

Solicitud de concesión de ayudas a la

Convocatoria de ayuda a proyectos de investigación liderados por jóvenes investigadores

1. Datos de identificación.

Título de la propuesta	Accesibilidad humana y riesgo de extinción de vertebrados terrestres: escenarios macroecológicos de cambio
Nombre y apellidos del solicitante	Dr. Miguel Ángel Olalla Tárrega
Datos de contacto: e-mail y teléfono	E-mail: miguel.olalla@edu.uned.es ; miguel.olalla@uah.es Teléfono móvil: 651464759
Departamento/Instituto/Grupo de Investigación/Otros	Profesor Ayudante Doctor Cátedra UNESCO Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible. Facultad de Educación (UNED)
Dirección, código postal, provincia	Calle Juan del Rosal 14, 28040, Madrid

2. Memoria Técnica. Actividades y resultados de investigación

2.1. Introducción (Planteamiento, objetivos y justificación)

El rango de distribución geográfica de las especies se considera la unidad fundamental en macroecología (Brown et al. 1996). La distribución geográfica de una especie es el resultado de la interacción entre factores íntros (p.ej. fisiología, dieta, capacidad reproductiva, etc.) y extrínsecos, bien de tipo abiótico (p. ej. clima, topografía, edafología, etc.) o biótico (p. ej. competencia, depredación, etc.). En ausencia de influencia humana directa, los factores abióticos asociados al clima parecen jugar un papel clave a la hora de determinar el área de distribución de las especies (Pearson & Dawson, 2003). No obstante, los asentamientos humanos se han ubicado de forma preferencial en lugares que, por sus características climáticas y fisiográficas (productividad primaria, temperaturas, elevaciones, etc.), suelen albergar una mayor riqueza de especies de plantas y animales (Chown et al. 2003). Esta coincidencia geográfica entre “hotspots” de biodiversidad y densidad de población humana ha dado lugar con frecuencia al declive de poblaciones y, en ocasiones, a la extinción local o global de especies. La situación es especialmente preocupante para dos grupos de vertebrados terrestres: mamíferos y anfibios. En su conjunto, entre un 20 y un 35% de las especies descritas hasta la fecha en ambos taxones se encuentran gravemente amenazadas (Stuart et al. 2004, Schipper et al. 2008). Debido al elevado grado de amenaza de ambos grupos, la UICN ha elaborado detalladas Listas Rojas sobre el status de conservación de especies. Igualmente,

la comunidad científica dispone de abundante información sobre la distribución global, biología y ecología de los casi 5500 mamíferos y más de 6000 anfibios descritos hasta la fecha. La presente propuesta de investigación se plantea como objetivo prioritario evaluar la influencia de la accesibilidad humana sobre los rangos de distribución de especies de mamíferos y anfibios, así como su riesgo de extinción local. Se persigue un abordaje novedoso, que combine avances recientes en la modelización del impacto humano con datos biogeográficos y ecológicos. Específicamente, se pretende evaluar la hipótesis de que los lugares más accesibles para el ser humano van a tener una mayor agregación de límites de rango de distribución de especies, mientras que los menos accesibles albergarán con mayor frecuencia zonas centrales (“core”) de los rangos de distribución. Estos análisis considerarán el posible efecto de otros factores como el clima o la autocorrelación espacial. Asimismo, se predice que los lugares menos accesibles para el hombre coincidirán espacialmente con una mayor concentración de especies con menor grado de amenaza (igualmente tras controlar posibles efectos aditivos del clima y la autocorrelación espacial). Finalmente, se persigue identificar qué rasgos biológicos de las especies (modo de vida, tamaño, ciclos de actividad, dietas, etc.) predisponen a las especies a un mayor nivel de amenaza antrópica.

2.2. Descripción de la ejecución- Metodología

Inicialmente su ejecución se realizó en la UNED, pero a partir del 1 de septiembre (debido al cambio de adscripción laboral del Investigador Principal) se completó en el Departamento de Biología y Geología de la Universidad Rey Juan Carlos. Este cambio de centro de destino no ha afectado al normal desarrollo del proyecto ni al plan de trabajo originalmente previsto. Durante el año de duración del proyecto se han completado todas las actividades e hitos previstos en la solicitud original:

1) Obtención y procesado de datos de distribución geográfica y atributos biológicos de mamíferos y anfibios.

Debido a la mayor disponibilidad de datos sobre la biogeografía y biología de mamíferos, se ha realizado un primer trabajo de investigación enfocado exclusivamente en este grupo de vertebrados terrestres. Se han utilizado los datos disponibles sobre su distribución geográfica (extensión de ocurrencia) y ecología en repositorios globales (ej. Schipper et al. 2008, Jones et al. 2009). Tanto los datos de distribución de mamíferos como los de anfibios se han obtenido

de las bases de datos UICN disponibles en <http://www.iucnredlist.org/technicaldocuments/spatial-data> y actualizadas en el año 2013. La recopilación de datos sobre la biología de cada una de las especies de anfibios ha requerido comenzar una colaboración con el grupo de investigación del Prof. Claudio Bidau de la Universidad nacional de Rio Negro (Argentina). Hasta la fecha se han conseguido obtener datos autoecológicos para casi la mitad de las aproximadamente 6000 especies descritas hasta la fecha y se está trabajando en la elaboración de un segundo manuscrito científico centrado en este taxón. Todas las bases de datos han sido procesadas mediante ArcGIS 10.0, tablas Excel y el ambiente de trabajo R.

2) Obtención de descriptores ambientales e incorporación en el SIG y de imágenes satélite de alta resolución espacial. Los datos climáticos en formato SIG se han obtenido de diversos organismos nacionales e internacionales (se pueden consultar los detalles en el manuscrito enviado para publicación en Journal of Animal Ecology que se asjunta a este informe). Se ha procesado igualmente la variable de accesibilidad humana en base a algoritmos de costedistancia implementados en SIG (Nelson, 2008). Su efectividad como indicador de impactos humanos sobre los ensamblajes faunísticos ha sido comparada con otra métrica clásica, frecuentemente usada en estudios similares, el índice de Huella Humana de Sanderson y colaboradores (2002).

3) Modelización y análisis: Evaluación de impactos de la variable de accesibilidad humana sobre los rangos de distribución de las especies. Por el momento estos análisis se han centrado en mamíferos y han requerido el uso de regresiones simples (usando test modificados de la t de Dutilleul basados en correcciones que usan grados de libertad geográficamente efectivos para poder incorporar el efecto de la autocorrelación espacial), regresiones múltiples con procedimientos de selección de modelos basados en AIC y regresiones parciales para realizar particiones de varianza entre variables ambientales y descriptores de impacto humano (se pueden consultar los detalles en el manuscrito adjunto a este informe).

4) Redacción de manuscrito para revista científica internacional y de informe final de proyecto.

Se adjunta a este informe el manuscrito científico enviado para su publicación a Journal of Animal Ecology. Con fecha 22 de diciembre de 2013 se ha recibido una decisión editorial de “major revision” (también adjunta) y actualmente se están incorporando al manuscrito los cambios sugeridos por los revisores. Debido a la naturaleza de estos comentarios, se espera que en las próximas semanas el manuscrito sea aceptado para su publicación. Se agradece

explícitamente en la sección correspondiente del manuscrito el apoyo económico recibido de la AEET para implementar este proyecto.

2.3. Resultados obtenidos (cumplimiento de objetivos)

A continuación se resumen las principales aportaciones científicas realizadas en el marco de este proyecto y se relacionan con los antecedentes del tema y los objetivos previstos.

El rango de distribución geográfica de las especies se considera la unidad fundamental en macroecología (Brown et al. 1996). La distribución geográfica de una especie es el resultado de la interacción entre factores intrínsecos (p.ej. fisiología, dieta, capacidad reproductiva, etc.) y extrínsecos, bien de tipo abiótico (p. ej. clima, topografía, edafología, etc.) o biótico (p. ej. competencia, depredación, etc.). En ausencia de influencia humana directa, los factores abióticos asociados al clima parecen jugar un papel clave a la hora de determinar el área de distribución de las especies (Pearson & Dawson, 2003). No obstante, los asentamientos humanos se han ubicado de forma preferencial en lugares que, por sus características climáticas y fisiográficas (productividad primaria, temperaturas, elevaciones, etc.), suelen albergar una mayor riqueza de especies de plantas y animales (Chown et al. 2003). Esta coincidencia geográfica entre “hotspots” de biodiversidad y densidad de población humana ha dado lugar con frecuencia al declive de poblaciones y, en ocasiones, a la extinción local o global de especies. La situación es especialmente preocupante para dos grupos de vertebrados terrestres: mamíferos y anfibios. En su conjunto, entre un 20 y un 35% de las especies descritas hasta la fecha en ambos taxones se encuentran gravemente amenazadas (Stuart et al. 2004, Schipper et al. 2008). Debido al elevado grado de amenaza de ambos grupos, la UICN ha elaborado detalladas Listas Rojas sobre el status de conservación de especies. Igualmente, la comunidad científica dispone de abundante información sobre la distribución global, biología y ecología de los casi 5500 mamíferos y más de 6000 anfibios descritos hasta la fecha. Este proyecto se planteaba como objetivo prioritario evaluar la influencia de la accesibilidad humana sobre los rangos de distribución de especies de mamíferos y anfibios, así como su riesgo de extinción local. Se perseguía un abordaje novedoso, que combinase avances recientes en la modelización del impacto humano con datos biogeográficos y ecológicos. Nuestros resultados apoyan la hipótesis de que el clima actual juega un papel determinante sobre los gradientes globales de riqueza de especies de mamíferos (la evapotranspiración real y potencial, junto con la precipitación, fueron las variables ambientales que explicaron mayores porcentajes de varianza). Sin embargo, la importancia de los impactos humanos surge

al desagregar los análisis por región biogeográfica. A pesar de las altas proporciones de varianza compartida entre impacto humano y ambiente como explicación de la riqueza de especies, los efectos humanos adquirieron especial relevancia a nivel de región biogeográfica. Nuestro trabajo evalúa, por primera vez, los impactos humanos sobre los patrones globales y regionales de riqueza de mamíferos usando, de forma simultánea, dos métricas diferentes: huella humana (Sanderson et al., 2002) y accesibilidad humana (Nelson, 2008). Curiosamente, encontramos que las regiones Paleártica, Neártica y Oriental son aquellas en las que las condiciones ambientales son tan importantes como los impactos humanos a la hora de explicar los patrones de riqueza de mamíferos. Nuestros resultados alcanzan especial relevancia en la comprensión de los patrones de declive poblacional de mamíferos, puesto que detectamos que los mejores predictores de la riqueza de especies son igualmente los que mejor predicen la disminución de las poblaciones de mamíferos en la actualidad (véanse los detalles en el manuscrito adjunto y Collen et al., 2011). Nuestros resultados confirman que los efectos del impacto humano sobre la riqueza de especies dependen de los niveles de perturbación de cada región. En regiones densamente pobladas las tasas de extinción de especies son más altas, lo que se traduce en una disminución de la riqueza de especies, un escenario apoyado por la evidencia de la desaparición generalizada de poblaciones de mamíferos en regiones con alta densidad humana (Luck, 2007). Los impactos antropogénicos directos sobre la riqueza de especies también están mediados a través de los patrones de asentamientos humanos históricos y, por lo tanto, están sin duda influenciados por una compleja gama de factores socioeconómicos y culturales (Huston, 2005). La ubicación histórica de asentamientos humanos en ambientes de alta energía y disponibilidad de recursos han permitido alcanzar mayores densidades de población al ocupar los hábitats más productivos y diversos (más propicios para el crecimiento poblacional). Del mismo modo, Europa y América del Norte tienen una muy larga historia de impactos antropogénicos por lo que muchas especies se han extinguido y las que aún persisten en estas regiones es probable que sean más tolerantes a la presencia humana (Vázquez & Gaston, 2006). Ambas posibilidades se han utilizado para explicar la existencia de correlaciones positivas entre la huella humana y la riqueza de especies hasta la fecha. En general, sin embargo, los estudios previos que estudiaban la relación entre densidad de población humana (o huella humana) y riqueza de especies parecen encontrar comúnmente una correlación negativa. Esta relación es más evidente en zonas donde las poblaciones humanas son más dependientes de la explotación de los recursos naturales para su subsistencia. Los efectos

perjudiciales sobre la biodiversidad de los cambios excesivos en el paisaje son fácilmente visibles a escala local en áreas altamente urbanizadas e industrializadas (véase, por ejemplo Araujo 2003). A grandes escalas espaciales, la pérdida y la fragmentación de hábitat suelen sugerirse como los principales motores del cambio ambiental causado por el hombre, y el uso de la huella humana como métrica única de impacto humano no siempre es suficiente para detectar este tipo de procesos. Nuestro estudio muestra la utilidad de la incorporación de una variable de accesibilidad humana a los análisis macroecológicos. La accesibilidad humana, altamente dependiente de la red vial mundial, podría interpretarse como una variable proxy para la falta de idoneidad de hábitat para animales y plantas nativas en los estudios macroecológicos. Zonas más accesibles a los seres humanos pueden ofrecer menor disponibilidad de hábitat para mamíferos debido a elevadas presiones de fragmentación y caza. Al contrario que la huella humana (Sanderson 2002), la accesibilidad humana se correlacionó negativamente con la riqueza de especies en todos los ámbitos biogeográficos donde detectamos una contribución significativa independiente de los impactos humanos (Neártico, Paleártico y región Oriental).

2.4. Conclusiones y valoración de la ejecución

En conclusión, encontramos que la disponibilidad conjunta de agua y energía en el medio influyen en la distribución geográfica de las especies de mamíferos y los seres humanos, que han habitado históricamente áreas de alta energía. En general, la intersección de los impactos humanos con la variación climática impulsa la variación geográfica en la riqueza de especies de mamíferos en el Paleártico, Neártico y la región Oriental. El uso de una variable de accesibilidad humana nos muestra, por primera vez, que las zonas más accesibles a los seres humanos son a menudo aquellas en las que nos encontramos con menor riqueza de especies de mamíferos. Estos resultados sugieren la necesidad de realizar estudios adicionales similares para otros grupos taxonómicos y evaluar sus implicaciones para el diseño de acciones para la conservación de especies en virtud de los procesos de cambio global en curso.

2.5. Publicaciones resultantes

Torres-Romero, E.J., Olalla-Tárraga, M.A. (sometido). Untangling human and environmental effects on geographic gradients of mammal species richness: a global and regional evaluation. *Journal of Animal Ecology* .

Torres-Romero, E.J., Olalla-Tárraga, M.A. (en prensa). Impacto humano y riqueza de especies de vertebrados terrestres: una revisión a diferentes escalas macroecológicas. *Ecosistemas* 23(1): 000-000.