | 5 | 74 |
| Monte de Ombúes | 14 | 30 | 19 | 8 | 71 |
| Bosque y matorral serrano | 6 | 35 | 14 | 15 | 70 |
| Pastizal de llanuras altas | 11 | 40 | 13 | 5 | 69 |
| Curso de agua | 5 | 26 | 6 | 26 | 63 |
| Bosque hidrófilo | 7 | 37 | 17 | 0 | 61 |
| Pastizal costero | 0 | 44 | 13 | 3 | 60 |
| Humedal salino de plantas emergentes | 0 | 42 | 9 | 8 | 59 |
| Pastizal serrano | 6 | 31 | 13 | 6 | 56 |
| Palmar | 13 | 29 | 7 | 4 | 53 |
| Espejo de agua | 6 | 23 | 6 | 11 | 46 |
| Juncal de <i>S. californicus</i> | 0 | 32 | 12 | 2 | 46 |
| Humedal de plantas sumergidas | 11 | 26 | 6 | 2 | 45 |
| Zona litoral activa (playa) | 0 | 32 | 2 | 0 | 34 |
| Dunas móviles | 5 | 23 | 3 | 2 | 33 |
| Forestación | 10 | 17 | 6 | 0 | 33 |
| Punta rocosa | 0 | 15 | 2 | 14 | 31 |
| Humedal de turbera | 10 | 0 | 10 | 8 | 28 |
| Arenal fijado por vegetación exótica | 7 | 8 | 12 | 0 | 27 |
| Agricultura | 8 | 13 | 5 | 0 | 26 |
| Centro poblado | 8 | 14 | 4 | 0 | 26 |

Los ambientes que poseen mayor riqueza de especies son bosque y matorral costero, pastizal inundable, depresión inundable, humedal de emergentes y flotantes de agua dulce y bosque

ribereño. El bosque y matorral costero es el ambiente que posee mayor número de especies priorizadas, aunque abarca una extensión total de solo 216,7 ha en el área de estudio y una proporción del 0,8% en el territorio prioritario (Tabla 3).

Tabla 2. Superficie (ha) y representatividad (%) de cada ambiente en el total del área de estudio. Los ambientes se encuentran ordenados de mayor a menor de acuerdo a su representatividad.

| Ambiente | Superficie total (ha) | % sobre cobertura total |
|--|-----------------------|-------------------------|
| Pastizal de llanura costera | 23379,50 | 17,33 |
| Pastizal de colinas y lomadas | 23025,20 | 17,06 |
| Pastizal de llanuras altas | 15600,90 | 11,56 |
| Espejo de agua | 12875,80 | 9,54 |
| Pastizal inundable | 12757,30 | 9,45 |
| Agricultura | 10118,00 | 7,50 |
| Humedal de emergentes y flotantes agua dulce | 7216,02 | 5,35 |
| Forestación | 6186,09 | 4,58 |
| Pastizal Serrano | 3993,56 | 2,96 |
| Pastizal costero | 3486,35 | 2,58 |
| Humedal salino de plantas emergentes | 2546,15 | 1,89 |
| Bosque ribereño | 1739,49 | 1,29 |
| Bosque hidrófilo | 1717,91 | 1,27 |
| Juncal de <i>S. californicus</i> | 1619,03 | 1,20 |
| Centro poblado | 1552,90 | 1,15 |
| Estepa y herbazal psamófilo | 1398,79 | 1,04 |
| Humedal de plantas sumergidas | 1286,88 | 0,95 |
| Dunas móviles | 1252,92 | 0,93 |
| Curso de agua | 822,06 | 0,61 |
| Palmar | 565,46 | 0,42 |
| Arenal fijado por vegetación exótica | 366,19 | 0,27 |
| Zona litoral activa (playa) | 357,29 | 0,26 |
| Humedal de turbera | 335,67 | 0,25 |
| Monte de Ombúes | 253,41 | 0,19 |
| Bosque y matorral costero | 216,68 | 0,16 |
| Depresión inundable | 198,87 | 0,15 |
| Punta rocosa | 45,52 | 0,03 |
| Bosque y matorral serrano | 24,04 | 0,02 |

La Tabla 2 señala la superficie en hectáreas para cada ambiente presente dentro del total del área de estudio. La superficie fue obtenida a través de ArcGIS 10.0 a partir de las coberturas *shapefile* de los ambientes generadas en el marco de proyecto “Caracterización biótica y evaluación de la integridad ecológica del área de influencia del Puerto de Aguas Profundas” (Soutullo *et al.*, 2014a).

Más del 50 % del área de estudio está constituida por 4 tipos diferentes de pastizal, entre ellos pastizal de llanura costera, la cual predomina dentro del perímetro del PAP.

La Fig. 3 muestra la priorización espacial para cada grupo taxonómico. Las celdas con valores más bajos se visualizan en colores azules oscuros, mientras que las de mayor prioridad se encuentran coloreadas en rojo oscuro. Se observa que las celdas de alta prioridad para los diferentes grupos analizados se concentran principalmente en los alrededores de la Laguna de Castillos, a pesar de existir leves diferencias en cuanto a la ubicación exacta de las zonas de mayor relevancia. En el caso particular de los mamíferos y aves se identifica también una zona de alta relevancia alrededor de la Laguna de Rocha.

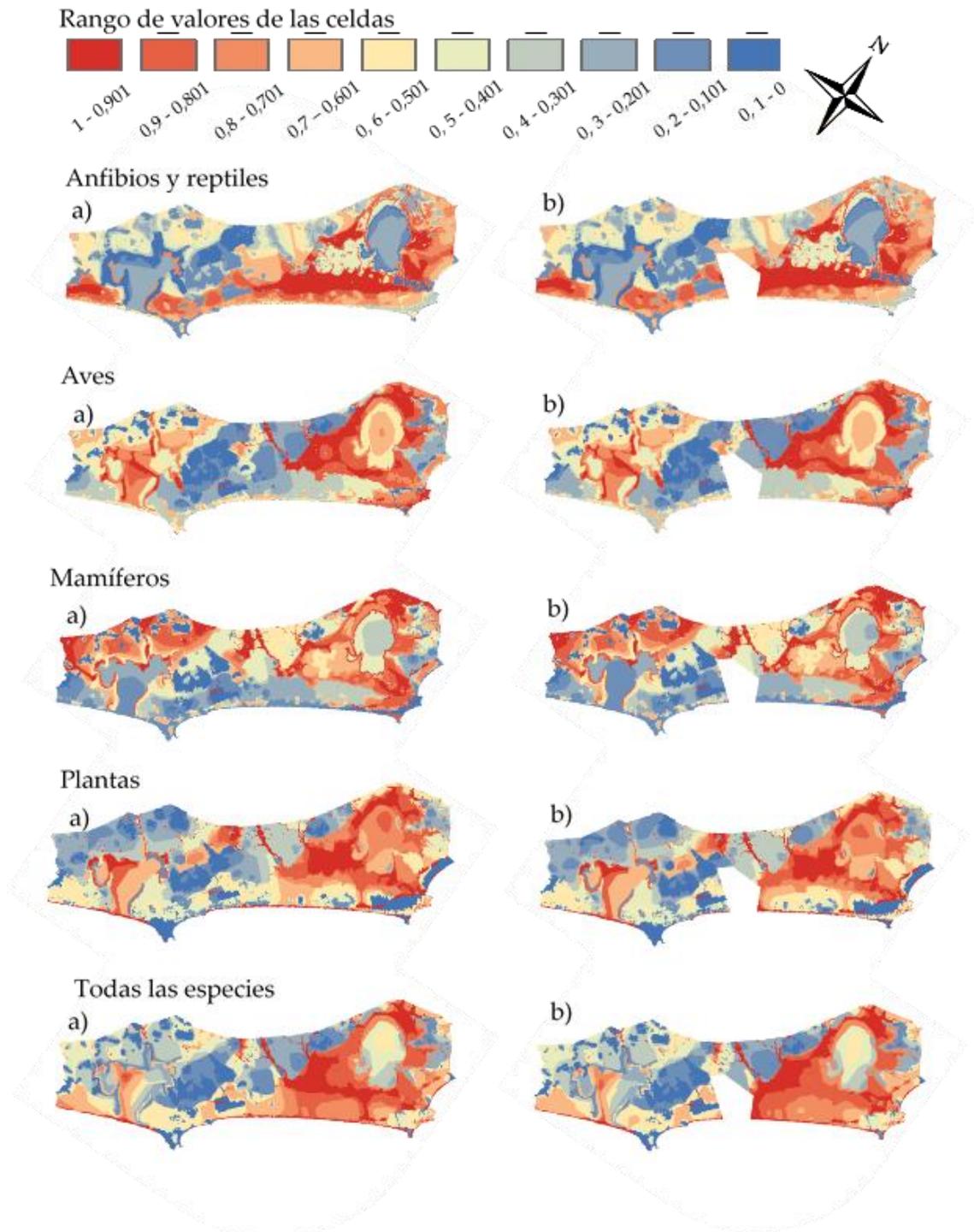


Figura 3. Zonas prioritarias incluyendo y excluyendo el perímetro del PAP (a y b respectivamente) del total del área de estudio.

No se observan diferencias significativas en la clasificación de celdas al comparar los mapas incluyendo y excluyendo el área correspondiente al perímetro del PAP, sugiriendo que ésta no es un área de elevado interés para la conservación. De hecho, para la mayoría de los grupos analizados los sectores que quedan comprendidos dentro del área del PAP presentan valores bajos de conservación (Tabla 3).

La Fig. 4 muestra en color verde el 17% más prioritario del territorio, obtenido del mapa de priorización espacial que incluye todas las especies en su análisis. Cubre una superficie de 22.709 hectáreas y está constituido principalmente por zonas inundables conformadas por pastizales y humedales cercanos a la Laguna de Castillos, los montes ribereños de los arroyos Don Carlos, De Chafalote y Del Sauce y la faja costera.

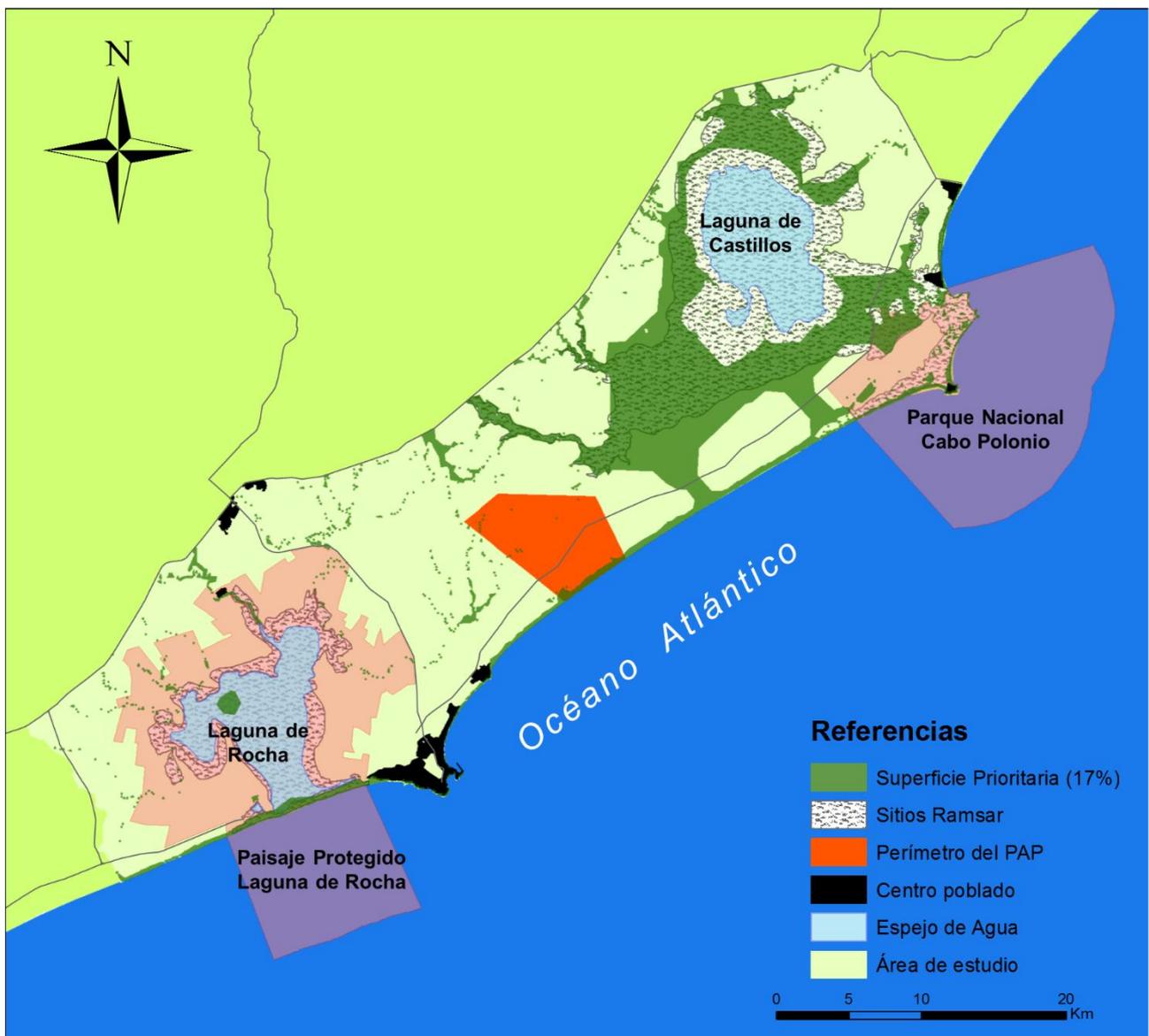


Figura 4. Ubicación del 17 % del territorio prioritario para todas las especies en conjunto. En color naranja se señala el perímetro de construcción del PAP. También se indican el Parque Nacional Cabo Polonio, el Paisaje Protegido Laguna de Rocha, los Sitios Ramsar y los diferentes centros poblados presentes en el área (La Paloma y su entorno, Ciudad de Rocha, Castillos, Cabo Polonio, Valizas y Aguas Dulces).

Tabla 3. Superficie (ha) y representatividad (%) de cada ambiente en el total del área de estudio y dentro del 17% prioritario. En color verde se señalan los ambientes que aumentaron considerablemente su representatividad al tomar el 17 % del territorio prioritario. El factor de cambio indica el factor de aumento o disminución de superficie que atravesó cada ambiente al tomar el 17 % del territorio prioritario respecto al total. Los ambientes se encuentran ordenados de mayor a menor de acuerdo a su representatividad en la superficie prioritaria (17%).

| Ambiente | Superficie total (ha) | % sobre cobertura total | % en 17% prioritario | Factor de cambio |
|---|-----------------------|-------------------------|----------------------|------------------|
| Pastizal inundable | 12757,3 | 9,45 | 36,85 | 3,90 |
| Humedal de emergentes y flotantes agua dulce | 7216 | 5,35 | 17,30 | 3,23 |
| Pastizal de llanura costera | 23379,5 | 17,33 | 13,50 | 0,78 |
| Bosque hidrófilo | 1717,9 | 1,27 | 7,41 | 5,83 |
| Bosque ribereño | 1739,5 | 1,29 | 6,00 | 4,65 |
| Estepa y herbazal psamófilo | 1398,8 | 1,04 | 5,88 | 5,65 |
| Curso de agua | 822,1 | 0,61 | 1,75 | 2,87 |
| Pastizal de colinas y lomadas | 23025,2 | 17,06 | 1,37 | 0,08 |
| Humedal salino de plantas emergentes | 2546,2 | 1,89 | 1,32 | 0,70 |
| Zona litoral activa (playa) | 357,3 | 0,26 | 1,19 | 4,57 |
| Espejo de agua | 12875,8 | 9,54 | 1,14 | 0,12 |
| Humedal de turbera | 335,7 | 0,25 | 1,06 | 4,26 |
| Monte de Ombúes | 253,4 | 0,19 | 0,96 | 5,07 |
| Bosque y matorral costero | 216,7 | 0,16 | 0,83 | 5,16 |
| Pastizal Serrano | 3993,6 | 2,96 | 0,82 | 0,28 |
| Pastizal de llanuras altas | 15600,9 | 11,56 | 0,74 | 0,06 |
| Depresión inundable | 198,9 | 0,15 | 0,61 | 4,07 |
| Dunas móviles | 1252,9 | 0,93 | 0,31 | 0,33 |
| Forestación | 6186,1 | 4,58 | 0,21 | 0,05 |
| Pastizal costero | 3486,4 | 2,58 | 0,20 | 0,08 |
| Agricultura | 10118 | 7,50 | 0,17 | 0,02 |
| Punta rocosa | 45,5 | 0,03 | 0,11 | 3,70 |
| Centro poblado | 1552,9 | 1,15 | 0,09 | 0,07 |
| Bosque y matorral serrano | 24 | 0,02 | 0,08 | 3,83 |
| Arenal fijado por vegetación exótica | 366,2 | 0,27 | 0,07 | 0,26 |
| Palmar | 565,5 | 0,42 | 0,02 | 0,05 |
| Juncal de <i>S. californicus</i> | 1619 | 1,20 | 0,01 | 0,01 |
| Humedal de plantas sumergidas | 1286,9 | 0,95 | 0,00 | 0,00 |

Los ambientes más representados dentro del 17% del territorio identificado como prioritario para la conservación incluyen pastizal inundable (8332,2 ha), humedal de emergentes y flotantes de agua dulce (3912 ha), pastizal de llanura costera (3052,5 ha), bosque hidrófilo (1674,9 ha), bosque ribereño (1356,2 ha) y estepa y herbazal psamófilo (1328,3 ha) que se encuentra situado en la faja costera (Tabla 3). Excluyendo al pastizal de llanura costera son todos ambientes que ocupan una proporción del territorio prioritario que es muy superior a la proporción ocupada en el total área de estudio.

Para los ambientes bosque y matorral costero, bosque y matorral serrano, depresión inundable, humedal de turbera, monte de ombúes, punta rocosa, y zona litoral activa (playa) se destaca un aumento considerable en su representatividad al tomar el 17 % del territorio prioritario a pesar de abarcar pequeñas extensiones. Los ambientes correspondientes a agricultura, espejo de agua, forestación, pastizal de colinas y lomadas, y pastizal de llanuras altas disminuyeron considerablemente su cobertura (señalados en azul en la Tabla 3).

La Fig. 5 muestra los sectores prioritarios del área de estudio que quedan dentro del área del PAP. Estos consisten en un área de 210 hectáreas, concentrada mayoritariamente en la faja costera y caracterizada principalmente por estepa y herbazal psamófilo (144 hectáreas) y pastizal de llanura costera (22 hectáreas) y bosque y matorral costero (13 hectáreas).

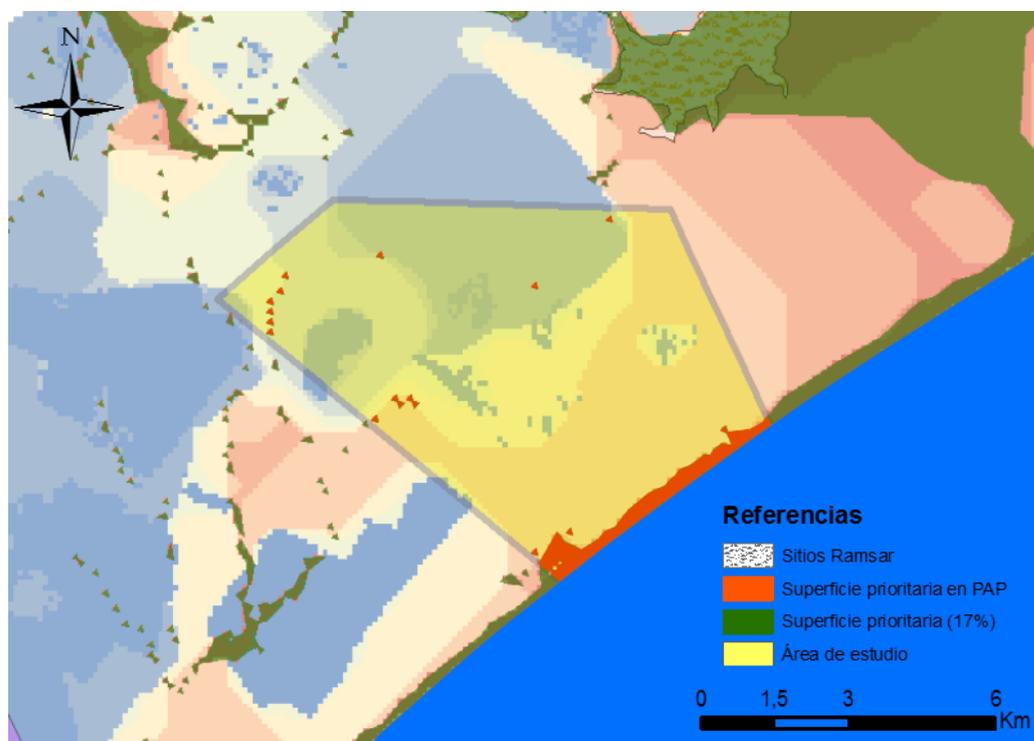


Figura 5. Detalle de los sectores incluidos dentro del 17 % del territorio prioritario, presentes dentro del perímetro de construcción del PAP.

Tabla 4. Media del valor de las celdas dentro del área del PAP, las áreas protegidas y los Sitios Ramsar presentes en el área de estudio.

| | Media | Desvío estándar |
|--------------------------------------|--------------|-----------------|
| PUERTO | | |
| Anfibios y reptiles | 0,663 | 0,209 |
| Aves | 0,272 | 0,161 |
| Mamíferos | 0,332 | 0,221 |
| Plantas | 0,374 | 0,196 |
| Todas las especies | 0,453 | 0,231 |
| CABO POLONIO | | |
| Anfibios y reptiles | 0,543 | 0,203 |
| Aves | 0,683 | 0,252 |
| Mamíferos | 0,558 | 0,364 |
| Plantas | 0,388 | 0,362 |
| Todas las especies | 0,624 | 0,226 |
| LAGUNA DE ROCHA | | |
| Anfibios y reptiles | 0,332 | 0,263 |
| Aves | 0,578 | 0,232 |
| Mamíferos | 0,455 | 0,269 |
| Plantas | 0,479 | 0,247 |
| Todas las especies | 0,401 | 0,223 |
| SITIO RAMSAR BAÑADOS DEL ESTE | | |
| Anfibios y reptiles | 0,498 | 0,299 |
| Aves | 0,771 | 0,187 |
| Mamíferos | 0,661 | 0,247 |
| Plantas | 0,799 | 0,161 |
| Todas las especies | 0,727 | 0,225 |
| SITIO RAMSAR LAGUNA DE ROCHA | | |
| Anfibios y reptiles | 0,224 | 0,201 |
| Aves | 0,674 | 0,161 |
| Mamíferos | 0,376 | 0,286 |
| Plantas | 0,669 | 0,221 |
| Todas las especies | 0,503 | 0,228 |

La Tabla 4 indica la media del valor de las celdas para todos los grupos taxonómicos y también para el total de las especies en el perímetro de construcción del PAP, en el del Paisaje Protegido Laguna de Rocha, el Parque Nacional Cabo Polonio y en los Sitios Ramsar.

El Sitio Ramsar Bañados del Este y franja costera presenta la media más alta en el valor de las celdas para el total de las especies en conjunto, aves, mamíferos y plantas. Lo cual confirma la importancia que tiene este tipo de ambiente (Humedales) dada su diversidad no solamente desde el punto de vista paisajístico sino también en lo referente a la riqueza y abundancia de las formas

de vida que alberga (Clara & Maneyro, 1999). Parte de este sitio se encuentra dentro de los límites del Parque Nacional Cabo Polonio.

El Sitio Ramsar Laguna de Rocha presenta sectores con valores altos de celdas para plantas y aves. Este sitio se encuentra comprendido completamente dentro del área protegida Laguna de Rocha, de manera que es un sector que ya se encuentra dentro de planes de manejo donde existen objetos focales de interés que fundamentan su protección.

Dentro del perímetro de construcción del PAP se destaca una media de 0.663 en el valor de las celdas para anfibios y reptiles. Esto sugiere un área relevante para estos grupos, que serían los más afectados por la construcción del puerto, y destaca la importancia de planificar medidas que minimicen los impactos sobre estos grupos, en caso de concretarse la construcción del PAP.

Discusión

Este análisis muestra parte de la capacidad y potencial que poseen este tipo de herramientas informáticas como apoyo en la toma de decisiones durante la planificación en proyectos de conservación, a través de la apreciación espacial de prioridades. Como antecedente en Uruguay podemos encontrar la utilización del programa Zonation 4 en la selección y delimitación de nuevas áreas para el SNAP y como identificación de los padrones rurales de particular interés por su contribución al cumplimiento de los objetivos del Plan Estratégico 2015 - 2020 del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Soutullo *et al.*, 2014a).

Partiendo de la suposición de que la protección total del área de estudio es el estadio ideal de conservación de la biodiversidad, Zonation 4 procedió a remover iterativamente las unidades de planeamiento de menor valor en cada paso, reteniendo las de mayor valor durante el análisis. Así pudimos visualizar la distribución geográfica de los valores de las celdas para cada mapa generado. En ninguno de estos casos se percibieron diferencias en la clasificación de celdas al comparar los mapas incluyendo y excluyendo el perímetro del PAP. En este sentido, los resultados y por consiguiente la discusión puso foco en los mapas de priorización espacial que incluyeron el perímetro del PAP.

Caracterización del territorio prioritario

Para los diferentes grupos de especies analizados por separado se encontraron algunas diferencias en cuanto a la ubicación y distribución de las celdas de mayor valor (Figura 3). Para todos los grupos existe una correspondencia de los sectores más prioritarios respecto a los alrededores de la Laguna de Castillos. En el caso de mamíferos y aves se destacan los alrededores de la Laguna de Rocha como zonas de alto valor.

El 17% del territorio más prioritario (22709,1 ha) fue seleccionado a partir del mapa de priorización espacial donde se incluyeron todas las especies consideradas. Éste se concentra principalmente en el entorno de la Laguna de Castillos, coincidiendo geográficamente con el Sitio Ramsar Bañados del Este y franja costera y en la faja costera a lo largo de toda el área de estudio.

La faja costera del total del área de estudio está principalmente caracterizada por estepa y herbazal psamófilo (5,9% del territorio prioritario). Se destaca también la extensión de bosque y matorral costero que se encuentra en este sector, ya que tan solo abarcando una extensión de 216,7 ha en el área total de estudio y una proporción del 0,8% en el territorio prioritario es el ambiente que alberga mayor número de especies priorizadas. Esto resalta la importancia de implementar medidas tendientes a proteger este ambiente altamente amenazado por la fragmentación y pérdida de hábitat (Ríos *et al.*, 2010; Bartesaghi 2015); el cual ha sido identificado como objeto de conservación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) de Uruguay (Soutullo *et al.*, 2009; Suarez-Pirez y Soutullo, 2013; SNAP-MVOTMA, 2015).

El sector prioritario del entorno de la Laguna de Castillos está constituido principalmente por zonas inundables conformadas por pastizales y humedales cercanos a la laguna (Figura 4). Está caracterizado mayoritariamente por pastizal inundable (36,9% del territorio prioritario), humedal de emergentes y flotantes de agua dulce (17,3%) y pastizal de llanura costera (13,5%), También se destaca el bosque ribereño (6,0%) a lo largo de los arroyos Don Carlos, De Chafalote y Del Sauce entre otros y el bosque hidrófilo (7,4%). Estos ambientes constituyen el 81,1% del territorio prioritario y se correlaciona de gran manera con el Sitio Ramsar Bañados del Este y franja costera, el cual presenta la media del valor de las celdas más elevada para la mayoría de los grupos.

Acerca del aporte de las áreas protegidas y los Sitios Ramsar

De las 31.051 hectáreas que existen de Sitio Ramsar Bañados del Este y franja costera incluida en el área de estudio, existe un 8% que se encuentra dentro de los límites del Parque Nacional Cabo Polonio, incluido en el SNAP, de manera que ya cuenta con cierto grado de protección a nivel nacional. Sin embargo el proyecto de ingreso del Parque Nacional Cabo Polonio al SNAP menciona como componentes más destacados al Sistema Dunar por su singularidad y a la heterogeneidad ambiental dada por el Sistema Marino-Costero-Insular, donde se destacan islas y puntas rocosas. También resalta la diversidad de ecosistemas naturales presentes dentro del área, entre los cuales existen planicies de inundación lacustre comprendidas entre la Laguna de Castillos y el arroyo Valizas (SNAP-MVOTMA, 2009). Sin embargo este sector de zonas inundables tiene una extensión mucho menor al sector inundable destacado en este análisis e inclusive no es prioridad dentro de los planes de manejo del área protegida, de manera que el aporte que el Parque Nacional Cabo Polonio brinda a la conservación del sector del Sitio Ramsar Bañados del Este y franja parece no

ser suficiente. Esto resalta la importancia de consolidar medidas tendientes a asegurar un manejo racional de este sitio de importancia internacional.

En el caso del sitio Ramsar Laguna de Rocha se encuentra completamente comprendido dentro del área protegida Laguna de Rocha. Aquí si se contempla la protección del Bosque y matorral costero (anteriormente destacado) y el Pastizal de llanura costera (ambiente predominante dentro del perímetro del PAP) como objetos focales en los planes de manejo (SNAP-MVOTMA, 2010). Aun así, este sitio protegido no incluye ningún ambiente del sector inundable priorizado en este análisis dentro de las prioridades de manejo del área, no contemplando entonces la mayor parte de las zonas relevantes identificadas en esta investigación

Perímetro del PAP

Dentro de la zona potencialmente afectada por la construcción del PAP podemos encontrar zonas de alta relevancia incluidas dentro del 17 % del territorio prioritario. Se destaca principalmente la franja conformada por unas 200 hectáreas de estepa y herbazal psamófilo y pastizal de llanura costera (Figura 5). Este último ambiente alberga 14 de las 16 especies de anfibios y reptiles consideradas en este análisis como prioritarias (Tabla 1). Siendo el ambiente predominante dentro del perímetro del PAP, es la razón por la cual existe una media en el valor de las celdas de 0,663 para este grupo de especies. A su vez es más alta que en los Sitios Ramsar y las dos áreas protegidas presentes dentro del área de estudio (Tabla 4). De finalmente concretarse la construcción del PAP, sería sumamente recomendable incluir en el diseño del mismo, medidas que minimicen el impacto sobre estos sectores, y en especial sobre las especies de anfibios y reptiles que utilizan ese sector del territorio.

Antecedentes y correlación geográfica

El área correspondiente al 17 % prioritario se correlaciona geográficamente con la zona identificada como prioritaria en el estudio de línea de base del PAP (Soutullo *et al.*, 2014a) según su vulnerabilidad (amenaza o riesgo de colapso según Keith *et al.*, 2013). Allí se destaca la zona inundable correspondida con el sitio Ramsar aledaño a la Laguna de Castillos, los montes ribereños de los arroyos ya mencionados y la faja costera (Soutullo *et al.*, 2014a). El plan estratégico del SNAP para el período 2015-2020 también identifica la zona prioritaria como parte del conjunto de sitios de interés a ingresar al SNAP. Es así que se incluyó en la Clase 2 de prioridad, según un análisis hecho a nivel de cartas de Servicio Geográfico Militar, carta D26. También aparece sistemáticamente como prioritaria al utilizar información de distribución de mayor resolución a través del programa Zonation 4 (Soutullo *et al.*, 2014b). En estos dos casos anteriormente mencionados encontramos una correlación geográfica de los resultados obtenidos con zonas previamente identificadas como relevantes para la biodiversidad mediante diferentes criterios.

Conclusiones

Como síntesis, destacamos la importancia del pastizal inundable, humedal de emergentes y flotantes de agua dulce, pastizal de llanura costera, bosque ribereño a lo largo de los arroyos Don Carlos, De Chafalote y Del Sauce entre otros y del bosque hidrófilo como ambientes de particular interés para ser tenidos en cuenta dentro de la propuesta de inclusión de la Laguna de Castillos al SNAP (la cual es actualmente área protegida por decreto 266/966 dentro del Monumento Nacional de Dunas). La mejora en la gestión de estos ambientes, a través de planes de manejo que promuevan su protección dentro de las áreas protegidas ya existentes, aparece como una medida inicial prioritaria debido a la posibilidad real de concretarse. Para la estepa y herbazal psamófilo y el bosque y matorral costero debería mejorarse la gestión, principalmente sobre este último ya que cuenta con importantes problemas de fragmentación y degradación a nivel nacional (Bartesaghi, 2015). Una vía podría ser la inclusión del bosque y matorral costero dentro de los límites del Parque Nacional Cabo Polonio. Otra vía podría ser la mejora en la gestión a nivel de ordenamiento territorial. De esta manera se podrían fortalecer los planes de conservación en el entorno de construcción del PAP, pudiendo así mitigar al impacto que pueda generar la construcción y desarrollo del PAP a la biodiversidad presente en su zona de influencia.

Es así que en toda el área de estudio deberían promoverse medidas tendientes a minimizar el impacto sobre los ambientes anteriormente mencionados, debido a que albergan una elevada diversidad de especies destacadas por una variedad de factores. Estos esfuerzos no deberían restringirse solamente a los sectores más prioritarios del territorio, sin embargo se entiende que la protección total de los ambientes relevantes resulta una idea poco factible de realizar, por lo que identificar las áreas de mayor importancia para la biodiversidad posibilita una mayor eficacia para seleccionar los sitios que mejor optimicen los esfuerzos de conservación. A su vez, resulta difícil pensar en la implementación de medidas proteccionistas de exclusión ya que requiere de un importante compromiso político y social, y aun así no estamos seguros que sea la medida más efectiva.

Limitaciones y perspectivas

Resulta importante comprender y analizar que limitaciones contiene nuestro análisis. Idealmente nuestros datos deberían consistir en información exacta acerca de la distribución de las especies (censo poblacional). Sin embargo rara vez es posible contar con este tipo de información e igualmente es necesario tomar decisiones acerca de qué sitios conservar dados los atributos de biodiversidad que posee el territorio de interés. En nuestro caso no utilizamos datos reales de presencia/ausencia de especies, sino distribución predicha a través de la asignación de ambientes para cada especie. Esto implica que cada especie tiene una potencial ocurrencia dentro de determinada parte del área de estudio. Sin embargo la ocurrencia en sí, no implica necesariamente

una buena calidad de hábitat o persistencia de la especie a lo largo del tiempo (Mikusinski *et al.*, 2007). Entonces acoplar estas decisiones con una proyección respecto a los futuros cambios que puedan ocasionarse en la estructura y composición de los ambientes debido a la dinámica antropogénica y la variación natural en sí, resultaría una práctica compleja pero ideal (Mikusinski *et al.*, 2007). Estas priorizaciones deben a su vez ser validadas y complementadas con trabajo de campo que permita evaluar el estado de las zonas priorizadas y la existencia de otros sitios de particular interés para estos componentes de la biodiversidad (Soutullo *et al.*, 2014a).

Por otro lado, los análisis realizados deberían ser complementados con información adicional que permita incluir una mayor diversidad de criterios, como la inclusión de más parámetros durante la priorización espacial mediante Zonation 4, en forma de capas *shapefile*, ej. Servicios ecosistémicos, precio y uso de las tierras, parcelas rurales y otros atributos de la biodiversidad.

Entender la conectividad de los ambientes en mayor profundidad es otro aspecto importante a tener en cuenta para orientar la toma de decisiones con una mayor robustez durante la identificación de zonas prioritarias; para esto último se sugiere incluir un análisis de grafos espaciales.

Finalmente, vale la pena señalar que el establecimiento de zonas prioritarias para la conservación es sólo una parte del modelo operativo durante la generación de planes de conservación (Knight *et al.*, 2006). Para que resulte un proceso exitoso, también se necesitan estrategias eficaces de ejecución y gestión (Lehtomäki & Moilanen, 2013). Los mapas de priorización espacial generados a través de Zonation 4, se tratan de un componente que influye en las acciones de conservación; el aporte de expertos y de las partes interesadas influirá en las decisiones finales (Knight *et al.*, 2006; Ferrier & Wintle, 2009).

Agradecimientos

A mis tutores Alvaro y Lucia por su orientación a lo largo de la tesis, donde brindaron todo el apoyo necesario para el desarrollo de esta investigación.

Al tribunal, Alvar, Alvaro y Mariana por sus importantes aportes que permitieron mejorar el contenido y el enfoque de esta tesis.

A mi familia, mi compañera Lia y mis amigos por estar presentes en mi vida.

Bibliografía

Anderson, R.P. & Martinez-Meyer, E., 2004. Modeling species geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation*, 116,167-179.

Bartesaghi, L., 2015. Fragmentación y conectividad del paisaje costero para vertebrados e invertebrados prioritarios para la conservación. (Pedeciba, UdelaR).

Carvalho, S.B., Brito, J.C., Pressey, R.L., Crespo, E., Possingham, H.P., 2010. Simulating the effects of using different types of species distribution data in reserve selection. *Biological Conservation* 143, 426–438.

Clara, M., & R. Maneyro. 1999. Humedales del Uruguay. El ejemplo de los Humedales del Este. Pp. 71–83 in Malvarez, A. I. (ed.). Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica. UNESCO, Montevideo, Uruguay

Davis, T.J., Blasco, D., 1996. Manual de la Convención de Ramsar. Una guía a la Convención sobre los humedales de importancia internacional. Oficina de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza.

Di Minin, E., Veitch, V., Lehtomäki, J., Montesino Pouzols, F. & Moilanen, A., 2014. A quick introduction to Zonation 4. Helsinki: Helsingin yliopisto. 30 p.

ESRI: Environmental Systems Research Institute 2010. ArcGIS 10. ArcMap Version 10.0 License Type ArcInfo. Copyright © 1999-2010 ESRI Inc.

Ferrier, S. & Wintle, B.A., 2009. Quantitative approaches to spatial conservation prioritization: matching the solution to the need.

Guisan, A. & Thuiller, W., 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8, 993-1009.

Haddad N.M., Brudvig L.A. Clobert J., Davies K.F., Gonzalez A. Holt R.D., Lovejoy T.E., Sexton J.O., Austin M.P., Collins C.D., Cook W.M., Damschen E.I., Ewers R.M., Foster B.L., Jenkins C.N., King A.J., Laurance W.F., Levey D.J., Margules C.R., Melbourne B.A., Nicholls A.O., Orrock J.L., Song DX y Townshend J.R. 2015. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, 1(2), e1500052.

Hutchinson, G.E., 1957. A treatise on limnology. *Wiley, New York*. 1015 p.

Knight, A.T., Cowling, R.M. & Campbell, B.M., 2006. An operational model for implementing conservation action. *Conservation Biology*, 20, 408-419.

Kremen, C., Cameron, A., Moilanen, A., Phillips, S.J., Thomas, C.D., Beentje, H., Dransfield, J., Fisher, B., Glaw, F., Good, T.C., Harper, G., Hijmans, R., Lees, D., Louis Jr.E., Nussbaum, R., Raxworthy, C., Razafimpahanana, A., Schatz, G., Vences, M., Vieites, D., Wright, P. & Zjhra, M., 2008. Aligning conservation priorities across taxa in Madagascar with high-resolution planning tools. *Science*, 320, 222-226.

Kukkala, A.S. & Moilanen, A., 2012. Core concepts of spatial prioritisation in systematic conservation planning. *Biological Reviews*, 88, 443-464.

Langhammer, P.F., Bakarr, M.I., Bennun, L.A., Brooks, T.M., Clay, R.P., Darwall, W., De Silva, N., Edgar, G.J., Eken, G., Fishpool, L.D., Da Fonseca, G.A., Foster, M.N., Knox, D.H., Matiku, P., Radford, E.A., Rodrigues, A.S., Salaman, P., Sechrest, W., Tordoff, A.W., 2007. Identification and Gap Analysis of Key Biodiversity Areas: Targets for Comprehensive Protected Area Systems. IUCN Best Practice Protected Areas Guidelines Series No. 15. IUCN, Gland, Switzerland.

Lehtomäki, J. & Moilanen, A., 2013. Methods and workflow for spatial conservation prioritization using Zonation 4. 47, 128-137.

Lehtomäki, J., Tomppo, E., Kuokkanen, I., Hanski, A. & Moilanen, A., 2009. Applying spatial conservation prioritization software and high-resolution GIS data to a national-scale study in forest conservation. *Forest Ecology and Management*, 258, 2439-2449.

Margules, C.R. & Pressey, R.L., 2000. Systematic conservation planning. *Nature*, 405, 243-253.

Margules, C.R. & Sarkar, S., 2007. Systematic Conservation Planning. *Cambridge University Press*, 270 p.

Mikusinski, G., Pressey, R.L., Edenius, L., Kujala, H., Moilanen, A., Niemela, J., & Ranius, T. 2007, Conservation Planning in Forest Landscapes of Fennoscandia and an Approach to the Challenge of Countdown 2010. *Conservation Biology*, 21: 1445–1454. doi: 10.1111/j.1523-1739.2007.00833.x

Moilanen, A., 2006. Landscape Zonation 4, benefit functions and target-based planning: Unifying reserve selection strategies.

Moilanen, A., Anderson, B.J., Eigenbrod, F., Heinemeyer, A., Roy, D.B., Gillings, S., Armsworth, P.R., Gaston, K.J. & Thomas, C.D., 2011. Balancing alternative land uses in conservation prioritization. *Ecological Applications*, 21, 1419-1426.

Moilanen, A., Franco, A.M.A., Early, R.I., Fox, R., Wintle, B. & Thomas, C.D., 2005. Prioritizing multiple-use landscapes for conservation: methods for large multi-species planning problems. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 272, 1885-1891.

Pressey, R.L. & Bottrill, M.C., 2008. Opportunism, threats, and the evolution of systematic conservation planning. *Conservation Biology*, 22, 1340-1345.

Ríos, M., Bartesaghi, L., Piñeiro, V., Garay, A., Mai, P., Delfino, L., Masciadri, S., Alonso-Paz, E., Bassagoda, M.J., & Soutullo A., 2010. Caracterización y distribución espacial del bosque y matorral psamófilo. Ecoplata, Proyecto Fortalecimiento del Proceso de Implementación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Uruguay, SERIE DE INFORMES N° 23.

Rius, A., Bianchi, C., Dean, A., Gorga, R., Isabella, F., Willebald, H. 2014. Uruguay EL FUTURO EN FOCO. Cuadernos sobre Desarrollo Humano Grandes inversiones en Uruguay: oportunidades y riesgos Instituto de Economía (FCEA, UdelaR).

SNAP-MVOTMA: Sistema Nacional de Áreas Protegidas - Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente 2009. Proyecto de ingreso del área protegida Marino-Costera de Cabo Polonio al Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

SNAP-MVOTMA: Sistema Nacional de Áreas Protegidas - Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente 2010. Proyecto de ingreso del área Laguna de Rocha al Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

SNAP-MVOTMA: Sistema Nacional de Áreas Protegidas - Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente 2015. Plan Estratégico 2015-2020. Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Uruguay. Montevideo, 66pp.

Soutullo A., Alonso E., Arrieta D., Beyhaut R., Carreira S., Clavijo C., Cravino J., Delfino L., Fabiano G., Fagundez C., Haretche F., Marchesi E., Passadore C., Rivas M., Scarabino F., Sosa B. y Vidal N. 2009. Especies Prioritarias para la Conservación en Uruguay 2009. Proyecto fortalecimiento del proceso de implementación del sistema nacional de áreas protegidas. DINAMA/MVOTMA - PNUD/GEF. Serie Documentos de Trabajo N°16. Montevideo. 95pp.

Soutullo, A., Carranza, A., Clavijo, C., Arim, M., Alonso, E., Bessonart, J., Borthagaray, A., Bou, N., Cortés, G., Etchebarne, V., Franco-Trecu, V., García, M., Greco, S., González, E.M., Haretche, F., Horta, S., Laborda, A., Laufer, G., Lezama, C., Ligrone, A., Loureiro, M., Martínez, G., Montes de Oca, L., Pereyra, I., Piñeiro Rodríguez, V., Postiglioni, R., Scarabino, F., Segalerba, A., Serra, W.S. 2014a. Caracterización Biótica y Evaluación de la Integridad Ecológica del área de influencia del Puerto de Aguas Profundas. Informe Técnico MNHN/IIBCE-DICYT-MEC. 172 pp.+ Anexos.

Soutullo A., Bartesaghi L., Rios M., Szephegyi M.N., Di Minin E. 2014b . Prioridades espaciales para la expansión y consolidación del SNAP en el periodo 2015-2020. Documento elaborado en el marco del proyecto "*Fortalecimiento del Proceso de Implementación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Uruguay*" MVOTMA/DINAMA - PNUD/GEF (Proyecto URU/06/G34). 27 pp.

Suarez-Pirez C. y A. Soutullo. 2013. Actualización de los objetivos de conservación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Uruguay. Componente continental y costero. Documento elaborado en el marco del proyecto "Fortalecimiento del Proceso de Implementación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Uruguay" MVOTMA/DINAMA - PNUD/GEF (Proyecto URU/06/G34). 46pp.

Thomas, C.D., Anderson, B.J., Moilanen, A., Eigenbrod, F., Heinemeyer, A., Quaife, T., Roy, D.B., Gillings, S., Armsworth, P.R. & Gaston, K.J., 2012. Reconciling biodiversity and carbon conservation. *Ecology Letters* <http://dx.doi.org/10.1111/ele.12054>.

Trumper, K., Goodman, L., Woroniecki, S. and Kapos, V. (2013) Land use commitments, safeguards and standards: EU RED, CBD Aichi Biodiversity Targets, and REDD+. Prepared on behalf of WWF Germany by UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK.