

# Impacto del cambio climático sobre la idoneidad del hábitat del endemismo macaronésico *Tetrastichium fontanum* (Mitt.) Cardot

Ruymán David Cedrés-Perdomo<sup>1</sup> & Guillermo Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal. Universidad de La Laguna, España. [rcedresp@ull.edu.es](mailto:rcedresp@ull.edu.es)  
<sup>2</sup> Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución. Universidad Complutense de Madrid. España. [gsanto02@ucm.es](mailto:gsanto02@ucm.es)

## INTRODUCCIÓN

*Tetrastichium fontanum* es una especie de musgo iberomacaronésico, actualmente clasificada como Vulnerable en la Lista Roja de la UICN. Se distribuye por los archipiélagos de Azores, Madeira y Canarias, con una población en el sur de la Península Ibérica (Sierra de Montecoeche, Cádiz). La especie se restringe a hábitats higrófilos y moderadamente umbrófilos, como suelos húmedos en bosques sombríos, márgenes de arroyos, cuevas y rezumaderos. Aunque se encuentra mayoritariamente dentro de espacios naturales protegidos, sus poblaciones suelen ocupar microhábitats situados en los bordes de senderos, lo que las hace especialmente vulnerables a alteraciones.

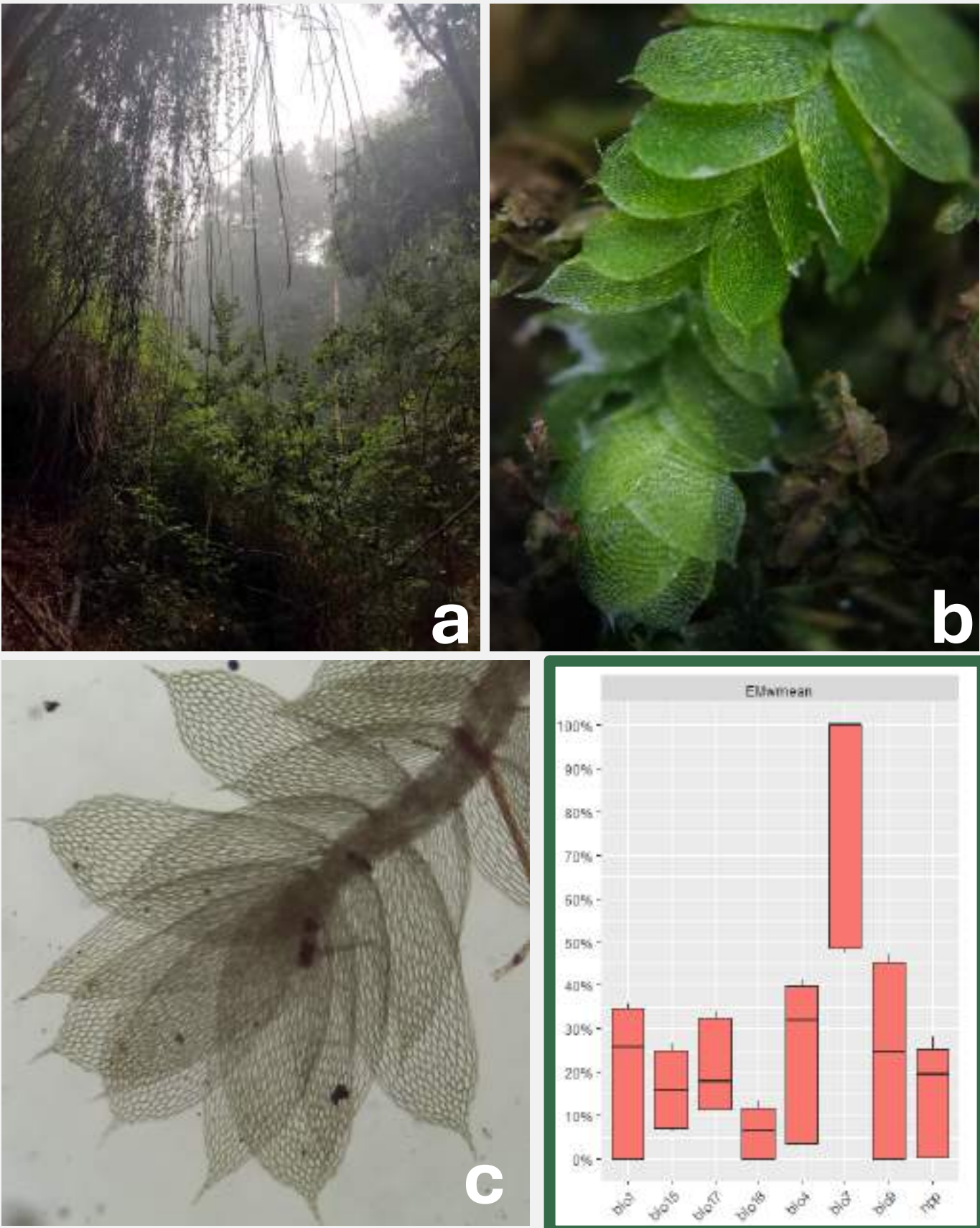


Figura 1. Laurisilva, hábitat de *T. fontanum* (a; Agua García, Tenerife); hábito de *T. fontanum* en el campo (b) y bajo microscopio (c).



Figura 2. Importancia de las variables en los modelos de nicho consenso para *T. fontanum*.

Tabla 2. Nicho potencial (idoneidad >75%) y porcentaje de pérdida en escenarios futuros para *T. fontanum*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio, se modeló la idoneidad del hábitat actual y futura de *T. fontanum* a lo largo de todo su rango de distribución. Utilizando variables ambientales de alta resolución de CHELSA y datos de ocurrencia georreferenciados, se desarrollaron modelos de distribución de especies (SDMs) con el paquete *biomod2* en RStudio. Se realizaron correlaciones para seleccionar las ocho variables ambientales más informativas. Se construyeron modelos consenso basados en tres algoritmos: GBM, RF y GAM. Además, se estudiaron los desplazamientos del hábitat para los períodos 2041–2070 y 2071–2100 bajo dos escenarios de concentración de gases de efecto invernadero (SSP370 y SSP585), utilizando proyecciones climáticas del modelo IPSL-CM6A-LR.

Escenario	Área (km <sup>2</sup> ) y %
Actualidad	4.981,23
2041–2070 SSP370	3.128,18 (-37,22%)
2041–2070 SSP585	3.101,6 (-37,73%)
2071–2100 SSP370	2.864,87 (-42,47%)
2071–2100 SSP585	2.611,45 (-47,57%)

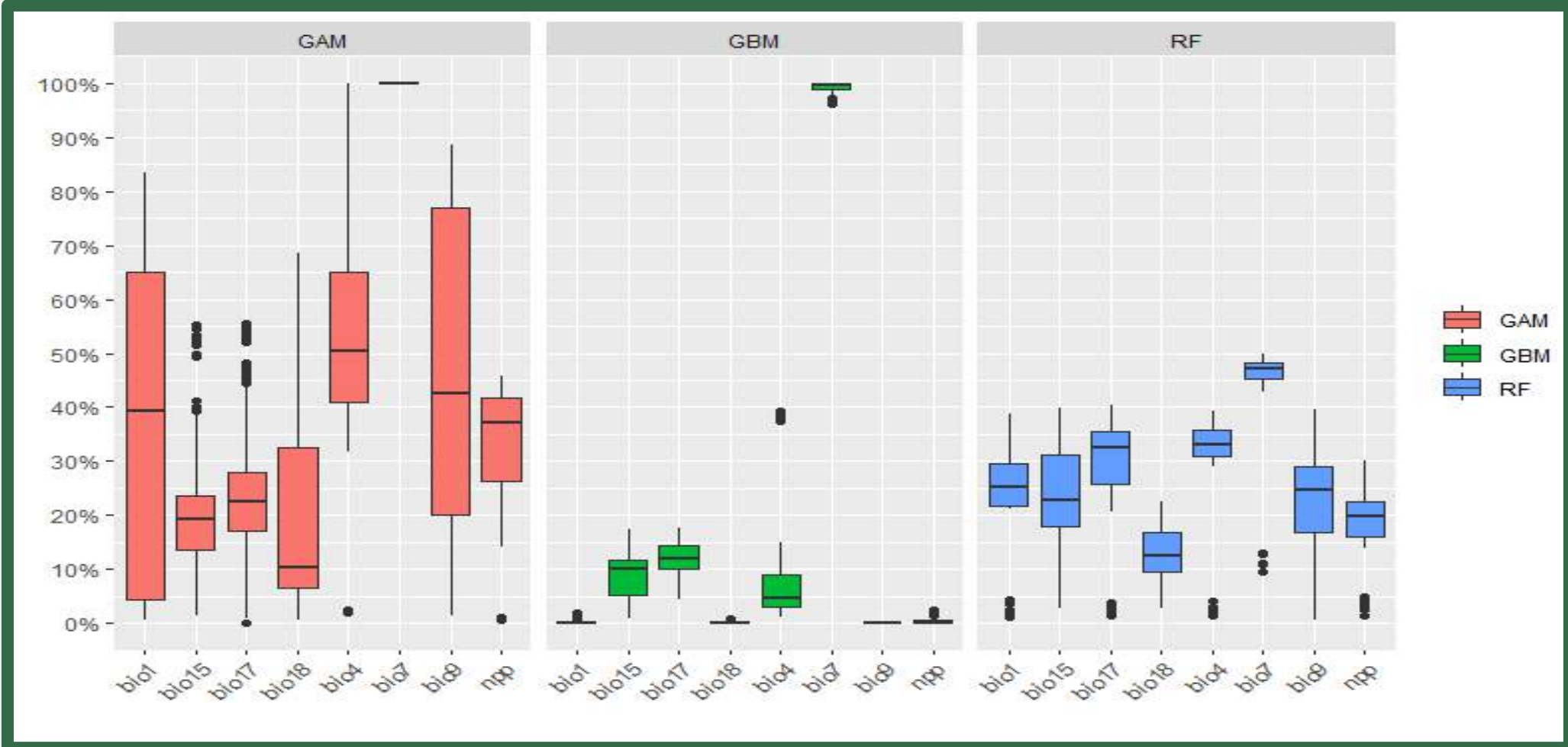


Figura 3. Importancia relativa de cada variable en los modelos individuales (GAM, GBM y RF) utilizados para predecir la distribución de *T. fontanum*. Cada diagrama de caja representa la variabilidad en la contribución de cada variable a través de las réplicas del modelo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El factor más importante en la modelización del nicho de *T. fontanum* es el rango anual de temperatura (bio7). Nuestros resultados indican una contracción significativa de los hábitats de alta idoneidad (idoneidad >75 %) bajo diferentes proyecciones climáticas, con una pérdida prevista que oscila entre el 37 % y el 47 %, afectando especialmente a las poblaciones de menor altitud. La desaparición del nicho proyectada del único enclave ibérico conocido, junto con la contracción de las poblaciones canarias, podría comprometer la viabilidad a largo plazo de las poblaciones españolas. En contraste, se prevé que Azores conserve más del 90 % del nicho potencial actual de la especie, mientras que la población de Madeira podría perder hasta un tercio. La especie podría persistir en microrefugios como cuevas, barrancos húmedos persistentes y otros lugares sombreados que retienen humedad y ofrecen condiciones microclimáticas estables. Estos hallazgos subrayan la urgencia de actualizar las evaluaciones de conservación e implementar estrategias integrales para la conservación de *T. fontanum*, incluyendo la protección in situ de microhábitats, esfuerzos de conservación *ex situ* e *in situ* y una gestión dirigida de los refugios climáticos críticos para la supervivencia a largo plazo de la especie.

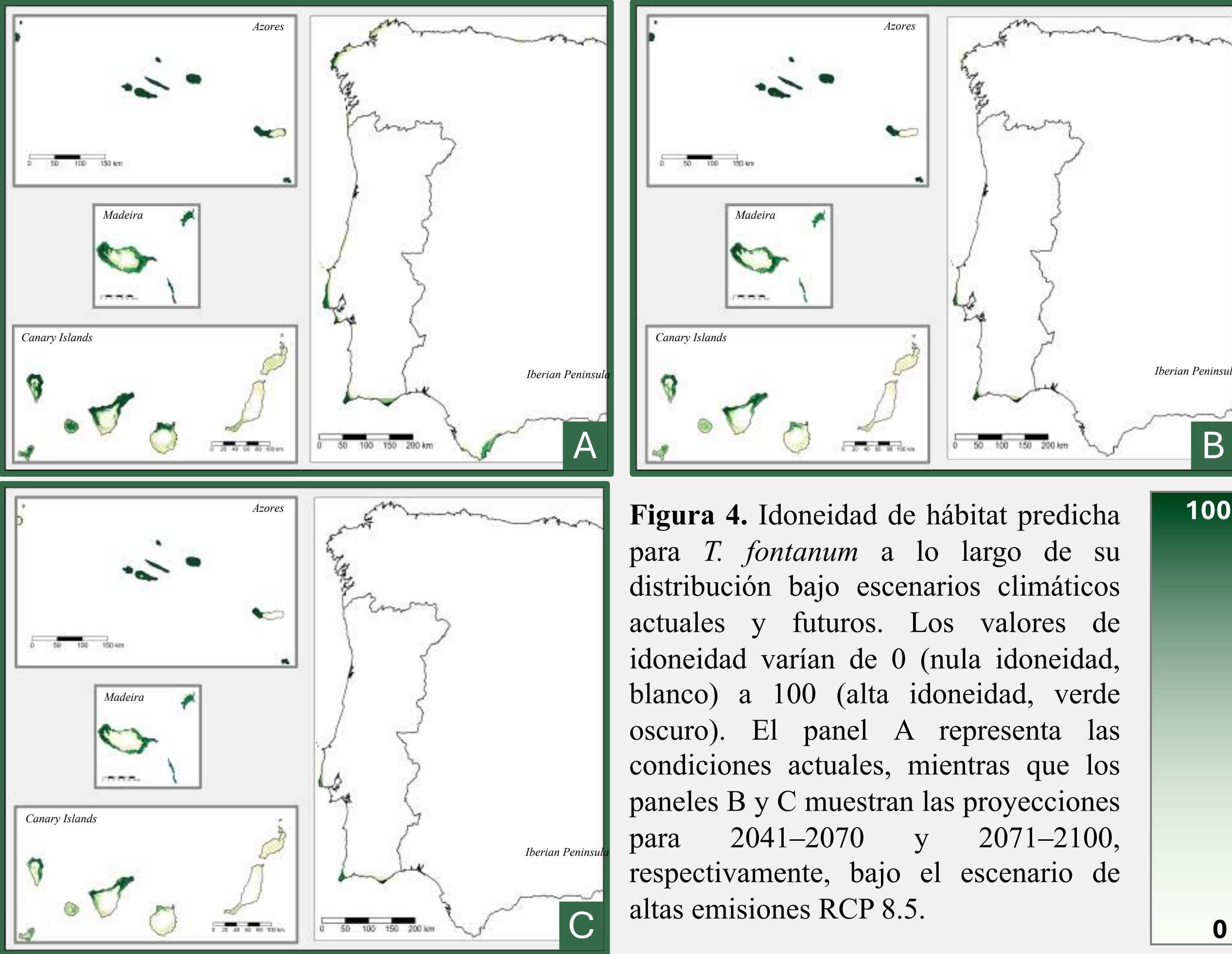


Figura 4. Idoneidad de hábitat predicha para *T. fontanum* a lo largo de su distribución bajo escenarios climáticos actuales y futuros. Los valores de idoneidad varían de 0 (nula idoneidad, blanco) a 100 (alta idoneidad, verde oscuro). El panel A representa las condiciones actuales, mientras que los paneles B y C muestran las proyecciones para 2041–2070 y 2071–2100, respectivamente, bajo el escenario de altas emisiones RCP 8.5.

## CONCLUSIONES

- ✓ Se predice una fuerte contracción de los hábitats más idóneos (>75%), que oscilaría entre el 37 % y el 47 %.
- ✓ Las poblaciones portuguesas no parecen sufrir contracciones importantes bajo los escenarios climáticos futuros.
- ✓ La supervivencia de las poblaciones españolas se ve comprometida por el cambio climático, aumentando su riesgo de extinción.
- ✓ Esta especie requiere un seguimiento para detectar fluctuaciones en el tamaño poblacional, así como una posible reevaluación.