



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

**MODELOS DE
DISTRIBUCIÓN DE
ÁRBOLES Y ARBUSTOS
DE LA PENÍNSULA
IBÉRICA Y BALEARES.**

Alumno/a: Colmenero Blanca, Diego F.

Tutor/a: Julio M. Alcántara.
Antonio J. Manzaneda.

Dpto: Biología Animal, Biología Vegetal y
Ecología.

RESUMEN

Los modelos de distribución de especies (SDM), están aprovechando el auge actual de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), incorporándolos como una potente herramienta que proporciona a los modelos una cantidad enorme de información ambiental muy valiosa, para estudiar el nicho ecológico de las especies. En este trabajo, se ha comparado dos bases de datos, CHELSA y Worldclim, con información bioclimática consistente en 19 variables relacionadas con la temperatura y las precipitaciones. El marco geográfico del estudio consiste en la Península Ibérica y Baleares, y el objeto 25 especies arbóreas y arbustivas. Gbif proporciona los datos de localización de las especies. La distribución potencial se modeló utilizando 7 algoritmos diferentes y una variante de uno de ellos: BIOCLIM, DOMAIN, Mahalanobis, GLM con logit link, GLM con probit link, RandomForests, Support Vector Machine (SVM) y un modelo combinado (CM). Aunque no se encontraron diferencias significativas entre los resultados arrojados por CHELSA y Worldclim, sí se encontraron diferencias notables entre modelos, especies y manejo de ambas bases de datos.

Palabras clave: Modelos de distribución de especies, nicho ecológico, algoritmo, base de datos, AUC, Península Ibérica.

ABSTRACT

Species distribution models (SDM), are taking advantage of the current rise of Geographic Information Systems (GIS), incorporating them as a powerful tool that provides models with a huge amount of environmental information very valuable, to study the ecological niche of the species. In this work, two databases, CHELSA and Worldclim, have been compared with bioclimatic information consisting of 19 variables related to temperature and rainfall. The geographical framework of the study consists of the Iberian Peninsula and the Balearic Islands, and the object 25 tree and shrub species. Gbif provides the location data of the species. The potential distribution was modeled using 7 different algorithms and a variant of one of them: BIOCLIM, DOMAIN, Mahalanobis, GLM with logit link, GLM with probit link, RandomForests, Support Vector Machine (SVM) and a combined model (CM). Although no significant differences were found between the results produced by CHELSA and Worldclim, there were notable differences between models, species and management of both databases.

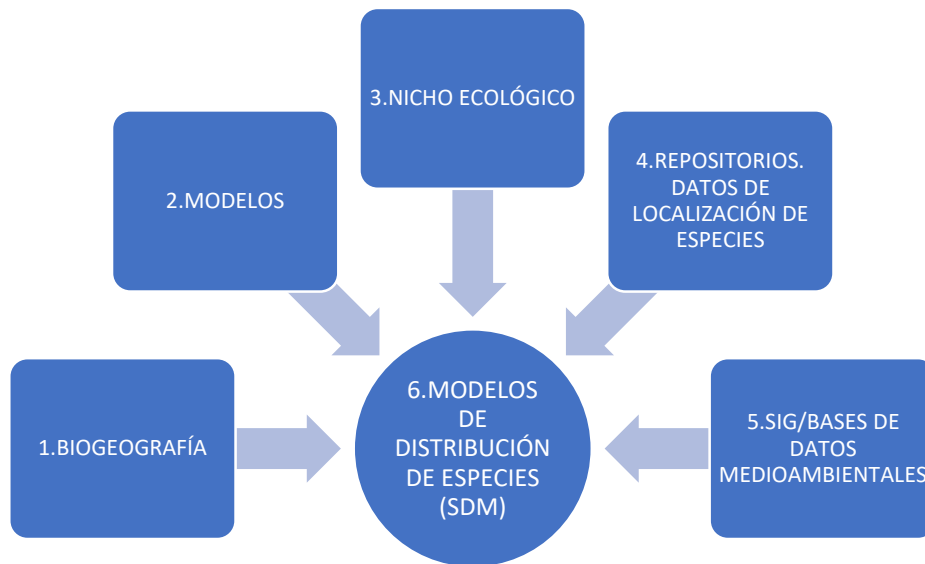
Keywords: Species distribution models, ecological niche, algorithm, database, AUC, Iberian Peninsula.

ÍNDICE

1. Introducción...	3
2. Objetivos	8
3. Materiales y Métodos	9
3.1. Los datos bioclimáticos	9
3.2. Los datos de localización de especies	13
3.3. Los algoritmos	16
3.4. El proceso de modelado	22
4. Resultados	27
4.1. Por especies	27
4.1. Por algoritmos y bases de datos	42
5. Discusión	47
5.1. Sobre los conceptos	47
5.2. Sobre los resultados	49
6. Conclusiones	52
Bibliografía	55

1.INTRODUCCIÓN.

Para entender el fundamento teórico de este trabajo, es necesario estar familiarizado con ciertos conceptos y herramientas que se han desarrollado a lo largo de la evolución de la biogeografía como ciencia.




La biogeografía se define como el estudio de la distribución geográfica de los seres vivos, esta sencilla definición, encierra una relación interdisciplinar entre biología, geología y geografía. Además, existen dos ramas desde 1820, cuando el botánico Agustín P. de Candolle distinguió estas dos ramas biogeográficas tradicionales. Mientras la biogeografía ecológica depende de las causas físicas presentes, la biogeografía histórica depende de los acontecimientos pasados (Crisci et al., 2003).

En el siglo XIX la teoría de la evolución de Darwin y Wallace influyó de manera notable en el desarrollo de la biogeografía. La biogeografía darwinista duró casi un siglo y terminó con la biogeografía contemporánea. En esta, se buscan los factores que la biogeografía darwinista definía como azarosos, se rechazaron teorías obsoletas y se añadieron nuevas (tectónica de placas). Además, el avance tecnológico ha convertido a la biogeografía en una auténtica revolución científica (Mateu-Bellés, 1993).

Actualmente, los modelos son una herramienta imprescindible y de uso generalizado en la ciencia. En ciencia, un modelo puede definirse como una representación de un objetivo.

Esta representación puede ser de diversa índole, objetos, fenómenos, procesos, ideas o sistemas.

Los modelos científicos son puentes para conectar una teoría con un fenómeno, ayuda al desarrollo de la teoría desde los datos, y la relaciona con el mundo natural (Acevedo-Díaz, 2017).



“... TODOS LOS MODELOS SON APROXIMACIONES. ESENCIALMENTE TODOS LOS MODELOS ESTÁN EQUIVOCADOS, PERO ALGUNOS SON ÚTILES. SIN EMBARGO, LA NATURALEZA APROXIMADA DEL MODELO SIEMPRE DEBE TENERSE EN CUENTA...”

(George E.P. Box. 1979).

Tal y como dice el párrafo anterior, el “fenómeno” que se busca, es una distribución potencial de organismos, esta distribución potencial está conectada y sustentada bajo el concepto teórico de nicho ecológico.

Es uno de los conceptos más importantes en la historia de la ecología. Fue acuñado por primera vez por Joseph Grinnell en 1917. “... *la unidad de distribución más pequeña, dentro de la cual, cada especie se mantiene debido a sus limitaciones instintivas y estructurales*” (1924). El concepto de Grinnell se basa en los efectos de las variables ambientales, el ambiente físico o hábitat. El nicho ecológico se definiría como todos los factores que condicionan la existencia de una especie en un lugar concreto. Además, definió a las especies que ocupan nichos similares en diferentes áreas geográficas como equivalentes ecológicos (Schoener, 1989).

Diez años más tarde, Charles Elton definió el nicho ecológico como el rol de la especie en la comunidad, y los factores más importantes a las relaciones tróficas entre las especies. “*El nicho de un animal significa su lugar en el ambiente biótico, su relación con el alimento y sus enemigos [...] Describe el estatus de un animal en su comunidad, para indicar lo que está haciendo y no sólo lo que parece*” (Elton. 1927).

Entre 1944 y 1958 George E. Hutchinson propuso un nicho ecológico n-dimensional. Este nicho, sería pues, una descripción cuantitativa de la gama y rango de condiciones ambientales que permiten que una población persista en un lugar, es decir, tener una tasa de crecimiento positiva o nula. Por lo tanto, nicho quedó definido como un hipervolumen n-dimensional con n factores ambientales (figura 1), cada uno de ellos representando una dimensión y siendo importantes para la supervivencia y reproducción de la especie.

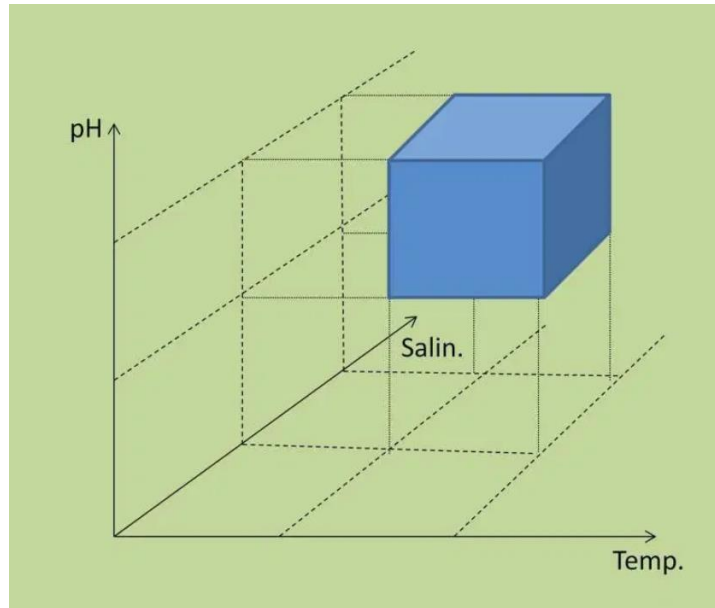


Figura 1. Nicho de Hutchinson para tres factores ambientales: pH, salinidad y temperatura

Hutchinson estableció las diferencias entre nicho realizado y nicho fundamental, sin embargo, otros autores, prefieren distinguir entre nicho fundamental y nicho reconocido (Hickman, 2002).

- ✚ Nicho fundamental: Las condiciones físicas bajo las cuales una especie podría vivir en ausencia de interacciones con otras especies.
- ✚ Nicho realizado: Nicho real, más restringido debido a condiciones bióticas tales como depredación, competencia, parasitismo, etc. (Vázquez, 2005).
- ✚ Nicho reconocido: El subgrupo de condiciones ambientales potencialmente adecuadas que un animal realmente llega a experimentar.

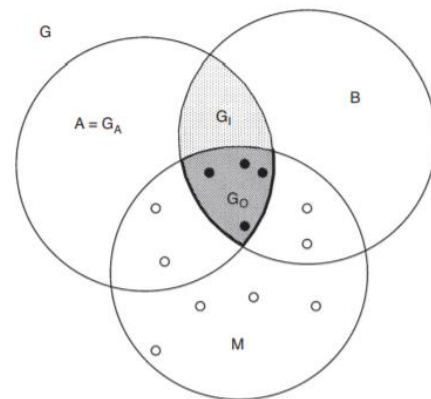


Figura 2. Diagrama BAM (Soberon et al., 2017).

Si se observa el diagrama BAM (figura 2), se puede intuir la posición de los diferentes nichos explicados: mientras A representaría los factores abióticos necesarios para una especie (nicho fundamental), B marcaría los factores bióticos anteriormente mencionados, por lo tanto, la intersección entre A y B nos delimitaría el nicho realizado. Sin embargo, se incluye un tercer factor, M, este nos indica las áreas accesibles para la dispersión de la especie, lo

que está incluido dentro de su historia natural (Hortal, Lobo y Jiménez-Valverde, 2012) y el cual, es necesario para definir el nicho reconocido, pues nos delimita las zonas accesibles para la especie.

Volviendo al párrafo de Acevedo-Díaz: *“Los modelos científicos son puentes para conectar una teoría con un fenómeno, ayuda al desarrollo de la teoría desde los datos, y la relaciona con el mundo natural”*. Se ha intentado explicar cómo se conecta la teoría del nicho ecológico con el fenómeno de distribución de las especies, por lo tanto, es conveniente explicar, no cómo se ha desarrollado la teoría (ver más adelante), si no cómo se han obtenido los datos para el desarrollo de la teoría y en qué bases se sustentan las herramientas que se nombrarán a continuación.

Como todo trabajo científico, el proceso de modelización requiere de una serie de datos (variables), la distribución conocida de la especie (variable dependiente), se relaciona matemática y estadísticamente con los factores medioambientales (variables independientes), esta relación nos marcará la idoneidad del hábitat (Mateo et al., 2011).

Actualmente, ya no es necesario realizar transeptos para obtener datos de distribución que permitirán modelar el nicho de una especie; las bases de datos online sobre biodiversidad, proporcionan una herramienta de fácil acceso y con una cantidad de información imposible de crear por grupos de trabajo independientes. Algunos ejemplos son:

- ✚ **Global Biodiversity Information Facility (<http://www.gbif.com>)**
- ✚ European Register of Marine Species (<http://www.marbef.org/data/erms.php>)
- ✚ Tropicos (<http://www.tropicos.org>)
- ✚ FishNet (<http://www.fishnet2.net>)
- ✚ ORNIS (<http://ornisnet.org>)
- ✚ MaNIS (<http://manisnet.org>)
- ✚ HerpNet (<http://www.herpNet.org>)

Estos portales con datos sobre biodiversidad, que son sometidos continuamente a mejoras, terminarán siendo un nexo de unión incuestionable entre la creación colaborativa y el conocimiento compartido sobre biodiversidad (Guralnick et al., 2007).

Por otro lado, las variables independientes, medio ambientales o bioclimáticas, están sujetas a lo que se conoce como SIG (sistemas de información geográfica). Aunque puede parecer una tecnología relativamente nueva, estos sistemas de información tienen su origen en la cartografía tradicional, ambos trabajan con mapas a los que se les puede añadir datos adicionales, sin embargo, la cantidad de datos que puede acumular un SIG es ilimitada y, además, permiten hacer análisis derivados de esos datos.

Los primeros análisis espaciales de los que se tiene constancia son de la primera mitad del siglo XIX, cuando Charles Picquet y John Snow usando un gradiente de color y puntos sobre un mapa respectivamente, mostraron datos relacionados a la epidemiología del cólera. Tuvieron que pasar más de 100 años, hasta la década de los 60, cuando Roger Tomlison desarrolló el primer SIG para el gobierno de Canadá (Tomlison, 1974). No es hasta los años 90 cuando esta tecnología comienza a despegar, la empresa ESRI desarrolla el primer SIG con una interfaz ejecutable en Windows, los gobiernos comienzan a adoptarla, y poco después su uso se ha generalizado por internet, con herramientas tan potentes como Google Maps (Chang, 2007).

La potencia de estas técnicas se está viendo reflejada actualmente en las bases de datos climáticas en alta resolución (1km² o menos por pixel). Estas resoluciones se han conseguido mediante datos satelitales procedentes de CHIRPS (Funk et al., 2015) y TRMM (Huffman et al., 2007), una reducción estadística (*stadistical downscaling*) para regiones específicas de interés (Schmidli et al., 2006) y/o métodos de interpolación aplicados a los datos de las estaciones meteorológicas. Aunque existen varios métodos aplicados a diferentes bases de datos como CRU (Harris et al., 2014), GPCC (Schenider et al., 2013), PRISM (Daly et al., 1997), Worldclim (Hijmans et al., 2005) y CHELSA (Karger et al., 2017), para este trabajo se descargaron los archivos *rasters* con datos bioclimáticos en alta resolución procedentes de Worldclim y CHELSA.

La combinación de la información ambiental y los registros de presencia de la especie, filtrados con determinados algoritmos, permite crear un hipervolumen n-dimensional que representará el nicho ecológico modelado (con límites de tolerancia para varios factores) y permitirá proyectar los resultados en un mapa con condiciones ambientales variables (figura 3). Entre los distintos algoritmos existentes, se pueden mencionar a BIOCLIM (Busby, 1991),

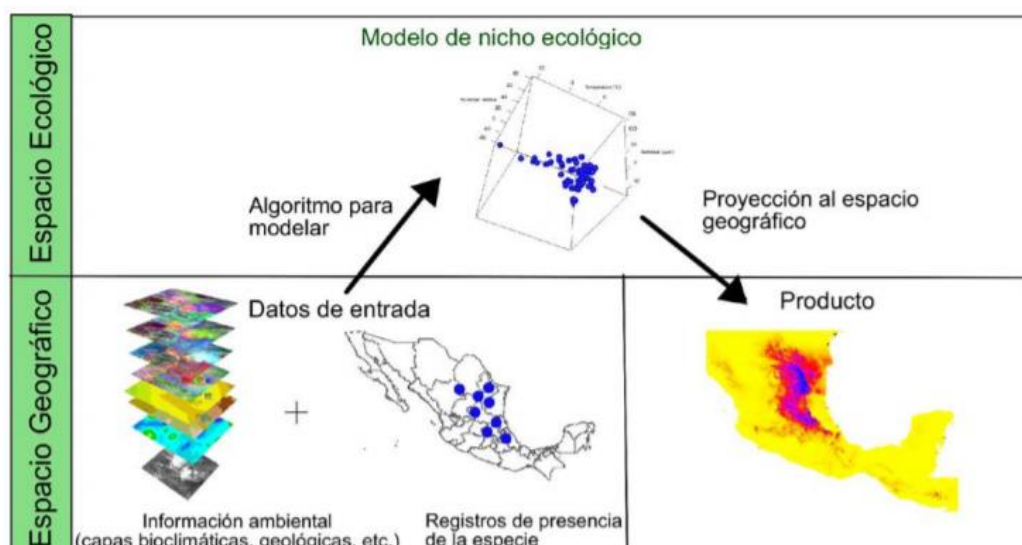


Figura 3. Modelado del nicho ecológico. (Martínez-Meyer et al., 2006)

MAXENT (Phillips et al., 2006), GARP (Stockwell et al., 1999) y DOMAIN (Carpenter et al., 1993), más adelante se detallarán los diferentes algoritmos usados y de interés.

Las aplicaciones de los modelos de nicho ecológico son múltiples: aproximación al área de distribución potencial de un organismo (Raxworthy et al., 2003), potencial invasivo de especies foráneas en regiones determinadas (Zambrano et al., 2006), modelos predictivos sobre posibles efectos del cambio climático en la distribución futura de las especies (Martínez-Meyer, 2004), predicción de áreas para la reintroducción de especies (Martínez-Meyer, 2006), determinación de zonas para la conservación de especies (Kishor, 2018), detección de fósiles (Jurestovsky, 2018), reconstrucción de áreas y evolución de nichos ecológicos para el estudio de la biogeografía histórica de una especie, (Castellanos-Morales, 2018), modelización de la influencia de los incendios en determinadas especies (Moretti et al., 2006), etc.

El marco de estudio se centra en la Península Ibérica y Baleares, esta zona reúne una serie de condiciones que han hecho de su flora (por razones biohistóricas, geográficas, geológicas, orográficas, etc.) una de las más ricas y variadas de toda Europa, sólo comparable a la de países mediterráneos como Grecia e Italia; se calcula que incluye entre 7500 y 8000 especies o razas distintas de plantas vasculares, siendo un 15% aproximadamente endemismos de esta zona (López-González, 2007).

2. OBJETIVOS.

El objetivo de este trabajo, es la realización de un análisis comparativo de la eficacia de dos bases de datos ambientales en alta definición, CHELSA (Karger et al., 2017) y WORLDCLIM (Fick y Hijmans, 2017).

Ambas bases de datos, aunque proporcionan la misma resolución espacial, obtienen los datos y crean las diferentes capas *rasters* por diferentes métodos. Los datos proporcionados, cubren un marco temporal diferente, desde 1970 hasta 2000 en el caso de Worldclim y entre 1979 y 2013 para CHELSA.

Los modelos se han realizado utilizando los datos bioclimáticos ofrecidos por WORLDCLIM Y CHELSA, estos datos se distribuyen en 19 capas *rasters*, nombradas y enumeradas de manera idéntica en ambas bases de datos. Los datos de presencia se descargaron de Gbif para el territorio de la Península Ibérica y Baleares.

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

La figura 3, muestra de manera simplificada los pasos necesarios para la creación de un SDM: información ambiental, zona de estudio con registros de especies y algoritmos de modelado (Martínez-Meyer et al., 2006). Todo esto se explicará en los siguientes párrafos.

3.1. LOS DATOS BIOCLIMÁTICOS.

Los datos en alta resolución son cada vez más importantes para las ciencias ambientales. Las aplicaciones son múltiples, y cada vez son más los equipos de investigación que usan resoluciones de 1km² o inferiores para sus trabajos. Sin embargo, los últimos reanálisis climáticos solo representan variación climática en resoluciones espaciales de 0.25°-1°, los datos satelitales (CHIRPS, TRMM). los *statistical downscaling* para regiones específicas y los métodos de interpolación aplicados a los datos de las estaciones meteorológicas (CHELSA, WorldClim, CRU, GPCC, PRISM) consiguen cerrar la brecha entre estas escalas espaciales (Karger et al., 2017).

Este apartado se centrará en las similitudes, diferencias y comparaciones de los datos climáticos ofrecidos por WorldClim (Fick y Hijmans, 2017) y CHELSA (Karger et al., 2017). Aunque se ha intentado señalar las diferencias entre estas dos bases de datos, se recomienda acudir a los documentos originales para una total comprensión o una búsqueda exhaustiva de referencias.

Mientras que algunos conjuntos de datos interpolados usan la elevación como un predictor (por ejemplo, WorldClim) y observaciones como la Red Histórica Global del Clima (GHCN) para lograr una predicción de alta resolución, también es posible usar predictores de modelos de circulación global como los del NCEP, o del ECMWF de reanálisis climático provisional (ERA-Interim).

CHELSA, al incluir el efecto del viento y los patrones de exposición de valle (efectos orográficos a pequeña escala), generalmente, logra un mejor ajuste que WorldClim. Esta mejora puede variar desde el 19,67% de varianza explicada durante la estación húmeda del Himalaya, hasta un -3,67% durante agosto en los Alpes (Tabla 1).

Las diferencias se probaron haciendo una comparación del ajuste entre los datos de la estación y la precipitación en celdas de resolución espacial de 0,75°, con el ajuste entre los datos de la estación y la precipitación corregida a 30 arc sec. La comparación se realizó en cinco regiones topográficamente complejas (Tabla 1).

Month	Alps	Andes	Himalaya	Rocky Mnts.	South Africa	Global
1	0.03	0.03	0.02	0.00	0.02	0.01
2	0.05	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01
3	0.05	0.02	0.06	0.02	0.01	0.01
4	0.08	0.00	0.14	0.02	0.03	0.02
5	0.03	0.01	0.10	0.00	0.00	0.01
6	0.01	0.01	0.17	0.01	-0.03	0.03
7	-0.03	0.02	0.20	0.01	-0.02	0.04
8	-0.04	0.01	0.15	0.00	-0.02	0.02
9	0.02	-0.01	0.13	0.00	0.02	0.01
10	0.03	0.00	0.07	0.00	0.02	0.01
11	0.02	0.03	-0.01	0.00	0.01	0.01
12	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.01

Tabla 1. Diferencias en R^2 antes y después del downscaling de una resolución de 0.75° a una resolución de 30 arc sec (Karger et al., 2017).

Chelsa también logra un ajuste más alto que WorldClim para los modelos de regresión lineal realizados a pequeña escala entre estaciones y la climatología final. Estos modelos incluyen la precipitación media anual medidas en las estaciones GHCN (Figura 4).

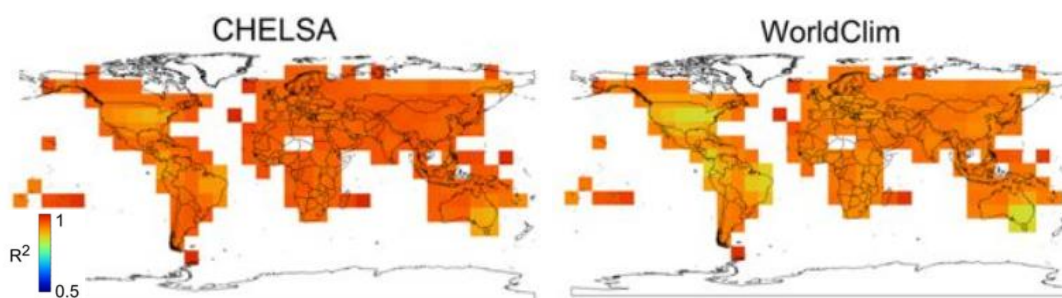


Figura 4. Diferencias en la media de R^2 para celdas de cuadrícula de 2° (Karger et al., 2017).

Tanto WorldClim como CHELSA funcionan de manera similar en la validación climatológica del rendimiento del conjunto de datos independientes a diferentes escalas, incluyendo ambos, datos de la FAO. WordClim los utiliza en la interpolación de su estación, y en el caso de CHELSA, los datos de la FAO solo se incluyen en en los datos GPCC que se han utilizado para la corrección de sesgo a gran escala, pero no en los datos GHCN usados en la interpolación de sesgo mensual.

Los resultados de las comparaciones en diferentes regiones arrojan resultados que se decantan a favor de CHELSA. Mientras que en México WorldClim consigue un mejor ajuste, en Austria, Escandinavia y China, el desempeño de CHELSA es superior.

Los patrones de precipitación se compararon también a diferentes escalas. Aunque CHELSA y WorldClim tienen un sesgo seco sobre Groenlandia, es superior en el caso de CHELSA. Otras diferencias menos acusadas se observan en el norte de África, Península Arábiga y algunas regiones más orientales (Figura 5). Los grandes sesgos en estos modelos

y su falta de independencia, invitan a la precaución a la hora de usar un solo producto de precipitación, se recomienda el uso de múltiples modelos obtenidos de varias fuentes (GPCC, TRMM, CHPclim, ERA-Interim, etc).

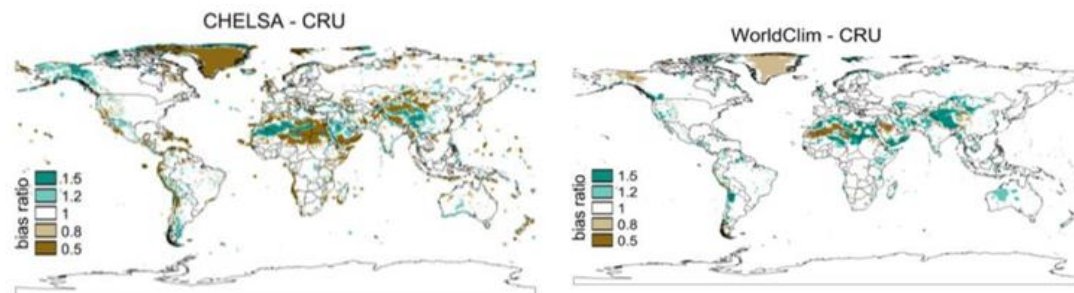


Figura 5. Patrones de precipitación a gran escala para CHELSA y WorldClim (Karger et al., 2017).

Descendiendo a mesoescala los patrones de precipitación son muy similares entre CHELSA y WorldClim. Sin embargo, las diferencias a nivel de microescala son grandes. La comparación se realizó en Bután, aprovechando la complejidad climática de este terreno. CHELSA muestra una relación más consistente entre las características del terreno y los patrones de precipitación resultantes. Prediciendo CHELSA mayores cantidades de precipitación (Figura 6). Para esta comparación se usan los patrones de formación de nubes, aunque no coinciden necesariamente con la lluvia, generalmente, se muestra una alta

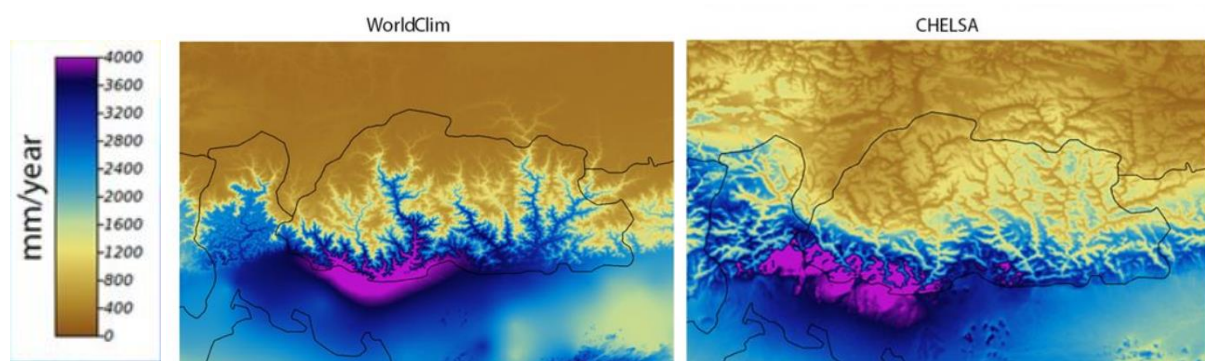


Figura 6. Patrones de precipitación en Bután para CHELSA y WorldClim (Karger et al., 2017).

correlación entre la formación de nubes y los patrones de lluvia, especialmente en terrenos topográficamente complejos.

Una comparación de temperatura entre CHELSA y WorldClim es problemática, debido a sus diferentes periodos de validación y al aumento de las temperaturas globales en las últimas décadas.

Una comparación aplicada en base a modelos de distribución de especies (SDM) se detallará más adelante (apartado 4).

Las variables bioclimáticas son derivadas de los valores medios mensuales, mínimos, máximos, temperatura media y precipitación media. Las ecuaciones utilizadas para el cálculo

de las variables bioclimáticas son iguales para WorldClim y CHELSA (ver Anexos 1 y 2). Las variables se exponen a continuación:

Bio1= Annual Mean Temperature.	Temperatura (T ^a) media anual.
Bio2= Mean Diurnal Range.	Media del rango diurno de temperaturas.
Bio3= Isothermality.	Isotermicidad.
Bio4= Temperature Seasonality.	T ^a estacional.
Bio5= Max Temperature of Warmest Month	T ^a máx de los meses más cálidos.
Bio6= Min Temperature of Coldest Month.	T ^a mín de los meses más fríos
Bio7= Temperature Annual Range.	Rango anual de temperaturas
Bio8= Mean Temperature of Wettest Qtr.	T ^a media de los trimestres más húmedos
Bio9= Mean Temperature of Driest Qtr.	T ^a media de los trimestres más secos.
Bio10= Mean Temperature of Warmest Qtr.	T ^a media de los trimestres más cálidos.
Bio11= Mean Temperature of Coldest Qtr.	T ^a media de los trimestres más fríos.
Bio12= Annual Precipitation.	Precipitación (P.) anual
Bio13= Precipitation of Wettest Month.	P. de los meses más húmedos
Bio14= Precipitation of Driest Month.	P. de los meses más secos
Bio15= Precipitation Seasonality.	P. estacional
Bio16= Precipitation of Wettest Qtr.	P. de los trimestres más húmedos
Bio17= Precipitation of Driest Qtr.	P. de los trimestres más secos
Bio18= Precipitation of Warmest Qtr.	P. de los trimestres más cálidos
Bio19= Precipitation of Coldest Qtr.	P. de los trimestres más fríos

Tabla 2. Variables bioclimáticas en CHELSA (Karger et al., 2017) y WorldClim (Fick y Hijmans, 2017)

Las variables bioclimáticas enumeradas del 1 al 19 (Bio1-Bio19) son las usadas para la elaboración de los modelos que se mostrarán más adelante. Se descargaron directamente desde la página web de CHELSA (<http://chelsa-climate.org/bioclim/>) y WorldClim (<http://worldclim.org>), y se recortaron en función de la zona de estudio usando Qgis v.3.0.

3.2. LOS DATOS DE LOCALIZACIÓN DE ESPECIES.

Global biodiversity Information Facility (GBIF).

GBIF, es una red internacional e infraestructura destinada a la investigación, financiada por los gobiernos del mundo, y cuyo objetivo, es proporcionar a cualquier persona, en cualquier lugar, acceso abierto a datos sobre todo tipo de vida en la Tierra.

Coordinada a través de su Secretaría en Copenhague, la red GBIF de países y organizaciones participantes, que trabaja a través de nodos, proporciona a las instituciones de almacenamiento de datos de todo el mundo, estándares comunes y herramientas de código abierto que les permiten compartir información sobre dónde y cuándo han sido las especies localizadas. Este conocimiento se deriva de muchas fuentes, que incluyen desde especímenes de museos recolectados en los siglos XVIII y XIX, hasta fotos de teléfonos inteligentes geoetiquetadas, compartidas por naturalistas aficionados en los últimos días y semanas.

La red GBIF reúne todas estas fuentes mediante el uso de datos estandarizados. Los editores brindan acceso abierto a sus sets de datos utilizando licencias Creative Commons, lo que permite a los científicos, investigadores y otras personas, aplicar los datos en cientos de publicaciones revisadas por pares cada año (Figura7). Actualmente

GBIF dispone de 1.342.011.232 registros de

localización de especies, 46417 sets de datos, 1417 instituciones editoriales y 3913 artículos



ANNUAL NUMBER OF PEER-REVIEWED ARTICLES USING GBIF-MEDIATED DATA

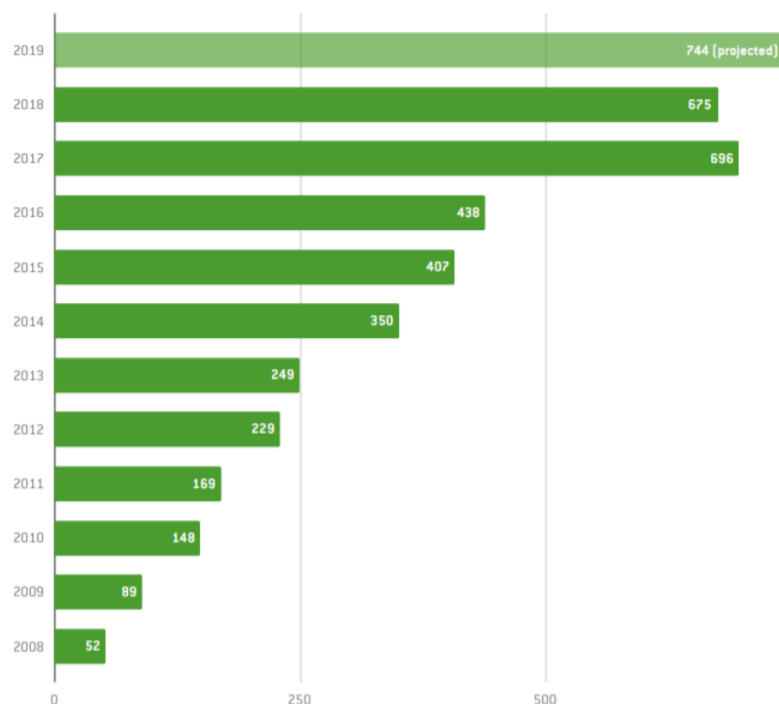


Figura 7. Número de publicaciones que usan datos procedentes de Gbif desde el año 2008, hasta el año 2018 (Gbif Science Review 2019).

revisados por pares con datos procedentes de GBIF. Desde 2008, con 52, el número de artículos que usan los sets de datos de GBIF no ha parado de crecer (excepto 2018), alcanzando los 696 en 2017, multiplicando por 13 los artículos publicados en un periodo de 10 años (GBIF Secretariat, 2019).

El Portal GBIF contiene un índice electrónico de todos los registros de datos en la red. Estos registros se indexarán de acuerdo con el nombre del taxón que contiene cada uno (Figura 8).

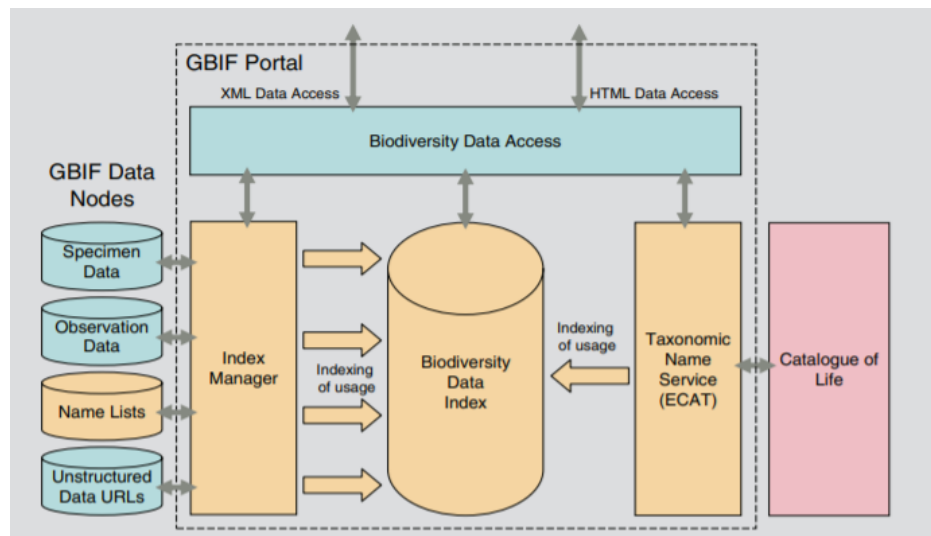


Figura 8. Gestión de la información en Gbif (Gbif Strategic Plan, 2017-2021).

Estos datos pueden usarse para una incalculable cantidad de proyectos que requieran datos de biodiversidad. GBIF, en su revisión anual, proporcionó un resumen de los artículos publicados clasificándolos en función de su contenido:

- Datos de biodiversidad
 - Tapping into technology and the biodiversity informatics revolution: updated terrestrial mammal list of Angola, with new records from the Okavango Basin (Taylor et al., 2018).
 - Big data of tree species distributions: how big and how good? (Serra-Díaz et al., 2017)
- La ciencia de la biodiversidad
 - The Increasing Disconnection of Primary Biodiversity Data from Specimens: How Does It Happen and How to Handle It? (TrouDET et al., 2018)
 - Integrating expert knowledge and ecological niche models to estimate Mexican primates' distribution. Primates (Calixto-Pérez et al., 2018)

- Ecología, evolución, comportamiento y sistemática
 - The impact of endothermy on the climatic niche evolution and the distribution of vertebrate diversity (Rolland et al., 2018)
 - Areas of endemism persist through time: A palaeoclimatic analysis in the Mexican Transition Zone (Pinilla-Buitrago et al., 2018).

- Servicios ecosistémicos
 - Historical collections as a tool for assessing the global pollination crisis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* (Bartolomeus et al., 2019)
 - Spatially explicit valuation of the Brazilian Amazon Forest's Ecosystem Services (Strand et al., 2018)

- Impactos del cambio climático
 - The projected effect on insects, vertebrates, and plants of limiting global warming to 1.5°C rather than 2°C (Warren et al., 2018).
 - Estimating the exposure of carnivorous plants to rapid climatic change. In: *Carnivorous Plants* (Fitzpatrick y Ellison, 2018).

- Especies invasoras.
 - Research infrastructure challenges in preparing essential biodiversity variables data products for alien invasive species (Hardisty et al., 2019).
 - Areas of high conservation value at risk by plant invaders in Georgia under climate change (Slodowicz et al., 2018).

- Conservación y seguridad alimentaria.
 - Identification and assessment of the crop wild relatives of Spain that require most urgent conservation actions. *Mediterranean Botany* (Rubio-Teso et al., 2018).
 - Strategic approaches to restoring ecosystems can triple conservation gains and halve costs. *Nature Ecology & Evolution* (Strassburg et al., 2018).

3.3. LOS ALGORITMOS.

Modelos de Envoltorio Ambiental

Los modelos de envoltorio ambiental, consisten en un hipervolumen que delimita las condiciones ambientales de los lugares ocupados por las especies (Figura 1), por lo tanto, solo son necesarios datos de presencia. Las variables predictoras que usan estos modelos son de tipo continuo (p. ej.: temperatura, humedad, etc), no siendo válidas las variables discretas (p. ej.: usos del suelo). Estos modelos predicen la idoneidad del hábitat en base a la distancia entre las condiciones ambientales del punto problema y las existentes en un punto de referencia del hipervolumen ambiental creado.

Las suposiciones principales utilizadas en modelos de envoltura climática son (Illoldi y Tania, 2008):

- La distribución de las especies está determinada por el clima.
- La distribución estadística de las variables climáticas es normal.
- Todas las variables con intervalos restringidos influyen a la especie de interés.
- Las especies está en equilibrio con su ambiente ($R_o = 0$, ó $R_o > 1$), y los gradientes relevantes han sido correctamente ajustados (Elith y Leathwick, 2009).

BIOCLIM.

BIOCLIM (Busby, 1991). es un algoritmo incluido dentro de los modelos de envoltura climática. Usado de manera muy extendida para modelar la distribución de especies. Aunque no es el mejor algoritmo de modelado, su uso se debe a su fácil manejo y entendimiento. Este algoritmo calcula la similitud de una ubicación, comparando los valores de las variables ambientales en cualquier ubicación (con distribución porcentual), con ubicaciones conocidas de localización (sitios de entrenamiento). Cuanto más cerca esté de la mediana, más adecuada será la ubicación. El paquete *dismo*, utilizado en nuestro script, “enmascara” las colas de distribución, es decir, el percentil 10 se trata como equivalente al percentil 90. Los valores de la cola superior se transforman en la cola inferior, y se utiliza el valor del percentil mínimo en todas las variables ambientales, se puede afirmar, por lo tanto, que BIOCLIM utiliza un enfoque conceptual extraído de la ley del mínimo de Liebig (Hijnsman y Elith, 2017). Por lo tanto, el modelo consiste en un hiper cubo delimitado por los valores mínimos y máximos de las variables ambientales en los lugares donde se encuentra la especie y predice la idoneidad del hábitat de forma binaria (válido/no válido), dependiendo de la localización de las condiciones ambientales con respecto al cubo. Entre sus principales desventajas destaca la imposibilidad de dotar de un diferente “valor” a los predictores, todas las condiciones

ambientales abarcadas por la envolvente son igualmente válidas para la especie, y tampoco permite el uso de información categórica.

✚ DOMAIN.

El algoritmo DOMAIN (Carpenter et al., 1993), al igual que BIOCLIM, es de uso extendido para los modelos de distribución de especies, y tampoco es uno de las mejores bazas a la hora de elegir un algoritmo, pues se ve superado cuando se compara con otros algoritmos similares, y tampoco da buenos resultados evaluando los efectos del cambio climático (Hijmans y Elith, 2017). Este algoritmo calcula la distancia de Gower (Ecuación 1) entre las variables ambientales en cualquier lugar y aquellas que se encuentran en los “lugares” de entrenamiento (ubicación de ocurrencia). Para cada variable se toma la distancia mínima entre un sitio y cualquiera de los puntos de entrenamiento. La distancia de Gower es entonces, la media de estas distancias sobre todas las variables ambientales. El algoritmo asigna a un lugar la distancia a la ocurrencia conocida más cercana. A diferencia de BIOCLIM, este modelo construye un conjunto de hipervolúmenes en torno a cada punto ocupado por la especie (Figura 9), tampoco permite el uso de información categórica, además, no debe utilizarse para extrapolar ni para modelar nichos fundamentales.

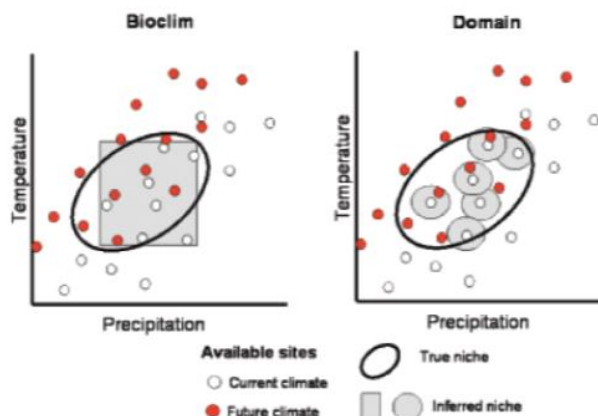


Figura 9. Funcionamiento de BIOCLIM y DOMAIN (Hijmans y Grahán, 2006).

$$d_{AB} = \frac{1}{p} \sum_{k=1}^p \left(\frac{|A_k - B_k|}{\text{range}_k} \right)$$

Ecuación 1. Distancia de Gower.

✚ Mahalanobis

En este caso, el algoritmo construirá un hiperelipsoide basado en la distancia de Mahalanobis (Figura 10), que se ajusta al patrón de covarianza entre las variables ambientales. La idoneidad del hábitat es la distancia entre las condiciones ambientales de un punto y el centroide del hipervolumen ambiental. La forma elipsoidal no es la única diferencia respecto a la distancia euclídea, la distancia de mahalanobis tiene en cuenta la correlación entre los atributos y elimina la influencia de la covarianza. Al contrario que con DOMAIN, este

algoritmo sí puede usarse para la extrapolación espacial o temporal, y para la construcción de nichos fundamentales. Es un modelo de envoltorio con buenas prestaciones que suele usarse en estudios a gran escala espacial.

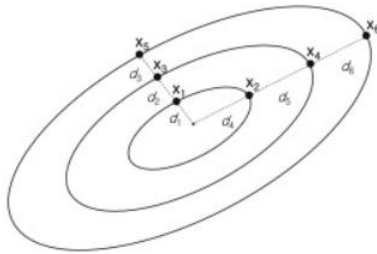


Figura 10. Distancia de Mahalanobis (Mahalanobis, 1936)

$$D^2 = (\mathbf{x} - \mathbf{m})^T \mathbf{C}^{-1} (\mathbf{x} - \mathbf{m})$$

D^2 = Mahalanobis distance
 \mathbf{x} = Vector of data
 \mathbf{m} = Vector of mean values of independent variables
 \mathbf{C}^{-1} = Inverse Covariance matrix of independent variables
 \mathbf{T} = Indicates vector should be transposed

Ecuación 2. Expresión matemática de la distancia de Mahalanobis.

GLM. Modelos lineales generales.

Los GLM están incluidos dentro de los modelos de regresión junto a MARS, CART Y MAXENT, etc. Este modelo crea una función que relaciona la presencia/ausencia con las variables ambientales, a diferencia de los modelos de envoltorio ambiental, los GLM necesitan datos de ausencia que pueden ser reemplazados por datos de background o pseudoausencia, pueden incorporar variables predictoras discretas y tienen en cuenta la forma de la curva de respuesta (Figura 11). Estos algoritmos son capaces de predecir la probabilidad de presencia y más adecuados para construir un nicho realizado. Aunque estos modelos admiten regresiones de Poisson y gaussianas, las usadas fueron logística y probit (Ecuación 3 y 4).

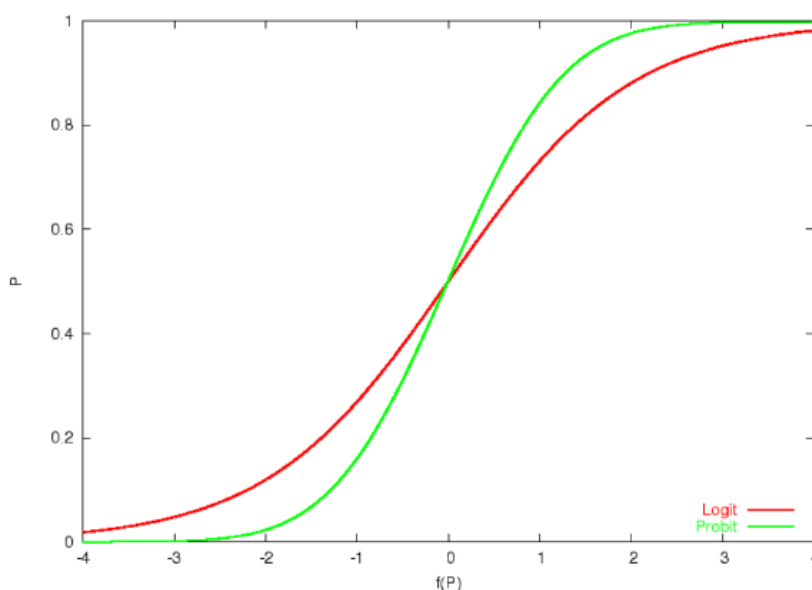


Figura 11. Curva de los modelos de regresión con *Logic link function* y *Probit link function*.

$$f(\mu_T) = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right)$$

Ecuación 3. *Logic link function*

$$f(\mu_T) = \Phi^{-1}(P)$$

Ecuación 4. *Probit link function*

Modelos basados en machine learning.

Tradicionalmente los algoritmos de machine learning han estado basados en redes neuronales artificiales (ANN) y árboles de regresión y clasificación (CARTS). Otros métodos más recientes incluyen arboles de regresión potenciados, Randomforests y máquinas de vectores de soporte (SVM), estos dos últimos implementados en este trabajo. Estos modelos, como su propio nombre indica, tienen la capacidad de aprender y de mejorar sus capacidades predictivas, además emplean métodos recursivos y tienden a sobreajustar los modelos (idóneos para extrapolar).

🚦 RandomForests

RandomForest (Breiman, 2001), se encuadra dentro de los modelos de machine learning, siendo una extensión de los CART. Su funcionamiento puede tomar dos caminos en función de la variable respuesta. Si esta es un factor categórico, se realizará una clasificación, si no lo es, se efectuará una regresión.

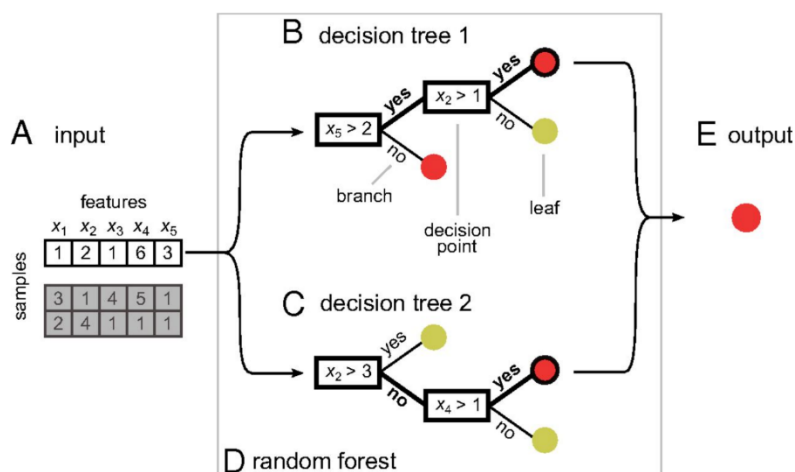


Figura 12. Ejemplo de árbol de decisión creado por RandomForest (Denisko y Hoffman, 2018).

Si seguimos el ejemplo superior (Figura 12), partimos de un conjunto de datos de entrada que representan tres muestras (A), con cinco características que las describen (x_1 - x_5), en base a esto, se crea un árbol de decisión (B) con ramas que se bifurcan en los puntos de decisión. Cada punto de decisión se basa en una regla que organiza la muestra en una rama u otra dependiendo del valor resultante. RandomForest crea múltiples árboles con diferentes reglas de decisión, lo que generará distintas clasificaciones, posteriormente, combina estos árboles generados (los votos), y efectúa un *output* de consenso entre los diferentes árboles (E).

🚦 Support Vector Machines (SVM).

Los SVM (Vapnick, 1998) ejecutan un método lineal simple, pero en un espacio caracterizado por su alta dimensión (*highdimensional space*), y que no está relacionado linealmente con el espacio de entrada (Figura 13). En la práctica, no se efectúa ningún cálculo en ese espacio de alta dimensión. Los SVM combinan esta simplicidad con el rendimiento de vanguardia en muchos problemas de

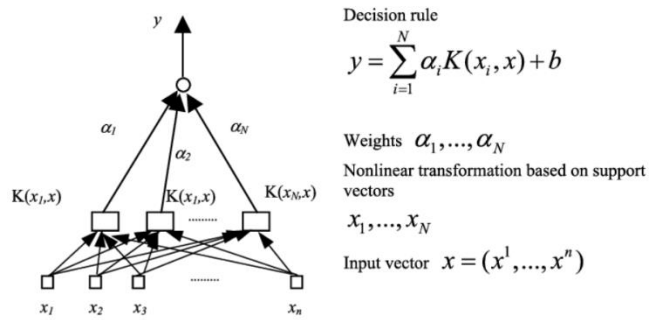


Figura 13. Estructura de los SVM (Vapnick, 1998).

aprendizaje (clasificación, regresión y detección de novedad), y esto ha contribuido al aumento del uso de los SVM (Hijman y Elith, 2017).

Modelos combinados.

Los modelos combinados aplican algún tipo de promedio de modelos, en este caso, se ha promediado en base al cuadrado del AUC los 6 modelos descritos anteriormente (Figuras 14 – 19), obteniendo el modelo combinado (CM) (Figuras 20 y 21).

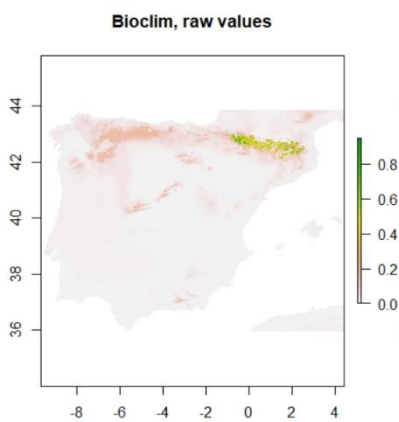


Figura 14. *Pinus mugo*. Proyección del algoritmo BIOCLIM.

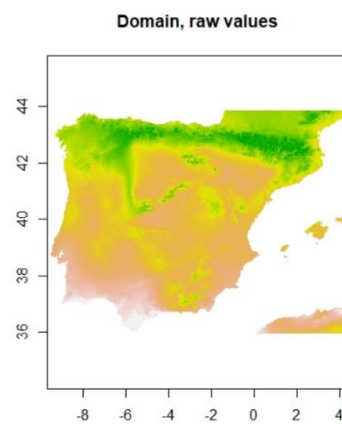


Figura 15. *Pinus mugo*. Proyección del algoritmo DOMAIN.

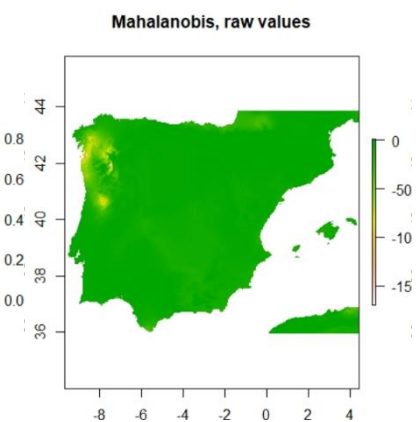


Figura 16. *Pinus mugo*. Proyección del algoritmo Mahalanobis.

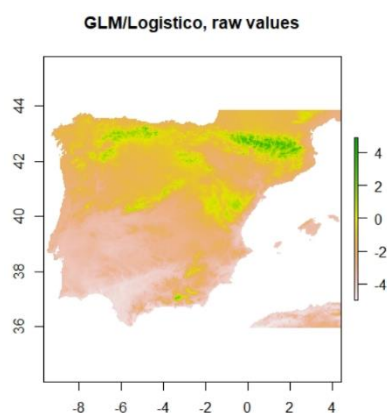


Figura 17. *Pinus mugo*. Proyección del algoritmo GLM.

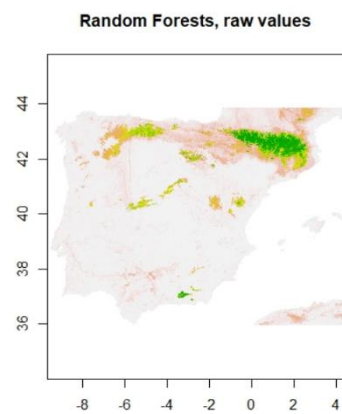


Figura 18. *Pinus mugo*. Proyección del algoritmo Random Forests.

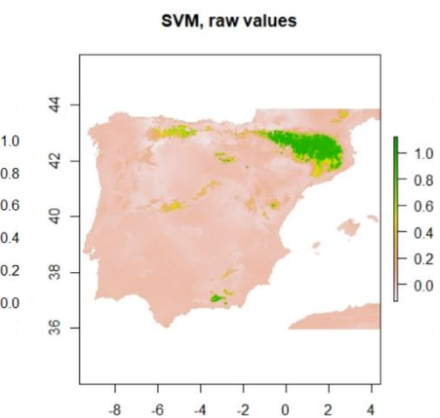


Figura 19. *Pinus mugo*. Proyección del algoritmo SVM.

WM, raw values

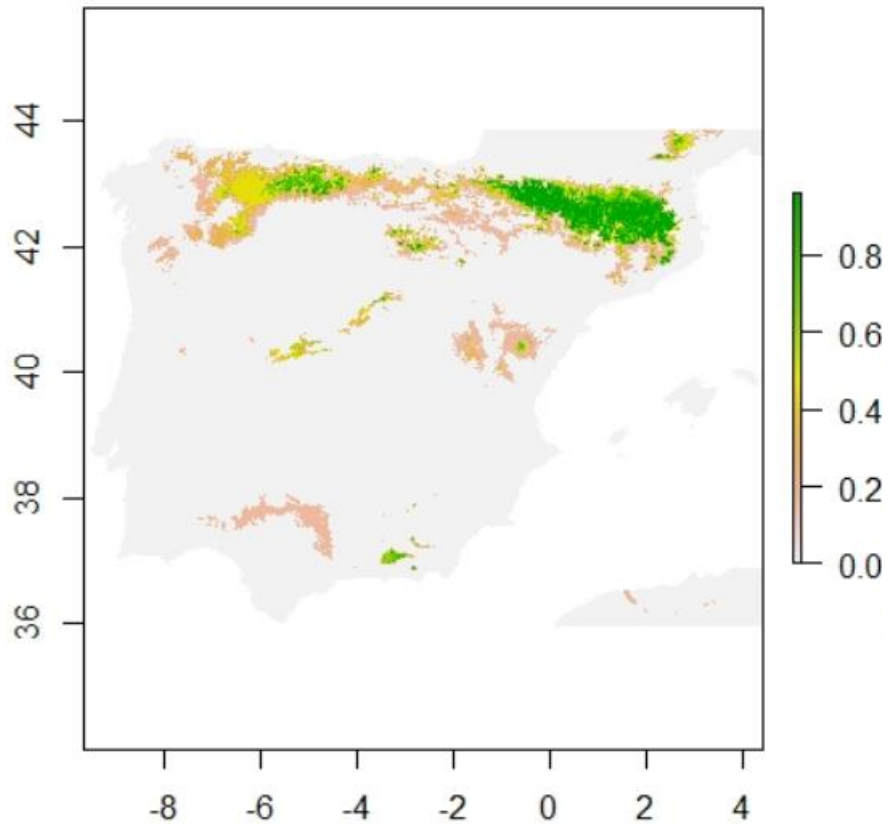


Figura 20. *Pinus mugo*. Proyección del algoritmo combinado (CM).

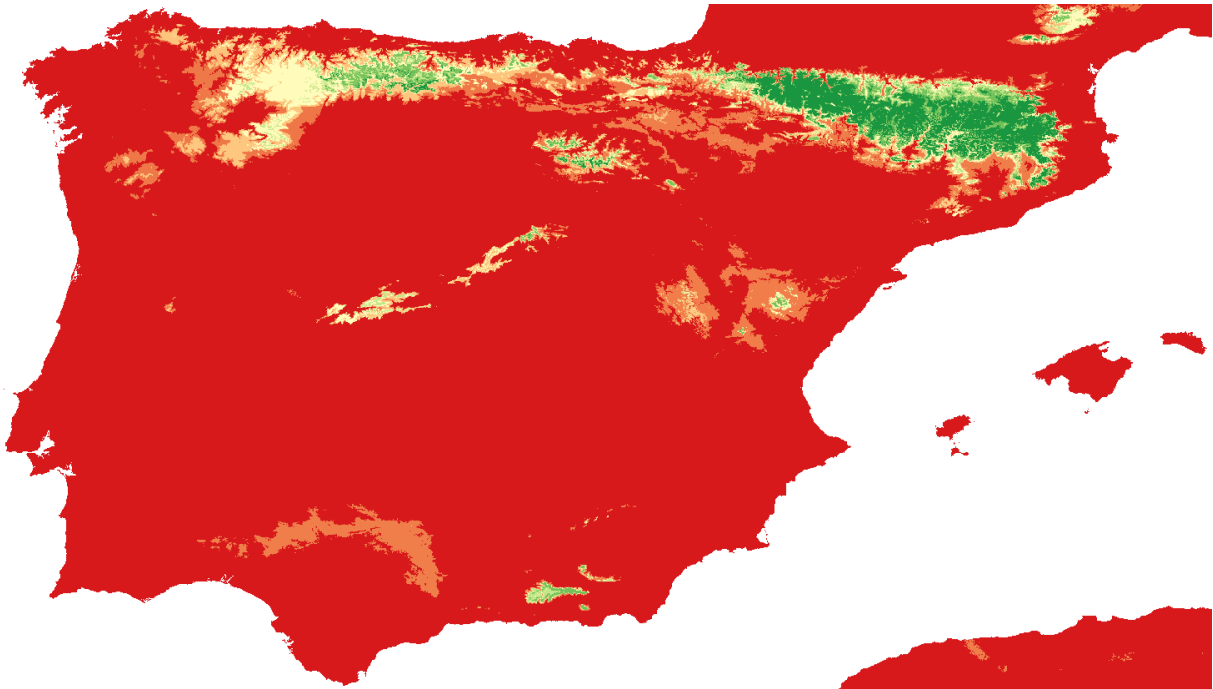


Figura 21. *Pinus mugo*. Proyección en Qgis del algoritmo combinado (CM).

3.4. EL PROCESO DE MODELADO.

Para la ejecución de los modelos se ha seleccionado un grupo de 25 especies arbóreas y arbustivas mediterráneas, que se encuentran en la Península Ibérica y Baleares. Estas especies se dividen en 10 familias, perteneciendo la mayoría de ellas a las familias Pinaceae (6), Cupresaceae (4), Sapindaceae (2), Rosaceae (3) y Fagaceae (5) (Tabla3).

Familia Pinaceae

- *Abies alba*
- *Abies pinsapo*
- *Pinus halepensis*
- *Pinus nigra*
- *Pinus sylvestris*
- *Pinus mugo*

Orden Cupressales.

- *Juniperus communis*
 - *Juniperus oxycedrus*
 - *Juniperus phoenicea*
 - *Juniperus thurifera*
 - *Taxus baccata*
- Familia Cupressaceae
- Familia Taxaceae

Familia Sapindaceae

- *Acer monspessulanum*
- *Acer Opalus*

Orden Rosales

- *Celtis australis*
 - *Crataegus monogyna*
 - *Sorbus aria*
 - *Sorbus torminalis*
- Familia Cannabaceae
- Familia Rosaceae

Familia Fagaceae

- *Fagus sylvatica*
- *Quercus faginea*
- *Quercus ilex*
- *Quercus pyrenaica*
- *Quercus robur*

Familia Ericaceae

- *Arbutus unedo*

Familia Oleaceae

- *Phillyrea latifolia*

Familia Aquifoliaceae

- *Ilex aquifolium*

Tabla 3. Especies seleccionadas para la ejecución de los modelos. Se ordenan por niveles taxonómicos superiores a género (Familia y Orden).

Como se ha comentado anteriormente, los datos de localización de especies se descargaron de Gbif, para esto, se utilizó Rstudio, este programa estadístico de código abierto, más adelante, realizará la función de nexo de unión entre estos datos de localización y los datos bioclimáticos. Aunque Rstudio nos permite realizar búsquedas de especies por países, en este caso, se ha utilizado una búsqueda en base a coordenadas geográficas: (-9.657607102687676, 4.426808425390249, 35.95115930864348, 43.84076966669543) (Figura 22), una búsqueda por países en el territorio Peninsular debería incorporar territorios de Inglaterra (Gibraltar) y Francia, si se desea incluir el istmo peninsular. Los istmos son zonas interesantes desde un punto de vista biogeográfico al tratarse de una zona histórica de paso de especies en épocas glaciales e interglaciares (Blanca, 2001). La incorporación de estos países a la búsqueda se terminaría traduciendo en un laborioso proceso de agrupación y depurado de datos.

```
Taba = occ_search(scientificName = "Taxus baccata", return = "data", hasCoordinate = T, geometry = c(-9.657607102687676, 4.426808425390249, 35.95115930864348, 43.84076966669543))
```

Figura 22. Ejemplo de búsqueda por coordenadas en Rstudio.

Estadísticamente hablando, se recomienda un número de muestras 20 veces superior al número de variables usadas. En este caso, como se descargarán 19 variables climáticas, el número de muestras no puede ser inferior a 380, al tratarse de un territorio tan amplio se ha decidido ampliar la búsqueda a 1000 muestras por especie para el territorio de trabajo. Estos datos deben ser posteriormente analizados para eliminar errores de muestreo, como localizar especies terrestres en zonas marinas (Tabla 4).

Especie	Ocurrencias totales	Ocurrencias en zona de estudio	Ocurrencias descargadas	Ocurrencias descartadas
<i>Abies alba</i>	9.364.123	6.944	1000	4
<i>Abies pinsapo</i>	699.592	9.463	1000	0
<i>Pinus halepensis</i>	4.661.939	337.387	1000	1
<i>Pinus nigra</i>	6.940.745	120.669	1000	0
<i>Pinus sylvestris</i>	6.140.731	58.797	1000	2
<i>Pinus mugo</i>	4.738.056	4.865	1000	0
<i>Juniperus communis</i>	2.306.877	36.181	1000	3
<i>Juniperus oxicedrus</i>	751.260	109.233	1000	3
<i>Juniperus phoenicea</i>	828.754	207.932	1000	10
<i>Juniperus thurifera</i>	749.890	208.657	1000	0
<i>Taxus baccata</i>	173.608	5.599	1000	1
<i>Acer monspessulanum</i>	1.290.921	51.362	1000	0
<i>Acer opalus</i>	1.447.913	30.858	1000	9
<i>Celtis australis</i>	41.249.099	63.695	1000	0
<i>Crataegus monogina</i>	827.441	35.297	1000	0
<i>Sorbus aria</i>	823.449	29.923	1000	0
<i>Sorbus torminalis</i>	865.750	30.946	1000	1
<i>Fagus sylvatica</i>	1.513.962	52.445	1000	0

<i>Quercus Ilex</i>	4.517.895	2.108.595	1000	0
<i>Quercus faginea</i>	4.119.494	2.094.630	1000	0
<i>Quercus pyrenaica</i>	4.255.618	2.166.446	1000	0
<i>Quercus robur</i>	4.118.710	2.094.496	1000	1
<i>Arbutus unedo</i>	148.467	75.110	1000	0
<i>Phillyrea latifolia</i>	760.737	95.458	1000	1
<i>Ilex aquifolium</i>	1.824.098	1.348.045	1000	1

Tabla 4. Ocurrencias totales, por zona, descargadas y descartadas de Gbif.

Posteriormente se descargaron los datos bioclimáticos de CHELSA y Worldclim. Estos datos consisten en 19 capas *rasters*, ordenadas y nombradas de igual forma en ambos repositorios, con datos bioclimáticos derivados de temperatura y precipitaciones (Tabla 2).

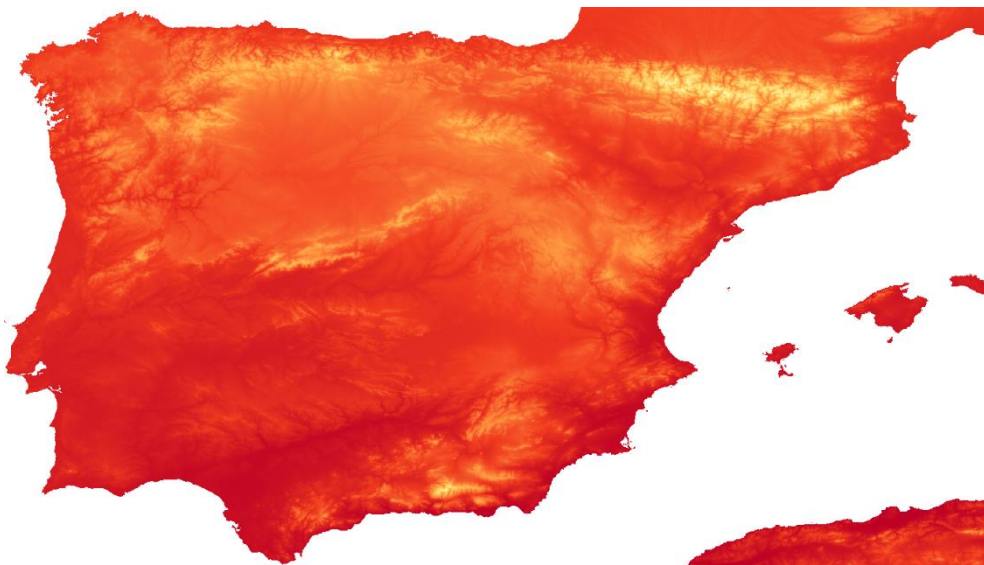


Figura 23. Temperatura media. CHELSA.

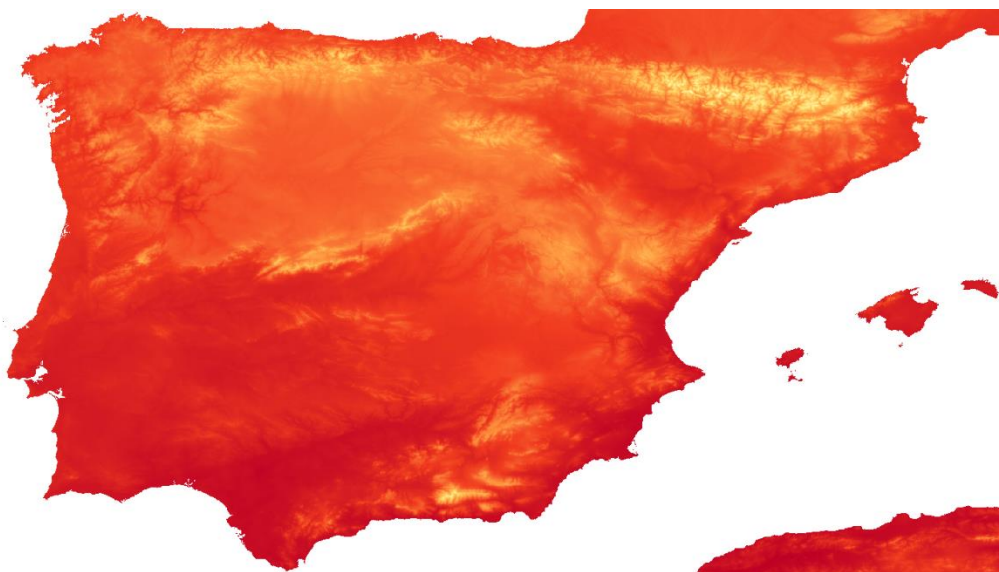


Figura 24. Temperatura media. WorldClim.

Estas capas con datos fueron recortadas usando Qgis, a través de la herramienta de recorte múltiple de capas, delimitando el corte con las mismas coordenadas con las que se realizaron las búsquedas de especies (Figuras 23 y 24).

Posteriormente se leerán los *rasters*, se extraerán los datos ambientales y se unirán junto a los datos de localización. También pueden proyectarse los datos de localización a nuestra zona de estudio (Figura 25).

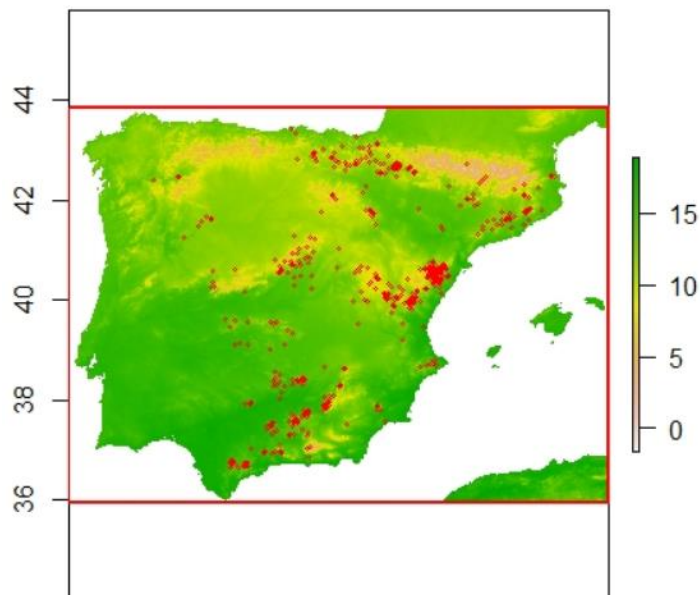


Figura 25. Localización proyectada para *Acer monspessulanum*.

La tabla de datos obtenida debe de filtrarse para eliminar los NA y conservar el subset de puntos para el que tenemos valor para todas las variables ambientales. Esto suele ser muy útil trabajando con variables edáficas. En este caso, los NA en nuestras variables han sido poco frecuentes.

Debido al gran número de variables utilizadas, y a la relación entre ellas, no olvidemos que todas derivan de datos de temperatura y precipitaciones, se nos presenta un problema de multicolinealidad aproximada o casi-colinealidad, en el que algunas variables serán combinación lineal (casi) de otra/s, por lo tanto, los índices de correlación entre estas variables estarán cercanos a uno. Nos encontramos con matrices casi-singulares, con un determinante que no es cero, pero muy próximo. Los problemas aparecen al invertir las matrices, estas deben de ser divididas por sus determinantes, y los algoritmos de inversión pierden precisión y estabilidad al tener que dividir por un número tan pequeño. Además, la colinealidad provoca que los errores estándar de los coeficientes sean grandes, originando imprecisión estadística. Debido a esto se suprimieron variables correlacionadas, reduciendo la colinealidad a coste de una pequeña pérdida de capacidad explicativa. Para realizar esto de una manera sencilla, se utilizaron matrices de correlación (Figura 26), en estas matrices se representa la correlación

entre las variables como nexos unidos por líneas. La reducción de colinealidad se conseguirá al suprimir variables y obtener nexos independientes. Un *reciprocal condition number* mayor a $1e-2$ nos indicará que nuestra eliminación de variables ha sido suficiente.

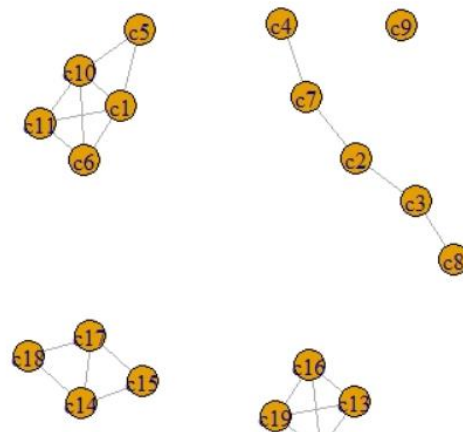


Figura 26. Matriz de correlación para *Quercus faginea*

Con esto, creamos un conjunto de capas ambientales con las que ejecutaremos los SDMs.

Antes de ejecutar los modelos, se debe crear unos sets de datos para *training* y *testing* (entrenamiento y prueba). Al asignar el valor 5 al *kfold*, el grupo de *training* corresponderá al 80% de los casos y el de *testing* al 20%. También se elegirán 1000 puntos al azar para usarlos como *background* en los modelos que lo requieran.

Los modelos asignarán un *threshold* (umbral) en función del máximo rendimiento entre sensibilidad y especificidad. Los *raster* se transforman aplicando el *threshold* para combinar los modelos.

La ejecución del modelo nos arrojará una serie de valores (Figura 27) y una proyección en función de las especificaciones del modelo, estos valores consisten en:

```
class           : ModelEvaluation
n presences    : 199
n absences     : 200
AUC            : 0.8817965
COR            : 0.5085091
max TPR+TNR at : 0.03377704
```

Figura 27. Resultados obtenidos tras la ejecución de los algoritmos.

- AUC: Area under the curve o Area under the ROC (Receiver Operating Characteristic) curve. Esta curva nos dice cómo de bien puede distinguir un modelo entre dos opciones (Figuras 28 y 29). En nuestro caso, si el hábitat es idóneo o no lo es. Un modelo bueno, podrá realizar esta distinción con precisión, mientras que un modelo pobre tendrá dificultades.

- COR: Coeficiente de correlación. Mide la fuerza y la dirección de la relación lineal entre dos variables.
- Max TPR+TNR: Corresponde al *threshold* o umbral.

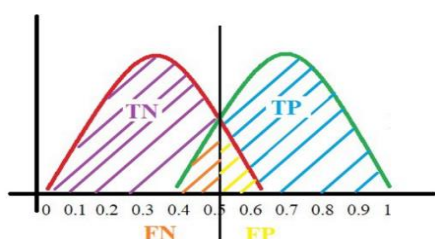


Figura 28. Representación gráfica de AUC con TN, TP, FN y FP, y sus relaciones.

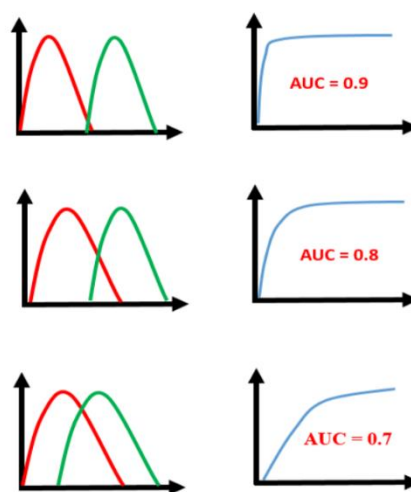


Figura 29. Representación gráfica de AUC a diferentes niveles de ajuste.

4. RESULTADOS.

4.1 SEGÚN LA ESPECIE.

Abies alba Mill. Abeto común o Abeto blanco

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Pinophyta	Pinopsida	Pinales	Pinaceae

ECOLOGÍA.

Crece en laderas y umbrías de las montañas, sobre suelos frescos y profundos, tanto calizos como silíceos, óptimo altitudinal entre 700 y 1800 m. Clima húmedo con sequía estival no muy acusada, le perjudican las heladas tardías. Se asocia con frecuencia al haya, al pino albar y al pino negro.

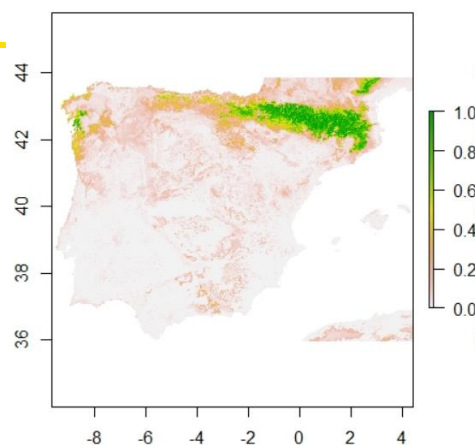
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

Cordillera de los Pirineos. Masas principales en Lérida, Huesca y Navarra. Límite meridional en el Montseny y Sierra de Guara

RESULTADOS

MODELO	AUC _c	AUC _w	COR _c	COR _w	A+C _c	A+C _w
Bioclim	0.936	0.929	0.636	0.600	1.571	1.529
Domain	0.895	0.904	0.630	0.664	1.525	1.567
Mahala.	0.983	0.985	0.499	0.479	1.482	1.464
GLM.LL.	0.946	0.949	0.777	0.763	1.723	1.712
GLM.PL.	0.946	0.949	0.778	0.763	1.723	1.712
Rf.	0.985	0.987	0.924	0.935	1.909	1.922
SVM.	0.967	0.975	0.888	0.888	1.855	1.864
CM.	0.987	0.974	0.919	0.908	1.907	1.882

Random Forests, raw values



Abies pinsapo Boiss. Pinsapo o pino pinsapo

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Pinophyta	Pinopsida	Pinales	Pinaceae

ECOLOGÍA.

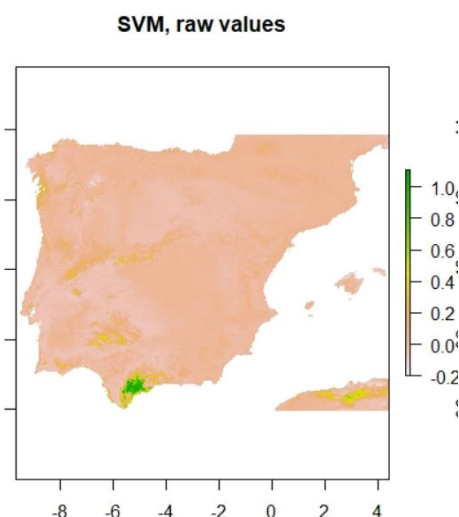
Crece en laderas y cumbres de las montañas, prefiere canchales o suelos pedregosos y poco profundos, con pendiente, entre los 1000 y 1800 m de altitud. Prefiere las situaciones de umbría, se desarrolla en terrenos calizos o silíceos ultrabásicos. Compite con las encinas y quejigos formando masas mixtas.

SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

Sierras de las provincias de Málaga y Cádiz, principalmente en la Sierra Bermeja de Estepona o de los Reales, S. de las Nieves y S. del Pinar

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.978	0.968	0.687	0.959	1.664	1.671
Domain	0.971	0.966	0.791	0.799	1.763	1.765
Mahala.	0.989	0.993	0.197	0.525	1.186	1.518
GLM.LL.	0.975	0.966	0.853	0.831	1.828	1.796
GLM.PL.	0.976	0.964	0.851	0.836	1.827	1.800
Rf.	0.992	0.992	0.963	0.969	1.955	1.961
SVM.	0.984	0.993	0.961	0.957	1.945	1.951
CM.	0.984	0.989	0.959	0.963	1.943	1.952



Acer monspessulanum L. (NT). Arce de Montpellier

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae

ECOLOGÍA.

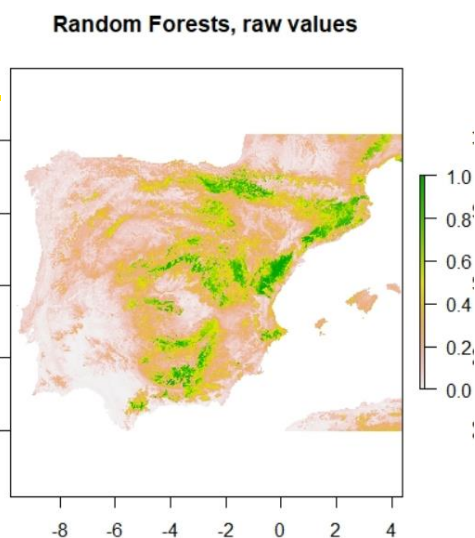
Crece en los quejigares, encinares, robledales y bosques mixtos submediterráneos o subatlánticos, principalmente en terrenos calizos, aunque también en silíceos, como granitos, areniscas, etc. Resiste bien la sequedad y no es raro en suelos pedregosos e incluso en grietas de rocas.

SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

En el contorno de la región mediterránea; en la Península, es más frecuente en la mitad norte, subiendo en los Pirineos hasta los 1000 m. Aunque raro en el sur está citado en Andalucía, Extremadura y en el centro.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.758	0.698	0.413	0.248	1.171	0.947
Domain	0.600	0.708	0.213	0.343	0.812	1.051
Mahala.	0.927	0.898	0.334	0.339	1.265	1.237
GLM.LL.	0.794	0.794	0.501	0.493	1.295	1.286
GLM.PL.	0.793	0.794	0.501	0.495	1.295	1.289
Rf.	0.953	0.936	0.810	0.771	1.763	1.707
SVM.	0.910	0.878	0.717	0.673	1.626	1.551
CM.	0.949	0.925	0.803	0.751	1.752	1.676



Acer opalus. (NT). Acirón, orón y asar.

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae

ECOLOGÍA.

Salpicado en los bosques, cantiles rocosos y roquedos algo umbrosos, principalmente en terrenos calizos, sin formar generalmente masas densas

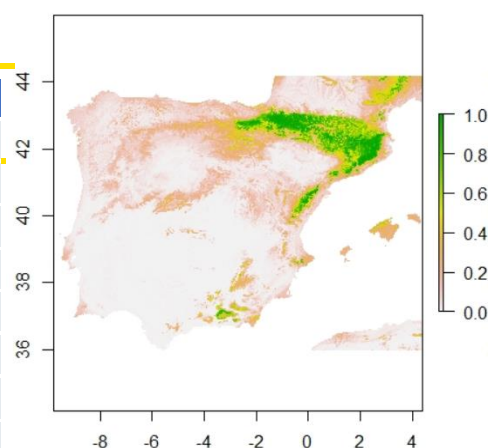
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

Subsp. *opalus* en el cuadrante nordeste de la Península: Navarra, La Rioja, Pirineos, Cataluña, etc. Subsp. *granatense* es un endemismo del norte de África, Mallorca y mitad meridional de la Península. No se encuentran en Portugal.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.889	0.895	0.548	0.606	1.427	1.501
Domain	0.828	0.889	0.504	0.597	1.332	1.486
Mahala.	0.979	0.977	0.434	0.310	1.413	1.287
GLM.LL.	0.918	0.894	0.696	0.652	1.614	1.546
GLM.PL.	0.915	0.893	0.697	0.653	1.612	1.546
Rf.	0.984	0.978	0.902	0.885	1.886	1.864
SVM.	0.968	0.951	0.875	0.849	1.843	1.800
CM.	0.974	0.961	0.884	0.866	1.859	1.827

Random Forests, raw values



Arbutus unedo. Madroño

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Ericales	Ericaceae

ECOLOGÍA.

Crece en encinares, alcornoques, y en los matorrales que resultan de su degradación, sobre todo tipo de terrenos, y asciende en las montañas del sur hasta los 1200 m; Prefiere suelos algo frescos y profundos y requiere un clima suave, sin fuertes heladas, por lo que falta en muchos puntos del interior peninsular.

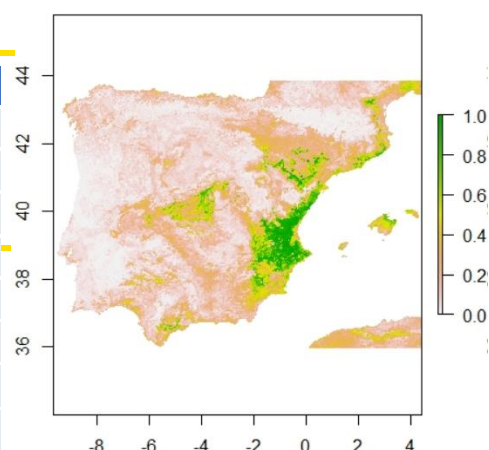
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

Cordillera de los Pirineos. Masas principales en Lérida, Huesca y Navarra. Límite meridional en el Montseny y Sierra de Guara

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.863	0.880	0.543	0.599	1.406	1.479
Domain	0.855	0.859	0.560	0.570	1.415	1.429
Mahala.	0.935	0.930	0.281	0.275	1.216	1.206
GLM.LL.	0.911	0.868	0.704	0.585	1.616	1.453
GLM.PL.	0.911	0.868	0.704	0.586	1.616	1.454
Rf.	0.946	0.951	0.829	0.813	1.775	1.765
SVM.	0.933	0.915	0.776	0.751	1.709	1.666
CM.	0.935	0.917	0.817	0.780	1.751	1.696

Random Forests, raw values



***Celtis australis.* (NT). Almez, latonero, alatonero, lodoño.**

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Rosales	Cannabaceae

ECOLOGÍA.

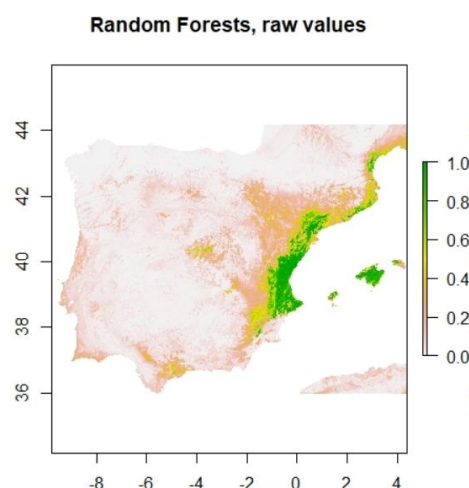
Crece en las regiones de clima suave, cálido o templado, principalmente sobre suelos sueltos y algo frescos, tanto calizos como ausentes de cal; a veces entre las mismas rocas, en los barrancos y laderas pedregosas, en cuyo caso no suele pasar de arbolillo. Ascende en las montañas del sur hasta los 1200 m.

SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

En el contorno de la región mediterránea. En la Península es especialmente frecuente en el este y sur; más escasa en Castilla, Aragón y Extremadura

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.920	0.846	0.531	0.507	1.451	1.353
Domain	0.922	0.839	0.707	0.519	1.629	1.358
Mahala.	0.970	0.946	0.450	0.317	1.420	1.263
GLM.LL.	0.926	0.888	0.744	0.579	1.671	1.467
GLM.PL.	0.926	0.887	0.744	0.577	1.670	1.463
Rf.	0.974	0.940	0.876	0.806	1.850	1.746
SVM.	0.957	0.925	0.856	0.802	1.813	1.727
CM.	0.961	0.931	0.866	0.807	1.827	1.738



***Crataegus Monogyna.* Majuelo, espino albar, espino blanco.**

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Rosales	Rosaceae

ECOLOGÍA.

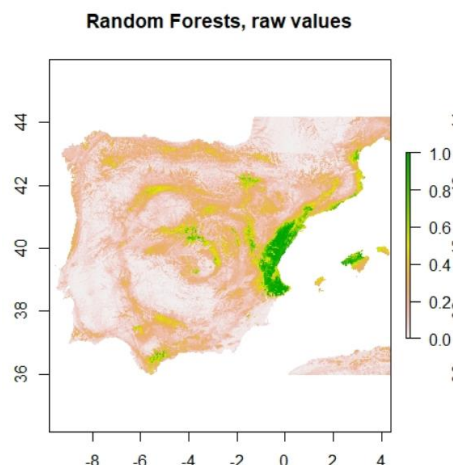
Crece en todo tipo de terrenos, desde el nivel del mar hasta por encima de los 1800 m, pudiendo alcanzar los 2200m, tanto en climas fríos como cálidos, en los setos, espinares, sotos, ribazos y linderos de bosque.

SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

Se extiende prácticamente por toda la Península (hacia el sur sobre todo en las montañas) y por las islas de Mallorca y Menorca.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.849	0.792	0.528	0.422	1.377	1.214
Domain	0.636	0.712	0.230	0.359	0.867	1.071
Mahala.	0.956	0.948	0.518	0.306	1.473	1.254
GLM.LL.	0.854	0.839	0.550	0.518	1.404	1.357
GLM.PL.	0.848	0.837	0.556	0.518	1.404	1.354
Rf.	0.967	0.946	0.856	0.816	1.823	1.762
SVM.	0.924	0.908	0.771	0.706	1.696	1.614
CM.	0.946	0.930	0.828	0.823	1.775	1.724



Fagus sylvatica L. Haya, fago.

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae

ECOLOGÍA.

Crece en laderas de las montañas, principalmente en umbría y sobre suelos frescos y ricos; es indiferente a la naturaleza del sustrato, aunque prefiere los terrenos calizos; requiere un clima suave y húmedo, sin sequía estival, y le perjudican mucho las heladas tardías. Óptimo entre 1000 y 1700 m.

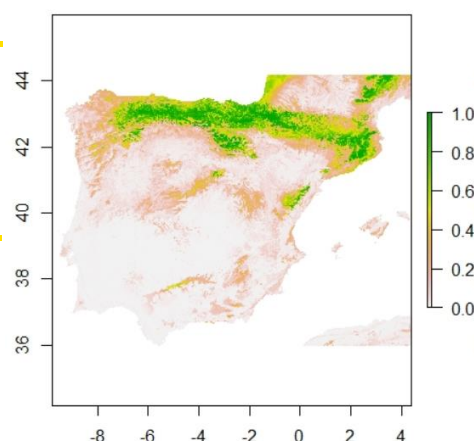
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

Mitad norte peninsular, alcanzando su límite meridional en Salamanca, Madrid, y Tarragona. Falta en Baleares y Portugal, y encuentra su límite en Zamora y Galicia.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.922	0.928	0.584	0.622	1.507	1.550
Domain	0.815	0.921	0.512	0.667	1.328	1.588
Mahala.	0.942	0.946	0.427	0.496	1.369	1.442
GLM.LL.	0.924	0.914	0.702	0.684	1.626	1.598
GLM.PL.	0.921	0.911	0.703	0.684	1.625	1.595
Rf.	0.977	0.959	0.880	0.850	1.857	1.809
SVM.	0.954	0.938	0.839	0.823	1.792	1.761
CM.	0.963	0.947	0.872	0.850	1.835	1.797

Random Forests, raw values



Ilex aquifolium L. (VU). Acebo.

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Aquifoliales	Aquifoliaceae

ECOLOGÍA.

Se cría en los bosques, matorrales sombríos, tajos y hoces de las montañas, ascendiendo hasta poco más de los 1600 m, requiere suelos frescos y protegidos, por lo que se refugia casi siempre en las umbrías o en el interior de los bosques.

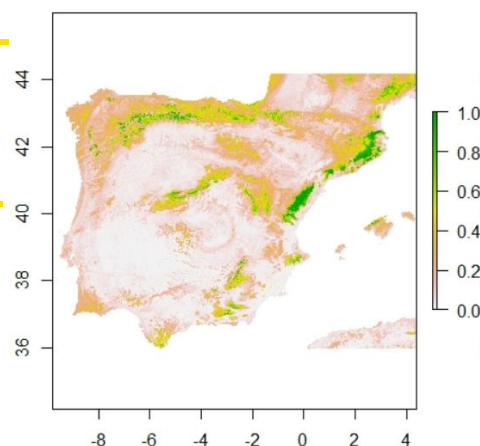
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

Se encuentra en todo el contorno de la región mediterránea y Mallorca, y en la Península es muy abundante en la mitad norte, pero también alcanza las montañas del sur.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.804	0.812	0.495	0.445	1.299	1.257
Domain	0.690	0.771	0.298	0.469	0.988	1.240
Mahala.	0.944	0.947	0.538	0.346	1.482	1.292
GLM.LL.	0.880	0.550	0.620	0.550	1.500	1.101
GLM.PL.	0.881	0.548	0.625	0.548	1.506	1.097
Rf.	0.971	0.964	0.862	0.847	1.833	1.812
SVM.	0.939	0.923	0.799	0.746	1.737	1.669
CM.	0.955	0.943	0.839	0.802	1.794	1.746

Random Forests, raw values



***Juniperus communis.* (NT). Enebro común, erebro real.**

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Pinophyta	Pinopsida	Pinales	Cupressaceae

ECOLOGÍA.

Se cría en todo tipo de terrenos, desde el nivel del mar hasta por encima de los 2000 m, en los climas mediterráneos suele quedar circunscrito a las montañas algo elevadas; convive con los pinos negral, salgareño y silvestre, con la sabina albar, encinas, quejigos y hayas. Resiste fríos muy intensos.

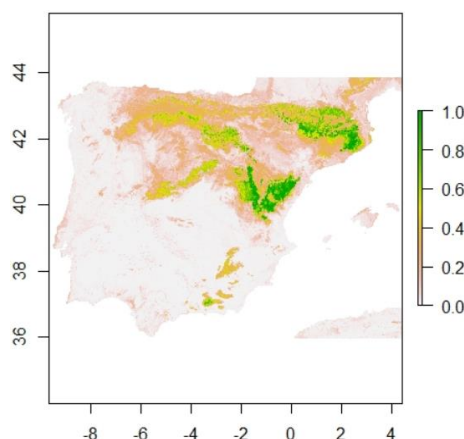
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

Frecuente en el norte peninsular, descendiendo en el norte hasta el nivel del mar y solamente en las montañas en el sur. No se encuentra en Baleares.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.932	0.924	0.588	0.619	1.520	1.543
Domain	0.862	0.954	0.539	0.807	1.402	1.760
Mahala.	0.965	0.964	0.511	0.362	1.477	1.327
GLM.LL.	0.944	0.963	0.730	0.803	1.679	1.766
GLM.PL.	0.939	0.963	0.727	0.810	1.666	1.773
Rf.	0.983	0.984	0.899	0.900	1.882	1.884
SVM.	0.975	0.964	0.887	0.860	1.862	1.824
CM.	0.972	0.973	0.891	0.893	1.863	1.867

Random Forests, raw values



***Juniperus oxycedrus.* Oxicedro, enebro de la miera, cada, cade, enebro español, enebro.**

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Pinophyta	Pinopsida	Pinales	Cupressaceae

ECOLOGÍA.

Crece en todo tipo de terrenos, encinares y demás bosques esclerófilos mediterráneos; soportan muy bien los suelos pedregosos y poco profundos; desde el nivel del mar, asciende hasta por encima de los 1000 m, donde empieza a escasear. Aguanta los climas secos y prefiere las laderas secas y soleadas.

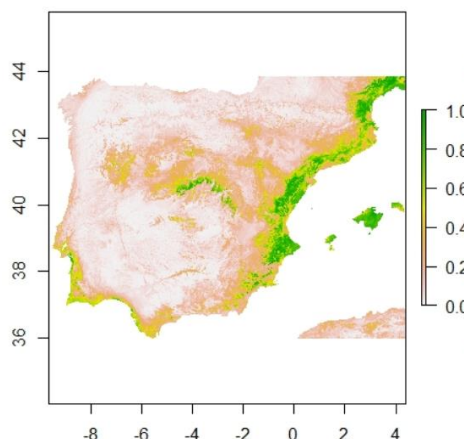
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

Contorno de la región mediterránea. Se encuentra en las islas mayores de Baleares y en la mayor parte de la Península, falta solamente del noroeste y algunos puntos del norte y oeste.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.785	0.817	0.382	0.480	1.166	1.297
Domain	0.684	0.762	0.284	0.412	0.969	1.174
Mahala.	0.926	0.956	0.379	0.423	1.306	1.379
GLM.LL.	0.858	0.804	0.594	0.512	1.451	1.316
GLM.PL.	0.855	0.805	0.596	0.513	1.451	1.318
Rf.	0.939	0.955	0.784	0.826	1.724	1.781
SVM.	0.892	0.916	0.715	0.729	1.607	1.645
CM.	0.909	0.950	0.756	0.813	1.665	1.763

Random Forests, raw values



***Juniperus phoenicea* L. (VU). Sabina negral, sabina suave, sabina roma, sabina negra.**

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Pinophyta	Pinopsida	Pinales	Cupressaceae

ECOLOGÍA.

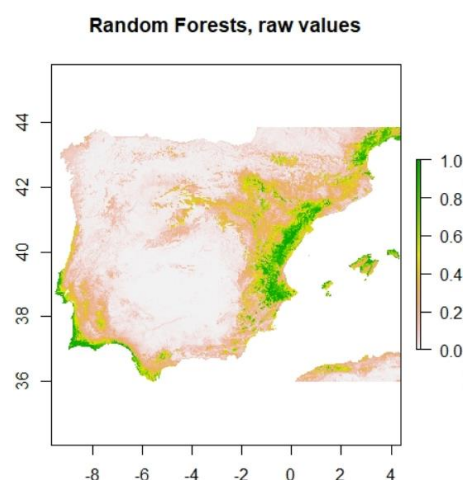
Se cría en todo tipo de terrenos y condiciones; en las dunas y arenales marítimos, en las margas algo salinas, en los terrenos volcánicos, en los silíceos, en los calcáreos, en las fisuras y en los acantilados. Desde el nivel del mar hasta los 1400 m; aguanta las heladas, climas muy secos y vientos intensos.

SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

En el contorno de la región mediterránea. Es la sabina más frecuente en la Península, aunque falta en gran parte de la mitad occidental. Frecuente en baleares y costas portuguesas.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.849	0.608	0.554	0.099	1.404	0.707
Domain	0.790	0.567	0.353	0.230	1.143	0.798
Mahala.	0.953	0.933	0.482	0.231	1.436	1.164
GLM.LL.	0.896	0.752	0.646	0.404	1.542	1.156
GLM.PL.	0.893	0.749	0.644	0.402	1.537	1.151
Rf.	0.969	0.925	0.843	0.744	1.812	1.669
SVM.	0.945	0.867	0.809	0.644	1.754	1.512
CM.	0.955	0.914	0.831	0.744	1.786	1.658



***Juniperus thurifera* L. Sabina albar, sabina albarra, sabina blanca, enebro, cedro de España.**

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Pinophyta	Pinopsida	Cupressales	Cupressaceae

ECOLOGÍA.

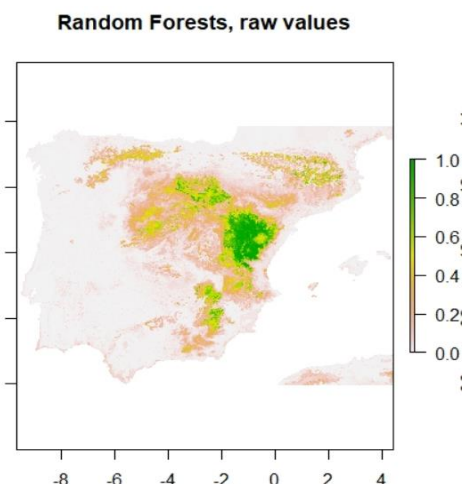
Crece en las altas parameras y laderas expuestas, prefiere terrenos calizos, desde los 800 hasta cerca de los 1600 m. Entra en competencia y mezcla con la encina y pino salgareño; de crecimiento lento, domina en condiciones extremas, es resistente a las heladas y a veranos secos y calurosos.

SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

Sus núcleos están en las montañas interiores del centro, centro-norte y este de España, principalmente en las provincias de Cuenca, Teruel, Guadalajara, Soria, Burgos y Palencia.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.920	0.934	0.630	0.608	1.549	1.542
Domain	0.837	0.914	0.548	0.739	1.385	1.653
Mahala.	0.983	0.987	0.450	0.489	1.433	1.476
GLM.LL.	0.941	0.972	0.740	0.810	1.681	1.782
GLM.PL.	0.939	0.972	0.735	0.816	1.674	1.788
Rf.	0.982	0.988	0.884	0.913	1.866	1.901
SVM.	0.970	0.959	0.847	0.882	1.817	1.841
CM.	0.978	0.980	0.882	0.905	1.860	1.886



***Phillyrea latifolia*. Labiérnago prieto, labiérnago negro.**

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Oleaceae

ECOLOGÍA.

Se cría en los encinares y otros bosques esclerófilos; muchas veces entre rocas o en suelos pedregosos; requiere un clima suave, en el que no se deje sentir mucho el rigor del invierno, y es indiferente al tipo de sustrato.

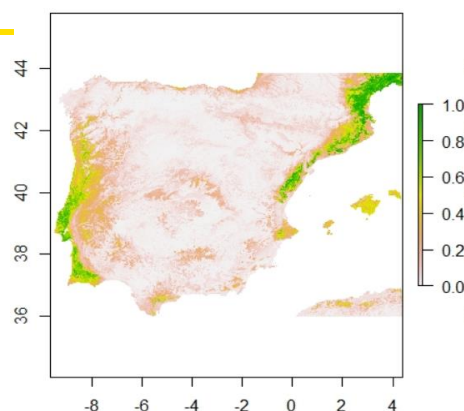
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

En la región mediterránea. Baleares en Mallorca, Menorca y Cabrera; en la Península es más frecuente en la mitad meridional. Falta en el noroeste y parte del norte, también en las regiones más continentales del interior.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.872	0.881	0.594	0.566	1.466	1.466
Domain	0.823	0.746	0.486	0.382	1.310	1.128
Mahala.	0.948	0.965	0.347	0.289	1.295	1.254
GLM.LL.	0.835	0.816	0.489	0.511	1.325	1.328
GLM.PL.	0.835	0.815	0.495	0.510	1.330	1.325
Rf.	0.969	0.966	0.846	0.845	1.814	1.815
SVM.	0.938	0.948	0.776	0.797	1.714	1.745
CM.	0.956	0.957	0.831	0.826	1.788	1.783

Random Forests, raw values



***Pinus halepensis* Mill. Pino carrasco, pino blanquillo, pino carrasqueño, pino de Aleppo.**

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Pinophyta	Pinopsida	Pinales	Pinaceae

ECOLOGÍA.

Crece en las colinas y laderas secas y soleadas, desde el nivel del mar hasta cerca de los 1000 m, subiendo hasta los 1600 en algunas sierras andaluzas. Prefiere los terrenos calizos, muy resistente a la sequía; muy sensible a las heladas y bastante termófilo. Soporta suelos pobres y yeso.

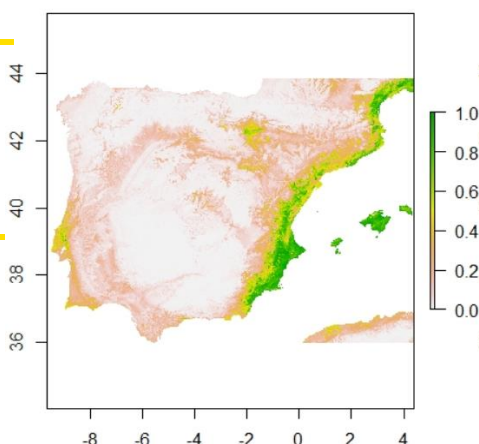
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

Frecuente en Baleares y en la Península, sobre todo en su mitad oriental, encontrándose en las provincias mediterráneas, y penetrando hasta Navarra.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.886	0.893	0.552	0.571	1.439	1.465
Domain	0.860	0.789	0.579	0.438	1.440	1.227
Mahala.	0.968	0.972	0.434	0.351	1.402	1.323
GLM.LL.	0.943	0.857	0.764	0.595	1.707	1.453
GLM.PL.	0.943	0.858	0.763	0.596	1.706	1.454
Rf.	0.976	0.968	0.872	0.846	1.848	1.814
SVM.	0.946	0.944	0.827	0.802	1.773	1.746
CM.	0.952	0.964	0.849	0.851	1.801	1.815

Random Forests, raw values



***Pinus Nigra* J. F. Arnold. Pino salgareño, pino negro, pino gargallo.**

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Pinophyta	Pinopsida	Pinales	Pinaceae

ECOLOGÍA.

Se cría en todo tipo de terrenos, aunque prefiere calizos, vive entre los 800 y 1500 m, subiendo hasta los 2000 o bajando a 50 m según su latitud. Suele ser sustituido en los terrenos silíceos por el pino marítimo y se pone muchas veces en contacto con quejigares, encinares y robledales de *Quercus pubescens*.

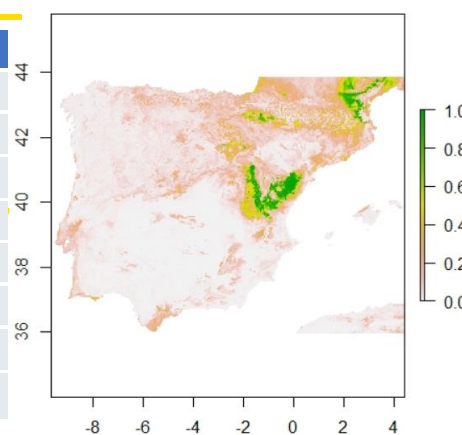
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

Península Ibérica y sur de Francia. Se distribuye ampliamente en el contorno mediterráneo y montañas del centro y de la mitad oriental. Principales masas en el Prepirineo, Sistema Ibérico, Maestrazgo, Sierras de Cazorla y Segura, etc. Muy repoblado.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.920	0.934	0.627	0.661	1.5472	1.594
Domain	0.725	0.904	0.392	0.688	1.117	1.592
Mahala.	0.983	0.986	0.560	0.550	1.544	1.537
GLM.LL.	0.867	0.919	0.621	0.695	1.488	1.615
GLM.PL.	0.866	0.918	0.617	0.702	1.484	1.620
Rf.	0.980	0.984	0.905	0.912	1.885	1.896
SVM.	0.967	0.974	0.847	0.860	1.814	1.834
CM.	0.971	0.973	0.903	0.903	1.874	1.876

Random Forests, raw values



***Pinus sylvestris* L. Pino albar, pino de Valsáin, pino silvestre.**

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Pinophyta	Pinopsida	Pinales	Pinaceae

ECOLOGÍA.

Crece en las laderas y cumbres de las montañas por encima de los 1000m, pudiendo alcanzar los 2100 m, pudiendo descender hasta los 500 en el norte, en su óptimo desplaza al resto de las especies arbóreas, menos al pino negro. Se adapta a todos los suelos (algo húmedos) y soporta grandes heladas, Se asocia con a la sabina rastrera, piorno serrano y enebro rastrero según el tipo de suelo.

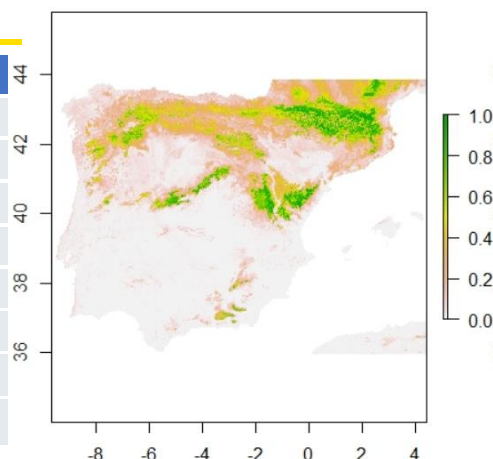
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

Su área natural se extiende por el centro y cuadrante nordeste de la Península, con enclaves en el sur (Sierra de Baza y Sierra Nevada) y el norte de Portugal. Muy repoblado.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.873	0.831	0.568	0.423	1.441	1.254
Domain	0.780	0.791	0.429	0.500	1.209	1.291
Mahala.	0.938	0.941	0.257	0.442	1.195	1.383
GLM.LL.	0.859	0.905	0.569	0.634	1.428	1.541
GLM.PL.	0.858	0.904	0.568	0.636	1.426	1.540
Rf.	0.948	0.966	0.795	0.833	1.742	1.799
SVM.	0.942	0.939	0.780	0.774	1.722	1.713
CM.	0.959	0.963	0.813	0.814	1.773	1.777

Random Forests, raw values



***Pinus mugo* subsp. *uncinata* Domin. Pino negro, pino moro.**

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Pinophyta	Pinopsida	Pinales	Pinaceae

ECOLOGÍA.

Se cría en las crestas y laderas de las montañas, entre los 1600 y 2400 m, aisladamente hasta 2700 y 800 m. Es el árbol que alcanza más altura en la Península, coloniza todo tipo de terrenos; soporta bien los fríos intensos y prolongados, necesita suelo húmedo. Se mezcla con el pino albar, abetos y hayas, conviviendo también con los arándanos, bujos, sauce de los Pirineos y otros arbustos del piso subalpino.

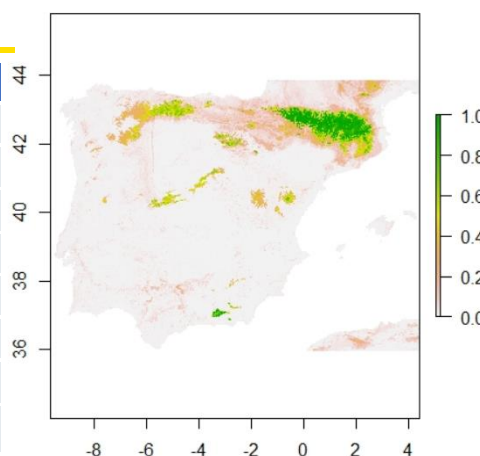
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

Pirineos y centro-norte de España: Sistema Ibérico, en las provincias de Teruel y Soria. Las mejores masas en Lérida, Gerona, Barcelona y Huesca. Algo repoblado

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.939	0.961	0.637	0.633	1.576	1.594
Domain	0.926	0.958	0.688	0.808	1.614	1.765
Mahala.	0.985	0.990	0.165	0.317	1.150	1.307
GLM.LL.	0.982	0.986	0.849	0.852	1.831	1.838
GLM.PL.	0.980	0.986	0.845	0.851	1.826	1.838
Rf.	0.987	0.992	0.931	0.944	1.918	1.936
SVM.	0.983	0.989	0.930	0.933	1.913	1.922
CM.	0.988	0.992	0.932	0.943	1.920	1.935

Random Forests, raw values



***Quercus faginea* Lam. Abeto común o Abeto blanco**

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae

ECOLOGÍA.

Crece formando bosques en las zonas de clima submediterráneo o mediterráneo continental suave, en todo tipo de sustratos; aguanta bien los climas continentales, con fuertes contrastes, crece entre los 500 y 1500 m, requiere suelos algo frescos y profundos, se asocia con encinas, melojos, alcornoques otros quejigos y robles. Puede hibridar con los robles, lo que dificulta su identificación.

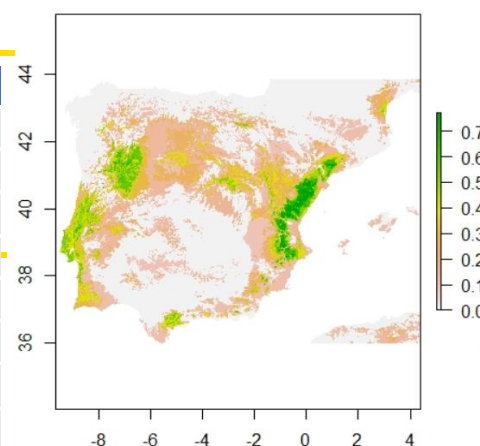
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

Habita en la mayor parte de la Península Ibérica, falta sobre todo en su extremo noroeste.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.882	0.856	0.508	0.528	1.390	1.384
Domain	0.757	0.767	0.427	0.432	1.184	1.198
Mahala.	0.932	0.941	0.406	0.391	1.339	1.332
GLM.LL.	0.803	0.790	0.521	0.515	1.324	1.304
GLM.PL.	0.802	0.789	0.522	0.515	1.324	1.304
Rf.	0.957	0.947	0.831	0.806	1.788	1.753
SVM.	0.918	0.905	0.755	0.720	1.674	1.625
CM.	0.967	0.943	0.826	0.800	1.783	1.743

WM, raw values



Quercus ilex L. Encina de bellotas dulces/amargas

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae

ECOLOGÍA.

Se cría bien en todo tipo de suelos, se distribuye desde la costa hasta unos 1500 m. a veces más, en forma de arbusto. Tiende a formar micorrizas con diversos hongos. Se encuentra en zonas con clima mediterráneo seco, cuando el clima es más lluvioso, la sustituyen otras especies de *Quercus*.

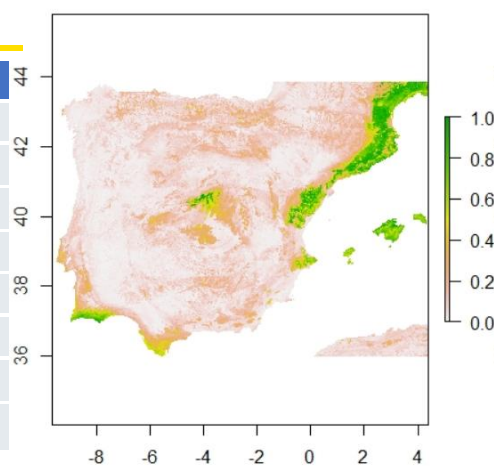
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

Es la especie forestal que más territorio ocupa en España y Baleares: unos tres millones de hectáreas, en Cantabria es mucho menos frecuente.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.741	0.803	0.418	0.410	1.16	1.213
Domain	0.578	0.729	0.125	0.319	0.703	1.048
Mahala.	0.926	0.901	0.363	0.197	1.29	1.098
GLM.LL.	0.852	0.731	0.571	0.377	1.423	1.109
GLM.PL.	0.850	0.376	0.572	0.376	1.423	1.107
Rf.	0.948	0.925	0.805	0.738	1.753	1.663
SVM.	0.918	0.870	0.749	0.650	1.667	1.520
CM.	0.936	0.902	0.794	0.692	1.730	1.594

Random Forests, raw values



Quercus pyrenaica Willd. (NT). Melojo, rebollo, roble negro, tozo.

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae

ECOLOGÍA.

Crece bien en las laderas y faldas de las montañas silíceas, donde forma a veces extensos melojares, raramente sobre calizas o dolomías, a 400–1600 m, alcanzando los 2100 m en Sierra Nevada. Prefiere los suelos sueltos y de textura arenosa, bien adaptada a climas continentales: soporta las heladas.

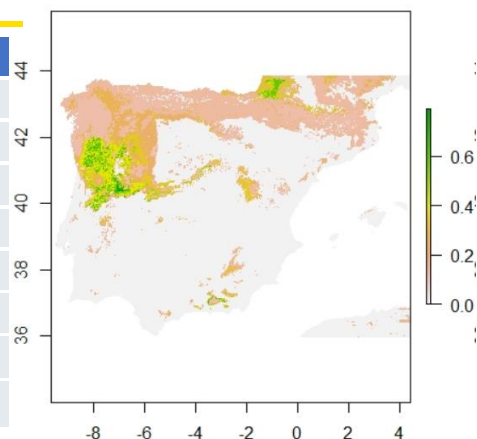
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

No se encuentra en Baleares, en la Península es más o menos frecuente en el centro y mitad norte, al sur de la Cordillera Cantábrica, en todas las regiones interiores. Hacia el sur y este, se hace más escasa.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.863	0.882	0.550	0.580	1.413	1.462
Domain	0.790	0.735	0.411	0.330	1.201	1.066
Mahala.	0.958	0.955	0.098	0.501	1.057	1.455
GLM.LL.	0.829	0.832	0.551	0.595	1.380	1.427
GLM.PL.	0.858	0.832	0.550	0.595	1.408	1.428
Rf.	0.962	0.962	0.848	0.823	1.810	1.786
SVM.	0.924	0.949	0.781	0.787	1.705	1.736
CM.	0.957	0.967	0.844	0.853	1.801	1.820

WM, raw values



Quercus robur L. Carvallo, carvayo, roble pedunculado, roble albar, roble.

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae

ECOLOGÍA.

Se cría desde el nivel del mar hasta unos 1000 m, formando bosques o bosquetes en los suelos profundos y frescos, sobre todo en los que carecen de cal y son algo húmedos; requiere un clima húmedo, oceánico, donde se acuse poco la sequía estival, es algo resistente al frío. Se asocia con hayedos o robledales de otras especies del género *Quercus*.

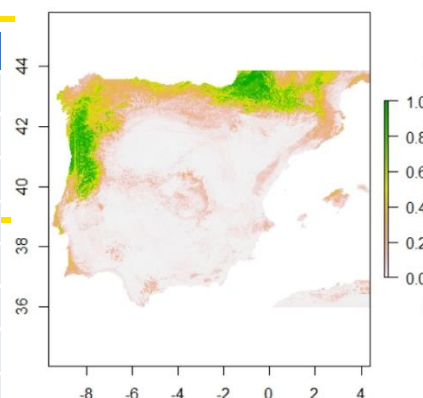
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

No se encuentra en Baleares, en la Península se extiende por la mitad norte, sobre todo en las zonas de influencia atlántica; se hace muy rara en los Pirineos y alcanza Cataluña; localidades más meridionales y aisladamente en alguna montaña del interior.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.874	0.892	0.470	0.543	1.344	1.435
Domain	0.729	0.855	0.325	0.647	1.054	1.502
Mahala.	0.956	0.967	0.266	0.551	1.222	1.518
GLM.LL.	0.901	0.904	0.697	0.721	1.598	1.625
GLM.PL.	0.902	0.903	0.701	0.722	1.603	1.624
Rf.	0.966	0.962	0.835	0.822	1.801	1.784
SVM.	0.936	0.906	0.783	0.767	1.719	1.673
CM.	0.949	0.944	0.813	0.821	1.762	1.765

Random Forests, raw values



Sorbus aria (L) Crantz. (NT). Mostajo, mostellar, mochera.

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Rosales	Rosaceae

ECOLOGÍA.

Crece salpicada en los bosques de la más variada naturaleza (quejigares, hayedos, pinares, abetales, pinsapares, etc), en las laderas pedregosas de las montañas, y aun entre las mismas rocas, prefiere suelos ricos en cal. Gran amplitud altitudinal, desde el nivel del mar hasta 2200 m.

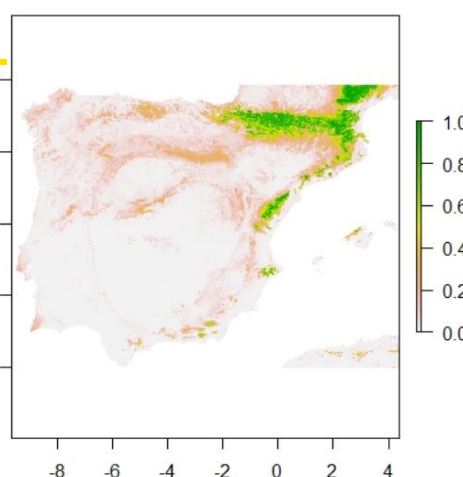
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

Se puede encontrar en Mallorca, en la Península, sin ser abundante, se extiende por la mayoría de las regiones, escaseando hacia occidente y faltando de gran parte del cuadrante sudoeste.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.938	0.889	0.624	0.570	1.562	1.459
Domain	0.791	0.855	0.467	0.576	1.258	1.431
Mahala.	0.985	0.973	0.287	0.520	1.272	1.493
GLM.LL.	0.916	0.893	0.664	0.632	1.581	1.525
GLM.PL.	0.917	0.894	0.666	0.635	1.583	1.529
Rf.	0.984	0.969	0.905	0.853	1.889	1.822
SVM.	0.963	0.938	0.855	0.785	1.818	1.723
CM.	0.978	0.836	0.889	0.836	1.868	1.672

Random Forests, raw values



***Sorbus torminalis* (L.) Crantz. (EN). Mostajo, mostajo de hoja recortada, peral de monte.**

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Rosales	Rosaceae

ECOLOGÍA.

Se cría salpicada en los bosques caducifolios o esclerófilos, setos y hoces frescas de los pisos inferior y montano, sin ser nunca abundante. Vive en terrenos silíceos o calizos, prefiriendo los suelos frescos. Ascende desde el nivel del mar hasta unos 1400 m.

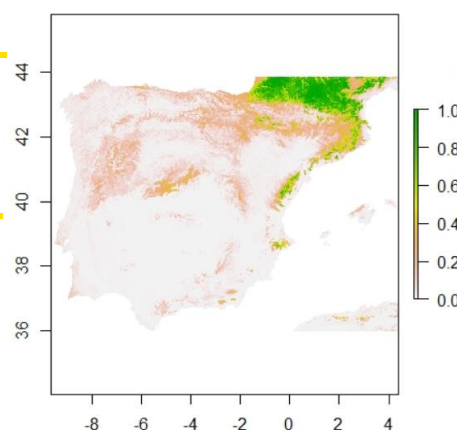
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

En la Península aparece esporádicamente, sobre todo en las mitades norte y este; llega por el sur hasta Sierra Nevada. Falta en Baleares.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.968	0.952	0.605	0.672	1.572	1.625
Domain	0.932	0.929	0.715	0.715	1.647	1.644
Mahala.	0.988	0.987	0.461	0.480	1.449	1.467
GLM.LL.	0.929	0.950	0.735	0.772	1.664	1.722
GLM.PL.	0.929	0.949	0.737	0.775	1.666	1.725
Rf.	0.986	0.985	0.910	0.919	1.897	1.904
SVM.	0.976	0.965	0.891	0.870	1.866	1.835
CM.	0.976	0.976	0.920	0.914	1.895	1.890

Random Forests, raw values



***Taxus baccata* L. Tejo, tejón.**

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Pinophyta	Pinopsida	Cupressales	Taxaceae

ECOLOGÍA.

Crece en las hoces, barrancos y laderas umbrosas de las montañas, prefiere calizas; a veces en bosques mixtos, casi siempre en ejemplares aislados y muchas veces en suelos pedregosos e incluso en grietas, asciende en Andalucía hasta los 2100 m, su óptimo está a los 1500 m al resentirse con las heladas.

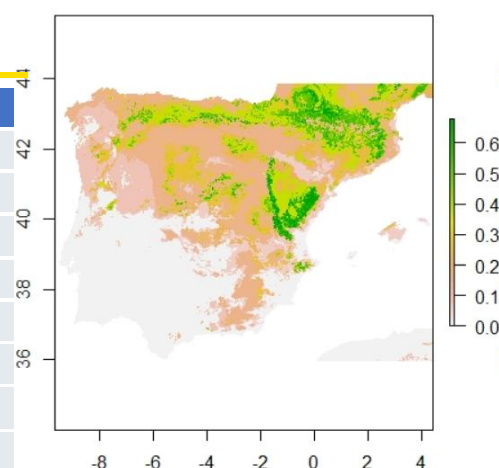
SITUACIÓN EN LA PENINSULA Y BALEARES

En Baleares se encuentra en Mallorca y en la Península por casi toda ella, aunque en franca regresión. Masas más importantes en Asturias, Cantabria y Zamora.

RESULTADOS

MODELO	AUC _C	AUC _W	COR _C	COR _W	A+C _C	A+C _W
Bioclim	0.778	0.692	0.373	0.244	1.151	0.935
Domain	0.559	0.603	0.092	0.131	0.651	0.834
Mahala.	0.932	0.937	0.449	0.338	1.381	1.275
GLM.LL.	0.806	0.805	0.494	0.519	1.300	1.324
GLM.PL.	0.804	0.803	0.491	0.519	1.296	1.039
Rf.	0.939	0.953	0.790	0.810	1.730	1.763
SVM.	0.903	0.889	0.696	0.666	1.600	1.555
CM.	0.939	0.961	0.784	0.821	1.724	1.781

WM, raw values



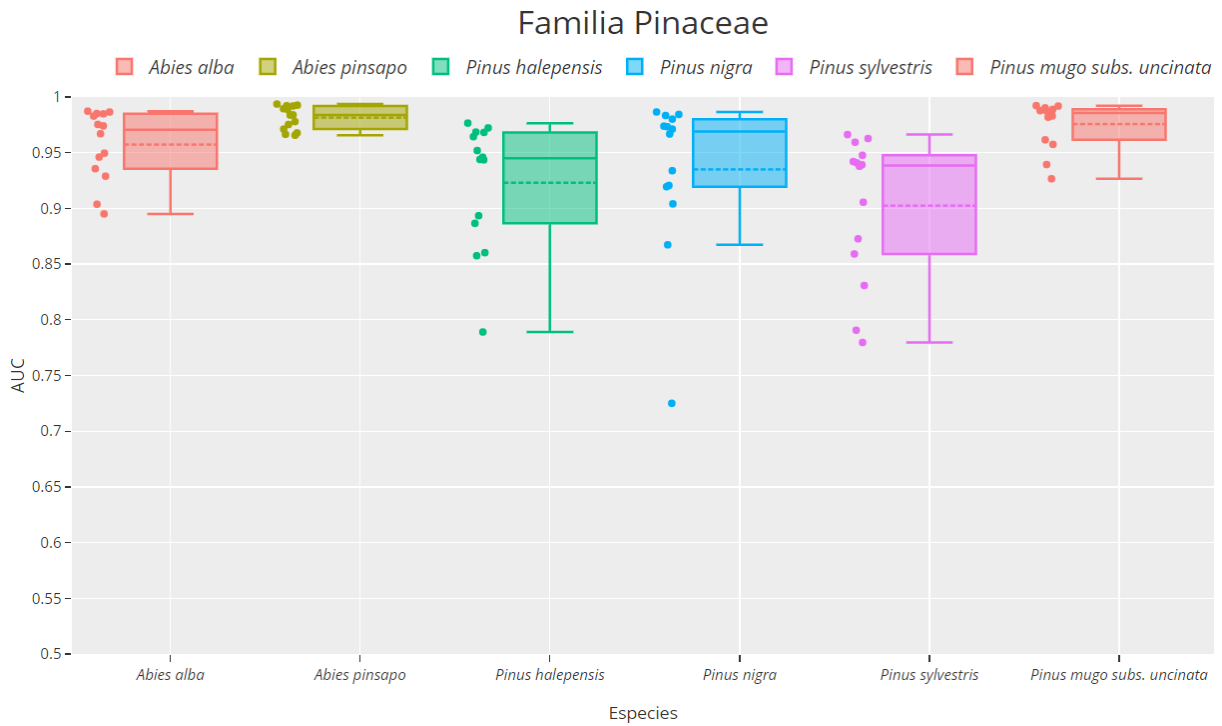


Figura 31. AUC para las especies de la Familia Pinaceae.

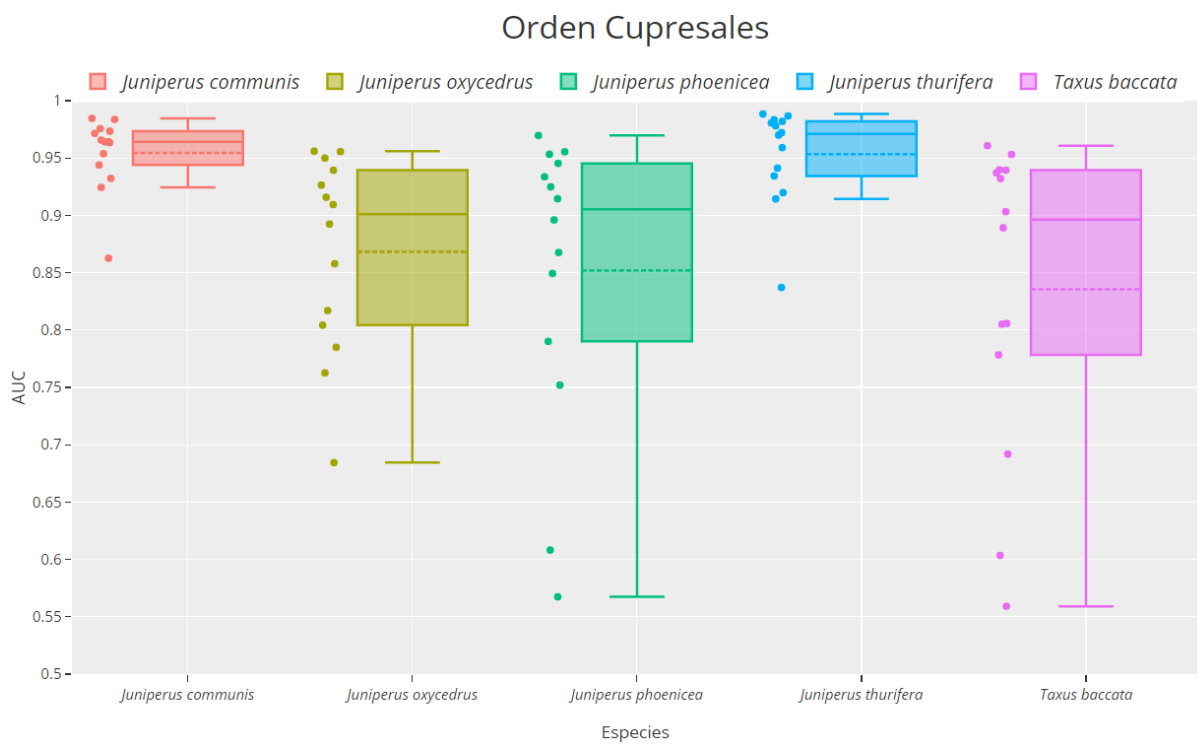


Figura 32. AUC para las especies del Orden Cupresales

Familia Sapindaceae y Orden Rosales

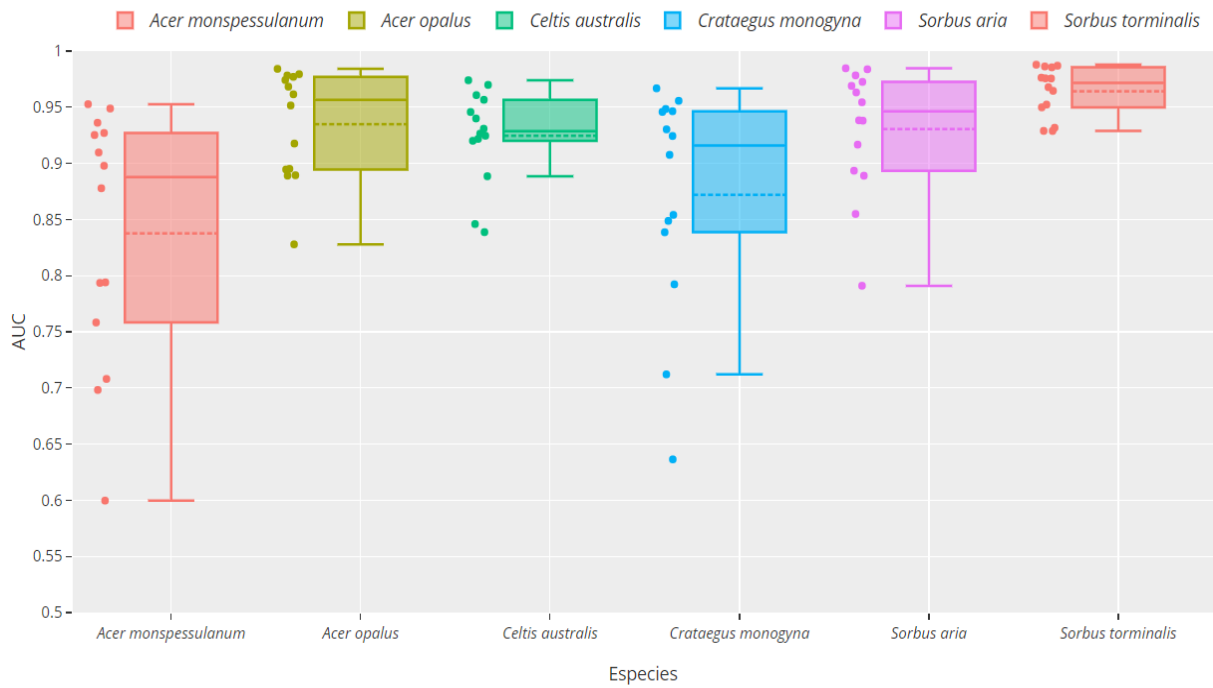


Figura 33. AUC para las especies de la Familia Sapindaceae y del Orden Rosales.

Familia Fagaceae

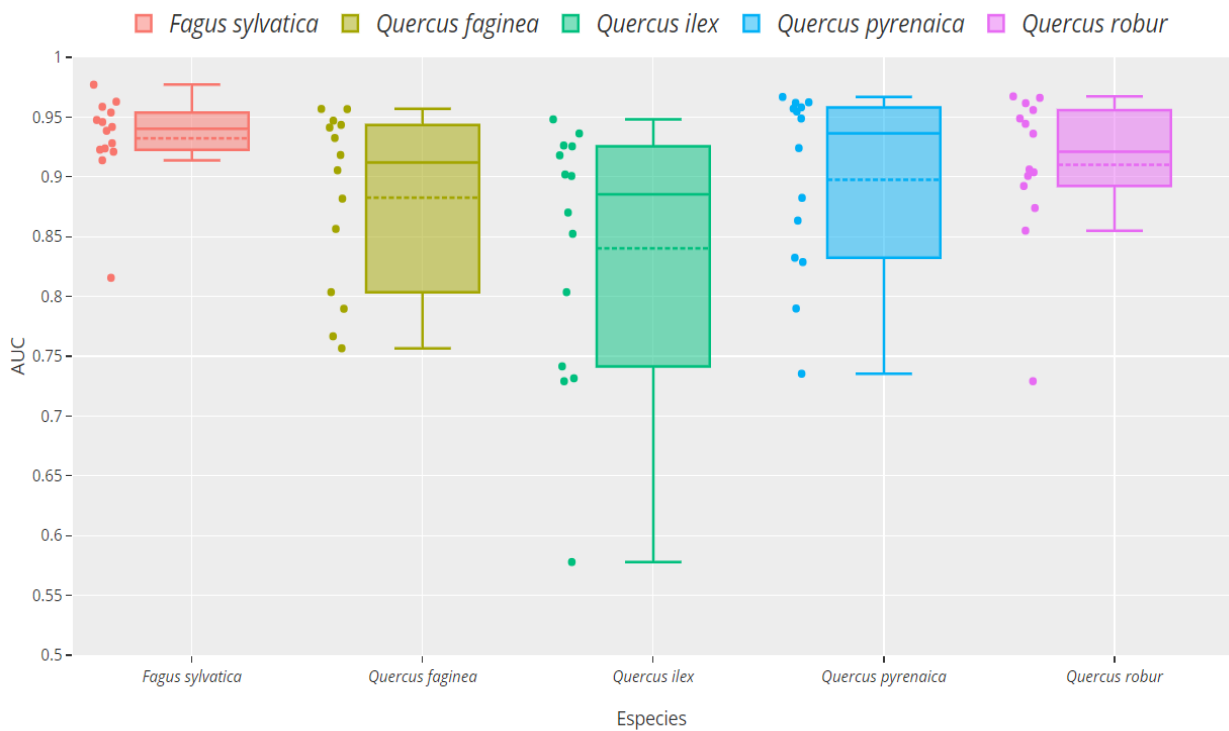


Figura 34. AUC para las especies de la Familia Fagaceae.

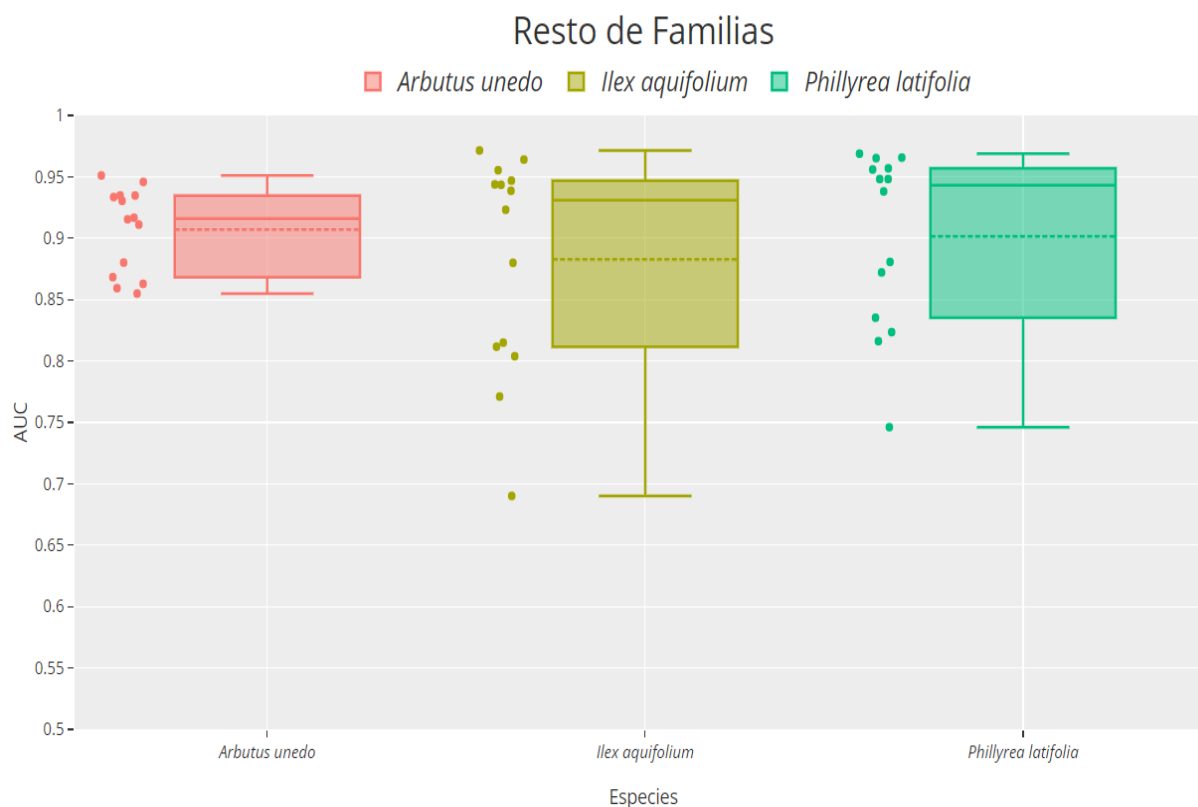


Figura 35. AUC para las especies del resto de Familias. Ericaceae, Aquifoliaceae y Cannabaceae respectivamente.

4.2. SEGÚN EL ALGORITMO Y LA BASE DE DATOS.

Modelo	AUCc	AUCw	AUCm	CORc	CORw	CORm
BIOCLIM.	0.87768188	0.8600084	0.86884514	0.54547748	0.51844096	0.5319592
DOMAIN.	0.78548752	0.8171447	0.80131614	0.45241044	0.52969148	0.4910509
Mahalanobis	0.95808596	0.9570267	0.95755634	0.38417624	0.3931678	0.3886720
GLM.LL.	0.8916506	0.8724094	0.88203002	0.65542579	0.62416912	0.6397974
GLM.PL.	0.89160544	0.8716627	0.8816341	0.65565976	0.62542916	0.6405444
R.f.	0.96905432	0.9634682	0.96626126	0.86352024	0.84931852	0.8564193
SVM.	0.94532148	0.9332220	0.93927178	0.81653724	0.78898484	0.8027610
C.M.	0.95949904	0.9533816	0.95644032	0.85399896	0.83803688	0.8184579
Según BD. 1GLM.	0.91239725	0.9059070		0.65307805	0.64882994	

Tabla 5. Resultados según los 8 algoritmos utilizados y según las diferentes bases de datos usando solo un GLM.

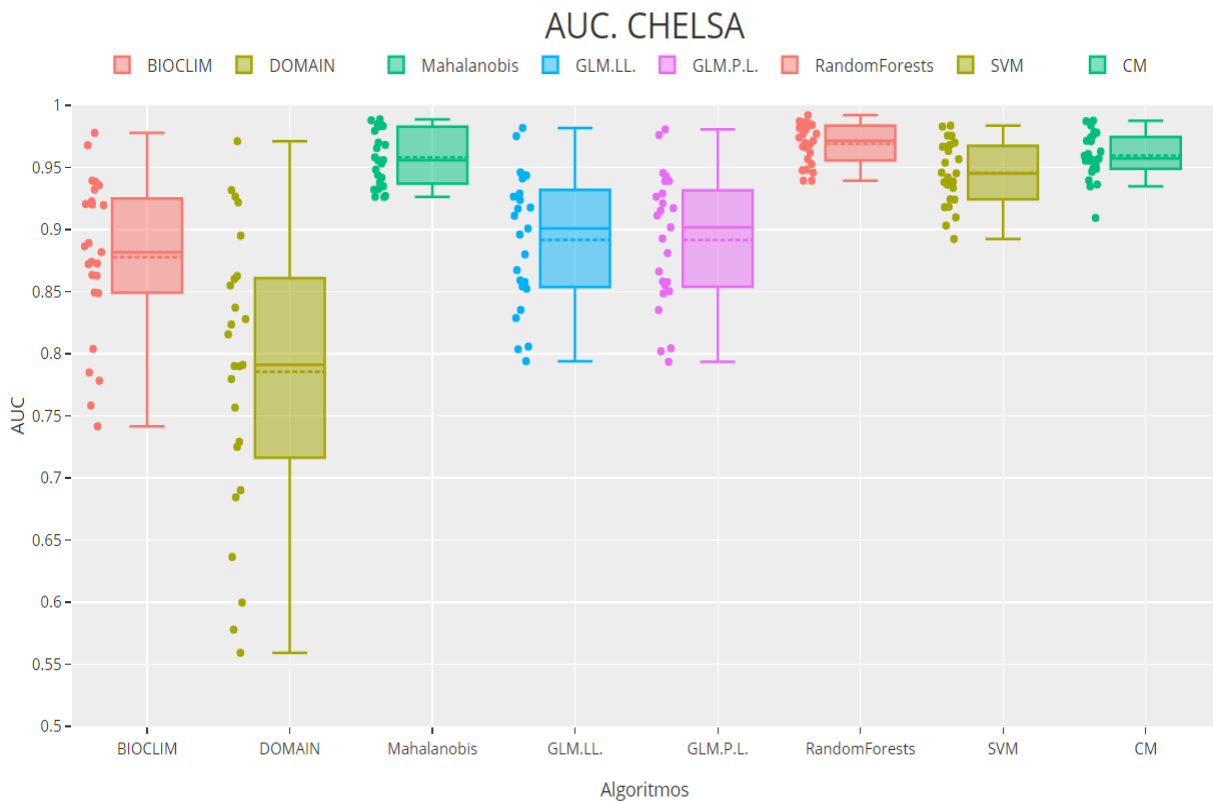


Figura 36. Representación gráfica de AUC para los distintos algoritmos usando CHELSA.

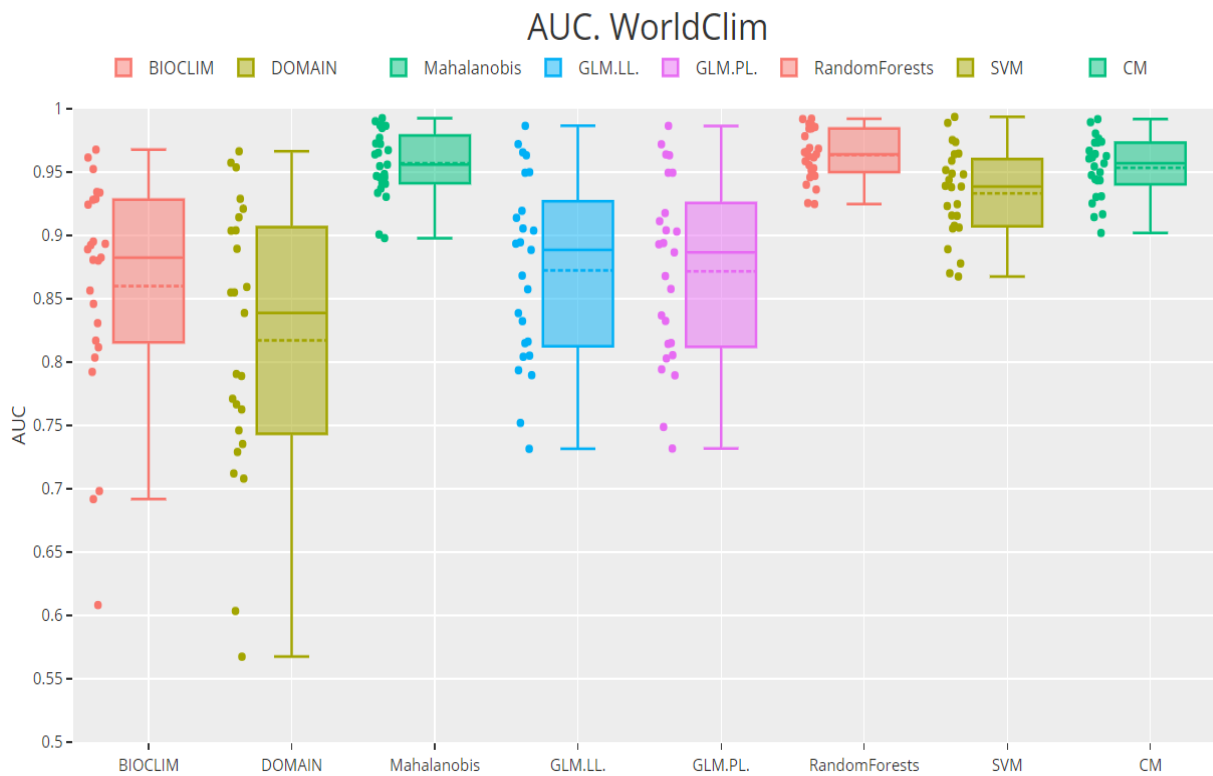
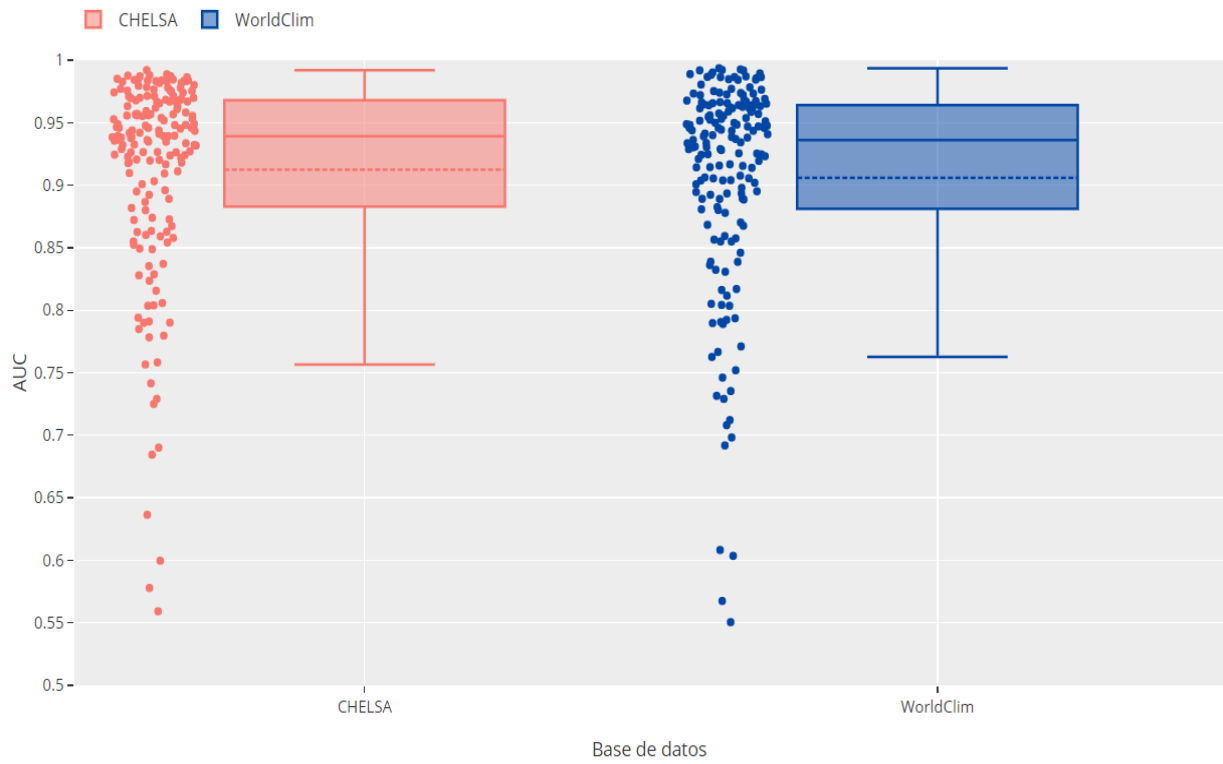


Figura 37. Representación gráfica de AUC para los distintos algoritmos usando WorldClim.

CHELSA vs WorldClim



Pinus mugo. AUC 0.992. Wordclim.

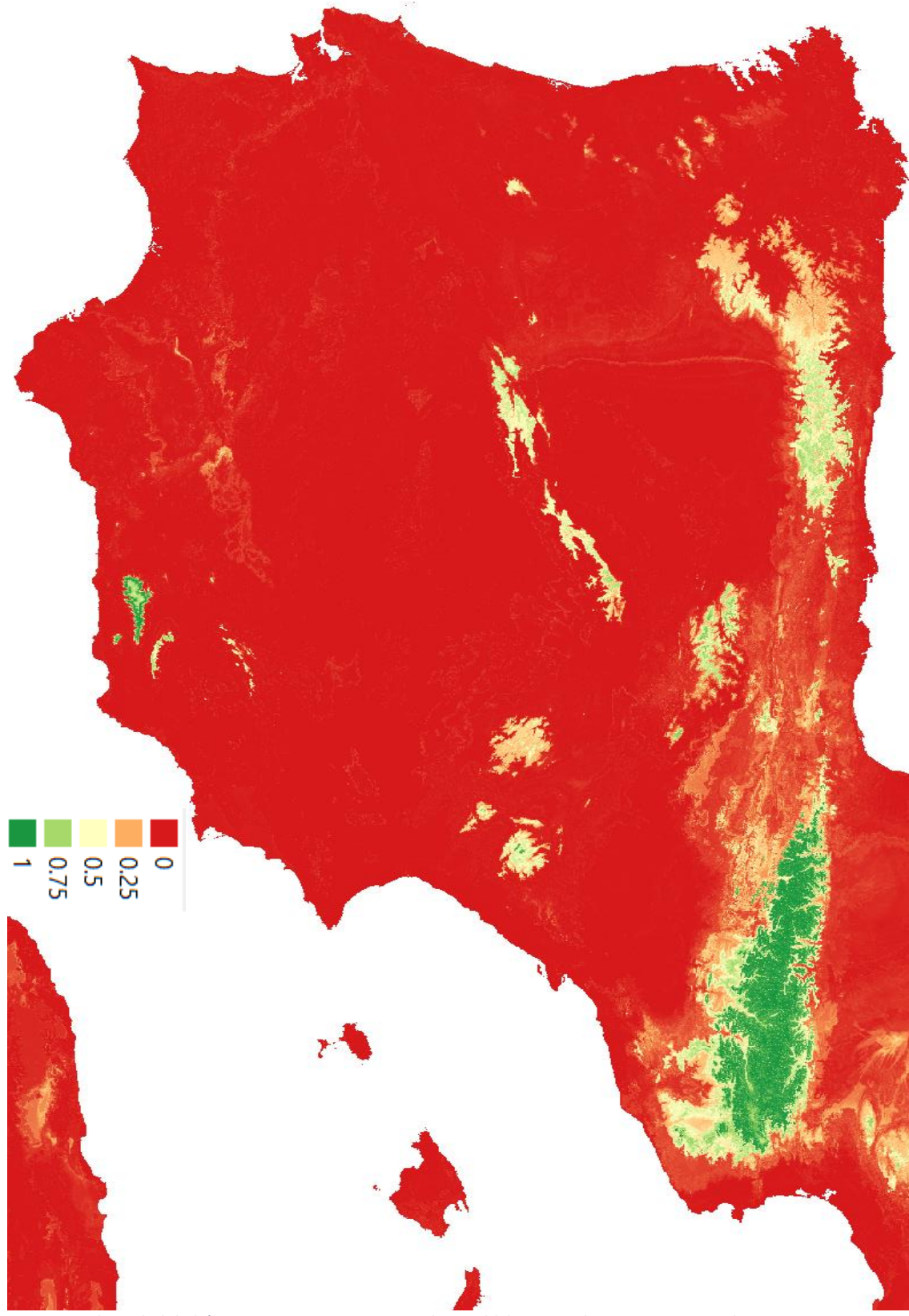


Figura 39. Idoneidad de hábitat para *Pinus mugo* usando Worldclim y RandomForests. Segundo mejor ajuste.

Abies pinsapo. AUC 0.993. Wordclim.

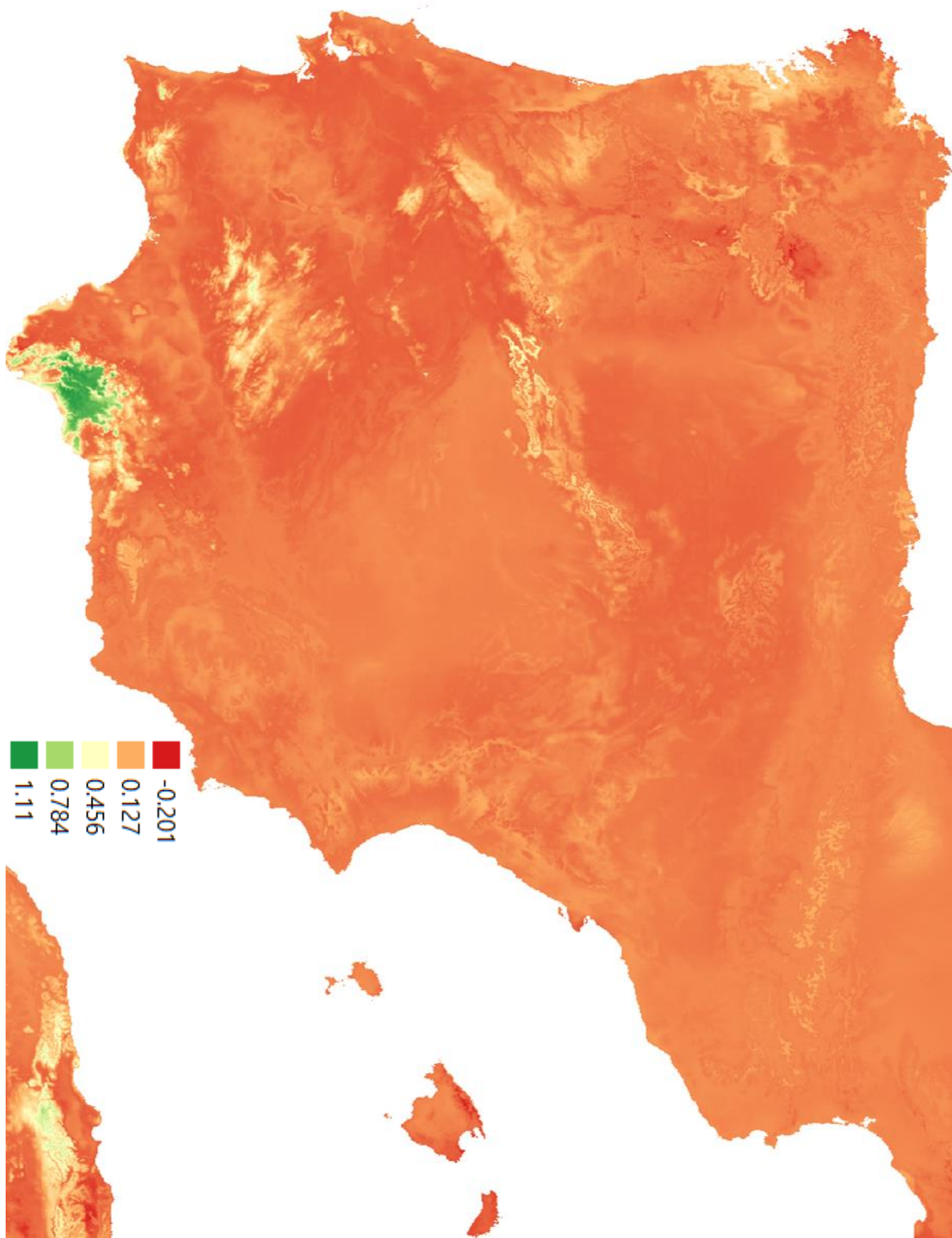


Figura 40. Idoneidad de hábitat para *Abies pinsapo* usando Worldclim y RandomForests. Modelo mejor ajustado.

5. DISCUSIÓN.

5.1. Sobre los conceptos.

En ciencia, la estandarización de sus mecanismos a todos sus niveles es esencial, sin embargo, en la bibliografía relacionada a los modelos de distribución puede encontrarse falta de consenso en lo referente al concepto de nicho. Por un lado, ciertos autores consideran a la «modelación de nichos (ENM)» y «modelación de áreas de distribución (SDM)» como sinónimos, o realizan un uso terminológico neutro debido a la falta de consenso en la terminología (Elith y Leathwick, 2009). Otros autores consideran ambos términos diferentes y su mala interpretación puede inducir problemas de confusión y/o interpretación (Soberón et al., 2017). Estos últimos, recurren a la dualidad de Hutchinson (Figura 41) para diferenciar estos conceptos.

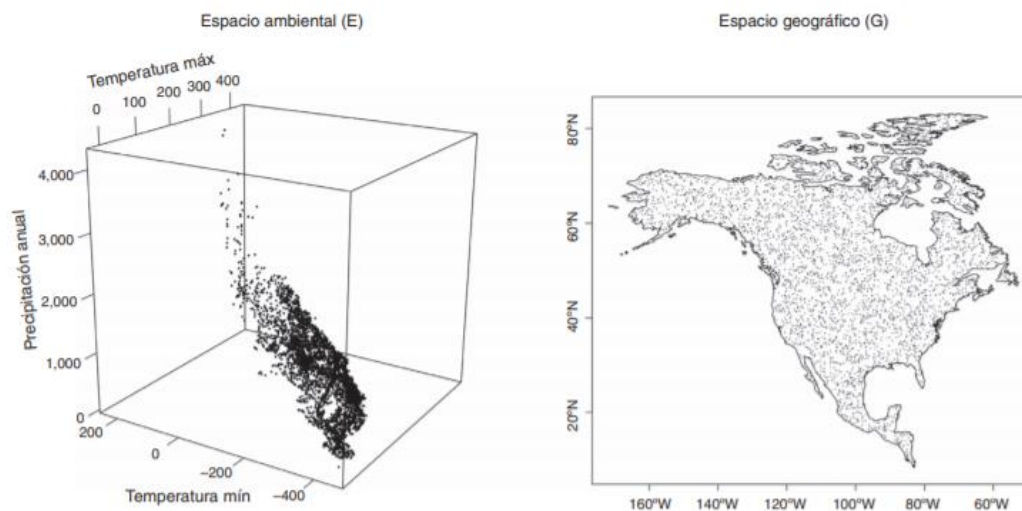


Figura 41. Dualidad de Hutchinson. Diferencias entre espacio ambiental (E) y espacio geográfico (G) (Hutchinson, 1957).

“Mientras que los nichos son objetos en E. A despecho de que exista una relación 1:1 entre G y E, se trata de objetos esencialmente diferentes, que «habitan» espacios muy distintos, con propiedades topológicas diferentes”. Es decir, estos autores no consideran una relación 1:1 Entre espacio ambiental y espacio geográfico una razón suficiente para convertir en sinónimos a los ENM y los SMD. Por lo tanto, un ENM consistiría en un espacio ambiental multidimensional (E) creado paso previo a su proyección, y la proyección geográfica (G) de este espacio ambiental sería considerado un SMD. Otros autores con una visión más pragmática se preguntan si de verdad es útil realizar esta distinción (Araújo y Guisan 2006). Elith y Leathwick parecen estar más cerca de esta última postura, considerando más relevante conocer que componentes del nicho están representados por las predicciones del SDM que la definición de nicho como tal.

Este problema de consenso tiene su base en la evolución del propio concepto de nicho que sigue estancado desde 1990 (Figura 42).

En este sentido, Soberón, mediante la creación del diagrama BAM (Figura 43), está diferenciando claramente los distintos tipos de nichos, y, por lo tanto, clasifica de una manera correcta sus diferentes componentes. Siendo A los factores ambientales, B los factores bióticos y M las zonas accesibles para la especie en cuestión, por lo tanto, A correspondería a un nicho fundamental, la intersección entre A y B su nicho realizado, y M las zonas accesibles para la especie (las zonas donde realmente experimentan los factores ambientales y bióticos representados por A y B). Si la relación entre B y M se atribuye a factores bióticos (capacidad de dispersión), el nicho realizado también puede atribuirse a la intersección entre A, B y M (Soberón et al., 2017).

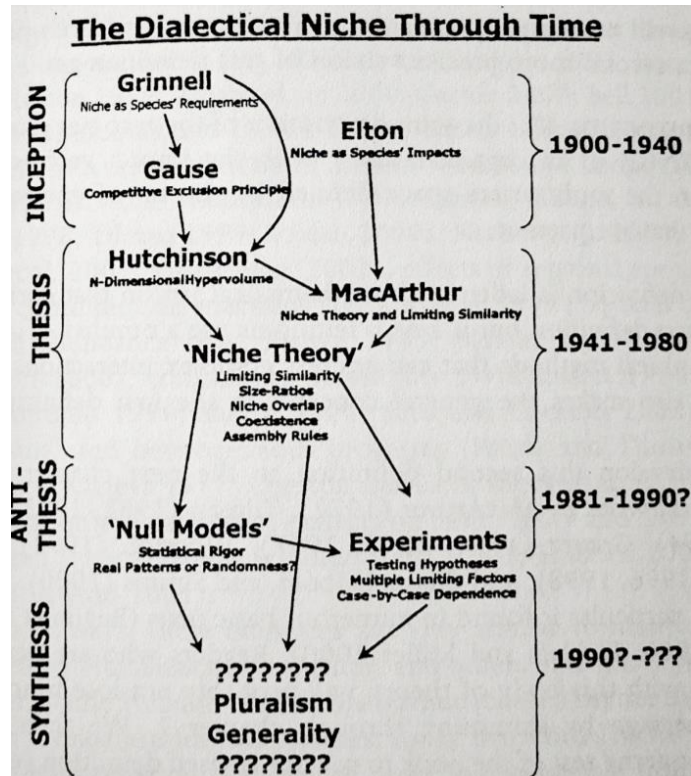


Figura 42. Evolución del concepto de nicho ecológico (Chase y Leibold, 2003).

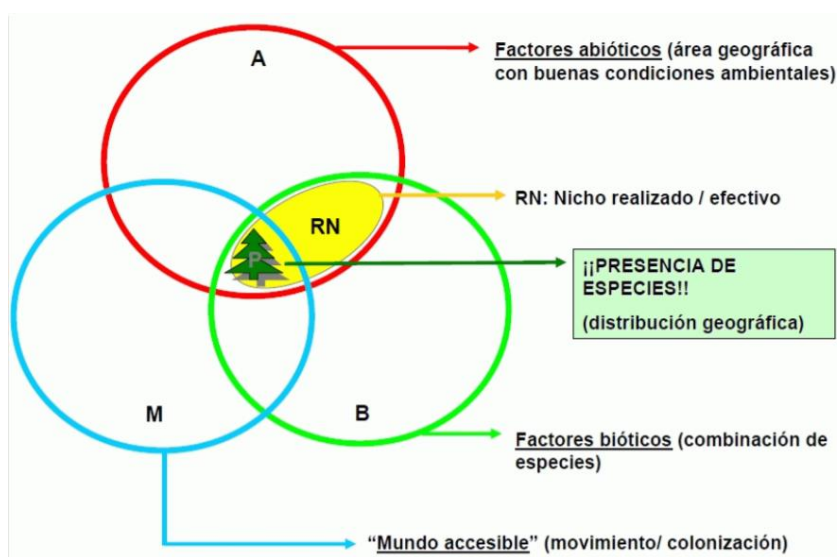


Figura 43. Diagrama BAM. Representación gráfica de la unión conceptual de los diferentes nichos ecológicos en función de los factores abióticos, bióticos y accesibilidad del hábitat (Soberón et al., 2017).

5.2. Sobre los resultados.

Los resultados por especies presentados en el punto 4, se organizaron en base a su cercanía filogenética (Familias y Órdenes) para mejorar la visualización de los gráficos y hacer una comparativa más organizada.

En general, los diferentes grupos obtuvieron resultados muy dispares, con especies que conseguían un buen ajuste: *Fagus sylvatica* (Fagaceae) (Figura 34), *Sorbus torminalis* (Rosales) (Figura 33), *Juniperus communis* y *Juniperus phoenicea* (Cupresales) (Figura 32). Otras especies, con un amplio rango de valores, conseguían un ajuste más o menos bueno en función del algoritmo utilizado: *Taxus baccata*, *Juniperus phoenicea* (Figura 32), *Acer monspessulanum* (Figura 33) y *Quercus ilex* (Figura 34). En las familias con un solo miembro, *Arbutus unedo* obtuvo el mejor ajuste (Figura 35). La mayoría de resultados los encontramos con valores intermedios entre los dos grupos.

En el caso de *Quercus ilex* (Figura 34), su bajo rendimiento relativo en el ajuste puede deberse a que esta especie está constituida por dos subespecies con una distribución muy dispar, y con nichos (a priori) diferentes. Esto puede originar problemas de clasificación en los algoritmos que lleven a un ajuste relativamente inferior con respecto al resto de especies estudiadas. En el mapa de Caudullo (Figura 44), podemos ver la localización de las dos subespecies de *Quercus ilex*.



Figura 44. Mapa de la distribución de *Quercus ilex* subsp *rotundifolia* (naranja) y *Quercus ilex* subsp *ilex* (verde) (Caudullo, 2017).

Sin embargo, los resultados relativamente bajos del Tejo, los podemos atribuir a otra serie de causas. El Tejo, prefiere hoces, barrancos, laderas umbrosas de montañas, suelos pedregosos e incluso grietas para vivir, este conjunto de microambientes, en general no están bien definidos por los datos climáticos, lo que puede dificultar su ajuste. Por otro lado, esta especie no suele agruparse, encontrándose como ejemplares aislados. Además, está en franca regresión por el territorio peninsular (López-González, 2007), creando problemas de ajuste para la mayoría de los modelos.

Otro resultado llamativo lo encontramos en la gráfica de la Familia Pinaceae (Figura 31), el grueso de sus AUCs se encuentra por encima de 0,85 para todos sus miembros. Además, los mejores resultados para los 6 miembros que la representan han sido conseguidos usando las capas ambientales de Worldclim. En general, esta familia necesita de climas templados/fríos y relativamente húmedos, formando grandes masas en sistemas montañosos. Esta homogeneidad de distribución y de ambientes ha podido facilitar la clasificación de los algoritmos, proporcionando el buen ajuste que estamos comentando. Otro hecho a tener en cuenta, son las repoblaciones, en España se han usado varias especies de este género (*Pinus sylvestris*, *nigra* y *mugo*) para hacer repoblaciones con un porcentaje de repoblación sobre la población total bastante significativo, con más de 1/3 repoblado para *Pinus sylvestris*, 1/5 aproximadamente para *Pinus nigra* y 1/10 para *Pinus mugo* (López-González, 2007). Estas repoblaciones, han podido aumentar el nicho ecológico natural de estas especies de manera artificial, posibilitando a los algoritmos unos márgenes de discriminación más amplios.

Si analizamos los algoritmos utilizados (Figuras 36 y 37), detectamos una dinámica prácticamente idéntica en la distribución de sus AUCs. Consiguiendo resultados relativamente buenos para 4 de los 8 algoritmos (Mahalanobis, Randomforests, SVM y CM), relativamente bajos en 2/8 (BIOCLIM y DOMAIN) e intermedios en los logísticos. Sin embargo, observando los gráficos detalladamente, se puede ver como CHELSA proporciona en la mayoría de los resultados, unos AUCs más concentrados, una cola inferior más corta y una cola superior más larga, lo que nos indica que los modelos obtenidos con los datos ambientales de CHELSA se ajustan un poco mejor que los obtenidos con Wordclim, este hecho se hace más evidente si comparamos los resultados obtenidos con el algoritmo BIOCLIM. No hay que olvidar que las diferencias entre ambos no son significativas.

Tanto los algoritmos que consiguen un mejor ajuste relativo, como aquellos con el peor, son idénticos para ambas bases de datos, siendo Randomforests el que mejor resultado nos ha proporcionado, seguido en importancia por Mahalanobis, CM y SVM. En el lado

opuesto encontramos a DOMAIN y BIOCLIM con los peores ajustes relativos (Figuras 36 y 37).

Al analizar los resultados proporcionados por las diferentes bases de datos, sin diferenciar en ellas los algoritmos utilizados (Figura 38), volvemos a encontrar una dinámica muy similar. La dispersión de los datos es prácticamente idéntica, mismo número de valores atípicos, colas en una posición muy similar, una asimetría negativa donde los datos se concentran en la parte superior de la distribución y una media menor que la mediana. Worldclim obtiene los mejores ajustes, 0.984 para *Pinus mugo* y 0.993 para *Abies pinsapo* (Figuras 39 y 40).

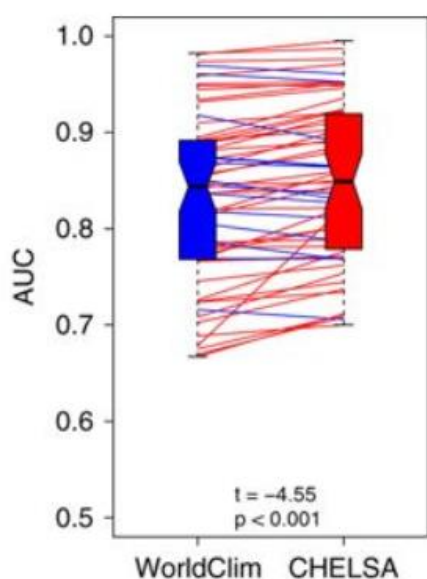


Figura 45. Representación gráfica de AUC comparando las dos bases de datos. En azul WorldClim y en rojo CHELSA (Karger et al., 2017).

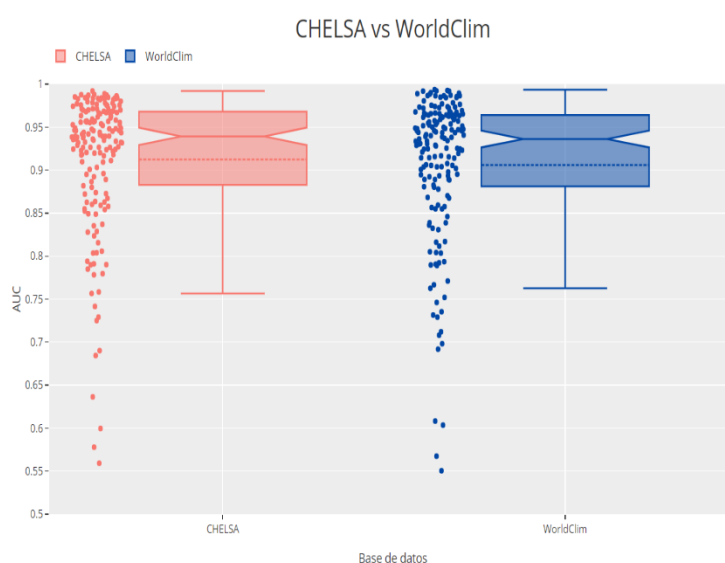


Figura 38(2). Representación gráfica de AUC comparando las dos bases de datos utilizadas sin diferenciar algoritmos.

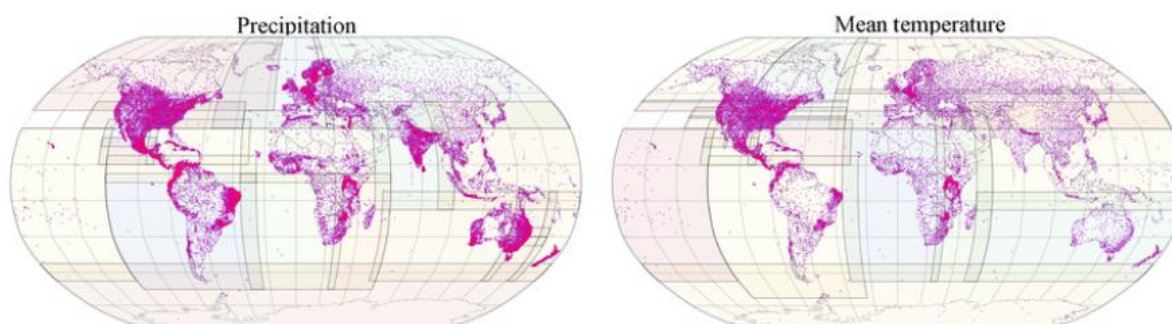


Figura 46. Concentración de estaciones meteorológicas para temperatura media y precipitación (Fick y Hijmans, 2017).

Comparando los resultados obtenidos por otro grupo de investigación (Karger et al., 2017), las diferencias, aunque en el mismo sentido, son menos notables en este trabajo. CHELSA obtiene una media superior a WordClim (Figura 38(2)), pero no significativa. Los resultados obtenidos en la figura 45 están basados en una muestra de 67 especies, situadas en un marco territorial con una

densidad de estaciones meteorológicas alta (Figura 46) y modeladas usando únicamente GLM. Por otro lado, para este trabajo, se modelaron 25 especies (en una zona con menos estaciones) con 7 algoritmos diferentes, obteniendo 175 (200 con los 2 GLM) modelos. Aunque pueda parecer que la leve bajada de rendimiento de CHELSA en nuestro análisis pueda deberse a un menor número de estaciones meteorológicas en nuestra zona de estudio, o el uso de un número menor de especies. Lo cierto es que, si observamos las figuras 36 y 37, vemos como los GLM obtienen un rendimiento muy superior con CHELSA. Por lo tanto, la diferencia significativa que nos muestra la figura 45, puede deberse más a una mejor afinidad de los GLM con CHELSA, que a diferencias propias de las bases de datos. Aunque en este trabajo no se encuentren diferencias significativas, existen otros hechos que pueden inclinar la balanza a favor del uso de una u otra base de datos (ver más adelante).

6. CONCLUSIONES.

La primera conclusión que podemos obtener de todo lo visto anteriormente, es la importancia de una descripción detallada y pormenorizada tanto de los objetivos, como de los métodos utilizados. Cuando la comunidad científica no se pone de acuerdo en la definición de un concepto, es esencial describir qué se quiere conseguir y cómo, esto puede evitar los baches conceptuales que se pueden presentar y permitirá a cada investigador encuadrar el proyecto dentro de su marco conceptual propio. Algunos investigadores se decantan por una conclusión cercana a esta (Araújo y Guisan 2006; Elith y Leathwick 2009). Con esto no se pretende abandonar los debates conceptuales, que son imprescindibles en ciencia, se pretende conseguir una unión más laxa entre concepto y procesos hasta que exista un consenso terminológico.

Como se puede entender tras leer la discusión, la interpretación de los resultados no debe ceñirse solo a los valores de AUC, un conocimiento de las características de la especie, su localización, u otros hechos importantes (reforestaciones, incendios, distintas subsp, etc.) pueden proporcionarnos una interpretación más o menos subjetiva de las proyecciones proporcionada por los modelos.

Los algoritmos utilizados, en su mayoría, consiguen buenos ajustes, destacando los conseguidos por la Familia Pinácea y casi todos los obtenidos a través de RamdonForests, CM, SVM y Mahalanobis. Este último, aunque consigue ajustes muy buenos, su proyección

es difícilmente interpretable (Figuras 47 y 48), al menos, en el marco geográfico que nos encontramos.

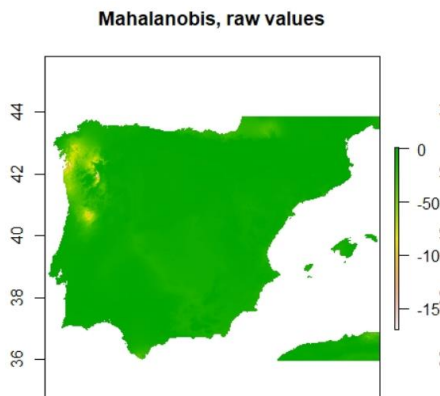


Figura 47. Mahalanobis. *Pinus uncinata*. Worldclim.

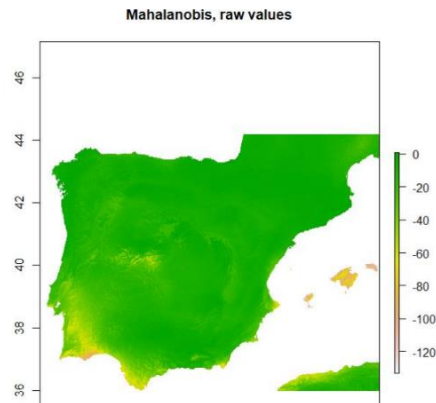


Figura 48. Mahalanobis. *Abies alba*. Chelsa.

Como se puede observar en estos dos ejemplos, sus proyecciones son prácticamente homogéneas. Esto podría indicar que el sistema de clasificación del algoritmo, permite un margen muy amplio. Asignando una amplia zona de idoneidad a un conjunto de especies que claramente no pueden ni podrán tener la distribución proyectada. Por lo tanto, este algoritmo, aunque con buen ajuste, no nos proporciona una proyección cercana a la realidad de nuestro marco geográfico.

Si atendemos al apartado de discusión, se puede intuir que los resultados no arrojan diferencias significativas entre las diferentes bases de datos. Sin embargo, en su manejo, sí existen diferencias que no son evidentes en los resultados. Por un lado, los índices de correlación obtenidos por Worldclim en base a las 19 variables ambientales, varían entre $1e-17$ y $1e-20$, sin embargo, en CHELSA, estos índices oscilan entre $1e-4$ y $1e-7$. Este hecho queda claramente reflejado en las matrices de correlación obtenidas (Figuras 49 y 50), y nos da a entender, que las variables ambientales de CHELSA pierden menos poder predictivo en la reducción de su colinealidad. Por otro lado, la eliminación de variables para aumentar el índice de correlación se hace más ardua modelando con Worldclim.

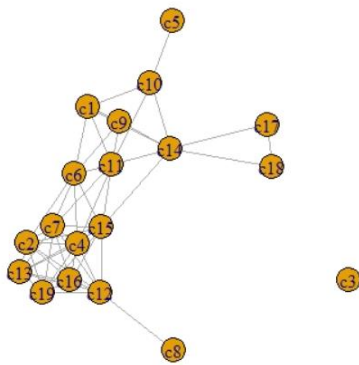


Figura 49. Matriz de correlación para *Quercus faginea*. WorldClim.

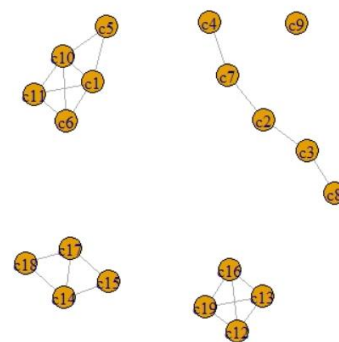


Figura 50. Matriz de correlación para *Quercus faginea*. CHELSA.

Aunque no veamos diferencias significativas en los resultados arrojados en base a diferentes bases de datos, el manejo de CHELSA es mucho más ágil, con matrices de correlación menos interconectadas y un “peso” mucho menor, esto, sumado a los resultados levemente superiores obtenidos a través de CHELSA, nos indican que esta base de datos ofrece características más relevantes que las ofrecidas por Worldclim.

BIBLIOGRAFÍA.

- Acevedo-Díaz, J. A. 2017. Sobre los modelos científicos. OEI, Divulgación y Cultura Científica Iberoamericana.
- Araújo, M.B., & Guisan, A. 2006. Five (or so) challenges for species distribution modelling. **Journal of Biogeography**. 33:1677–88.
- Bartomeus, I., Stavert, J.R., Ward, D., & Aguado, O. 2019. Historical collections as a tool for assessing the global pollination crisis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. **The Royal Society**. 374(1763): 20170389.
- Blanca, G. 2001. Flora amenazada y endémica de Sierra Nevada. Editado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y la Universidad de Granada.
- Böhner, J., Antonic, O., Böhner, J. & Antonic, O. 2009. Geomorphometry: Concepts, Software, Applications. **Elsevier Science**. 195–226.
- Breiman, L. 2001. Random Forests. *Machine Learning* 45: 5-32.
- Busby, J.R. 1991. BIOCLIM - A Bioclimatic Analysis and Prediction System. *Nature conservation: cost effective biological surveys and data analysis*. CSIRO. 64-68.
- Calixto-Pérez, E., Alarcón-Guerrero, J., Ramos-Fernández, G., Dias, P. A. D., Rangel-Negrín, A., Améndola-Pimenta, M., Domingo, C., Arroyo-Rodríguez, V., Pozo-Montuy, G., Pinacho-Guendulain, B., Urquiza-Haas, T., Koleff, P. & Martínez-Meyer, E. 2018. Integrating expert knowledge and ecological niche models to estimate Mexican primates distribution. **Springer Nature**. 59(5): 451–467.
- Castellanos-Morales, G., Paredes-Torres, L.M., Niza Gámez, H.S., Hernández-Rosales, G., Sánchez-de la Vega, J., Barrera-Redondo, E., Aguirre-Planter, A., Vázquez-Lobo, S., Montes-Hernández, R., Lira-Saade & Eguiarte, L.E. 2018. Historical biogeography and phylogeny of Cucurbita: Insights from ancestral area reconstruction and niche evolution. **Molecular Phylogenetics and Evolution**. 128: 38-54.
- Carpenter, G., Gillison, A.N. & Winter, J. 1993. DOMAIN: A flexible modeling procedure for mapping potential distributions of animals and plants. **Biodiversity and Conservation**. 2: 667-680.
- Caudullo, G., Welk, E., San-Miguel-Ayanz, J. 2017. Chorological maps for the main European woody species. 662-666
- Chase, J.M. & Leibold, M.A. 2003. *Ecological Niches: Linking Classical and Contemporary Approaches*. University of Chicago Press Books.
- Chang, K. 2007. *Introduction to Geographic Information System*. 4th Edition. McGraw Hill.
- Crisci, J.V. Katinas, L. & Posadas, P. 2003. *Historical Biogeography: An Introduction*. **Harvard University Press**.
- Daly, C., Taylor, G.H. & Gibson, W.P. 1997. The PRISM approach to mapping precipitation and temperature. 10th AMS Conf. on Applied Climatology. 20–23.
- Denisko, D. & Hoffman M.M. 2018. Classification and interaction in random forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 115 (8) 1690-1692.
- Elton, C.S. 1927. *Animal ecology*. London, Sidgwick & Jackson.

- Elith, J. & Leathwick, J. 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**. 40: 677–697
- FAO. 2001. FAOCLIM 2.0 A World-Wide Agroclimatic Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fitzpatrick, M.C. & Ellison A.M. 2018. Estimating the exposure of carnivorous plants to rapid climatic change. **Oxford University Press**.
- GBIF Secretariat. 2019. GBIF Science Review 2019.
- GBIF Secretariat. 2017. GBIF Strategic Plan 2017-2021.
- Fick, S., Hijmans, R. 2017. WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**.
- Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J., Harrison, L., Hoell, A. & Michaelsen, J. 2015. The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. **Scientific Data**. 2: 150066
- Google Inc. 2015. Google Earth Engine.
- Guralnick, R. P., Hill, A.W. & Lane, M. 2007. Towards a collaborative, global infrastructure for biodiversity assessment. **Ecology Letters**. 10: 663-672.
- Hardisty, A.R., Belbin, L., Hobern, D., McGeoch, M.A., Pirzl, R., Williams, K.J. & Kissling, W.D. 2019. Research infrastructure challenges in preparing essential biodiversity variables data products for alien invasive species. **Environmental Research Letters**. IOP Publishing 14(2): 25005.
- Harris, I., Jones, P.D., Osborn, T.J. & Lister, D.H. 2014. Updated high-resolution grids of monthly climatic observations—the CRU TS3.10 Dataset. **Int. J. Climatol**. 34, 623–642.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G. & Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **Int. J. Climatol**. 25, 1965–1978.
- Hortal, J., Lobo, J.M. & Jiménez-Valverde, A. 2012. Basic questions in biogeography and the (lack of) simplicity of species distributions: putting species distribution models in the right place. **Natureza & Conservacao**. 10, 108–118
- Huffman, G.J., Bolvin, D.T., Nelkin, E.J. & Wolff, D.B. 2007. The TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA): Quasi-Global, Multiyear, Combined-Sensor Precipitation Estimates at Fine Scales. **J. Hydrometeorol**. 8: 38–55.
- Hutchinson, G.E. 1957. Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology. 22: 415–427.
- Illoldi, P. & Tania, E. 2008. De los modelos de nicho ecológico a las áreas de distribución geográfica. **Biogeografía**. 3: 7-12.
- Jurestovsky, D. & Andrew Joyner, T. 2018. Applications of species distribution modeling for palaeontological fossil detection: late Pleistocene models of Saiga (*Artiodactyla*: Bovidae, *Saiga tatarica*), **Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments**. 2: 277-285.

- Kishor, D., Borthakur, S.K. & Tanti, B. 2018. Habitat mapping, population size and preventing extinction through improving the conservation status of *Calamus nambariensis* Becc. - an endemic and threatened cane of Assam, India. **Acta Ecologica Sinica**. 6: 412-421.
- Karger, D.N., Conrad, O., Böhner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R.W., Zimmermann, N.E., Linder, H.P. & Kessler, M. 2017. Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. **Scientific Data**. 4: 170122.
- López-González, G.A. 2007. Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica e Islas Baleares. 3ª ed. Mundi Prensa, Madrid.
- Mahalanobis, P.C. 1936. On the generalised distance in statistics. Proceedings of the National Institute of Sciences of India. 2: 49-55.
- Martínez-Meyer, E., Peterson, A.T., Servín, J., & Kiff, L. 2006. Ecological niche modelling and prioritizing areas for species reintroductions. **Oryx**. 40(4): 411-418.
- Martínez-Meyer, E., Peterson, A.T. & Hargrove, W.W. 2004. Ecological niches as stable distributional constraints on mammal species, with implications for Pleistocene extinctions and climate change projections for biodiversity. **Global Ecology and Biogeography**. 13: 305-314.
- Mateo, R.G., Felicísimo, A.M. & Muñoz, J. 2011. Modelos de distribución de especies: una revisión sintética. **Revista Chilena de Historia Natural**. 84:217-240.
- Mateu-Bellés, J. 1993. Biogeografía. Taurus Universitaria, Santillana S. A.
- Moretti, M., Conedera, M., Moresi, R. & Guisan, A. 2006. Modelling the influence of change in fire regime on the local distribution of a Mediterranean pyrophytic plant species (*Cistus salviifolius*) at its northern range limit. **Journal of Biogeography**. 33: 1492-1502.
- Peterson, A.T. Ecological niches and geographic distributions (MPB-49). **Princeton University Press**.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P. & Schapire, R.E. 2006. Maximum entropy modelling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**. 190: 231-259.
- Pinilla-Buitrago G.E., Escalante, T., Gutiérrez-Velázquez, A., Reyes-Castillo, P. & Rojas-Soto, O.R. 2018. Areas of endemism persist through time: A palaeoclimatic analysis in the Mexican Transition Zone. **Journal of Biogeography**. 45(4): 952–961.
- Pocheville, A. 2015. The Ecological Niche: History and Recent Controversies. Handbook of Evolutionary Thinking in the Sciences. **Springer**. 547-586.
- Raxworthy, C.J., Martínez-Meyer, E., Horning, N., Ronald, A., Nussbaum, G.E., Schneider, M.A., Ortega-Huerta & Peterson, A.T. 2003. Predicting distributions of known and unknown reptile species in Madagascar. **Nature**. 426: 837–841.
- Rolland, J., Silvestro, D., Schluter, D., Guisan, A., Broennimann, O. & Salamin, N. 2018. The impact of endothermy on the climatic niche evolution and the distribution of vertebrate diversity. **Nature Ecology & Evolution**. **Springer Nature**. 2(3): 459–464.
- Rubio-Teso M.L., Parra-Quijano, M., Torres, E & Iriondo, J.M. 2018. Identification and assessment of the crop wild relatives of Spain that require most urgent conservation actions. **Mediterranean Botany**. 39(2).

- Schmidli, J., Frei, C. & Vidale, P.L. 2006. Downscaling from GCM precipitation: a benchmark for dynamical and statistical downscaling methods. **Int. J. Climatol.** 26: 679–689.
- Schoener, T.W. 1989. The ecological niche. *Ecological Concepts*. **Blackwell Scientific Publ.** 79-113
- Serra-Diaz, J.M., Enquist, B.J., Maitner, B., Merow, C. & Svenning J.C. 2017. Big data of tree species distributions: how big and how good? **Forest Ecosystems. Springer Nature.** 4(1).
- Slodowicz, D., Descombes, P., Kikodze, D., Broennimann, O. & Müller-Schärer, H. 2018. Areas of high conservation value at risk by plant invaders in Georgia under climate change. **Ecology and Evolution.** 8(9): 4431– 4442.
- Soberón, J., Osorio-Olvera, L. & Peterson, A.T. 2017. Diferencias conceptuales entre modelación de nichos y modelación de áreas de distribución. **Revista Mexicana de Biodiversidad.** 88(2): 437-441.
- Hijmans, R.J. & Elith, J. 2017. Species distribution modeling with R.
- Strand, J. Soares-Filho, B., Costa, M.H., Oliveira, U., Ribeiro, S.C., Pires, G.F., Oliveira, A., Rajão, R., May, P., van der Hoff, R., Siikamäki, J. da Motta, R.S. & Toman, M. 2018. Spatially explicit valuation of the Brazilian Amazon Forest's Ecosystem Services. **Nature Sustainability. Springer Nature.** 1(11): 657–664.
- Strassburg, B.B.N., Beyer, H.L., Crouzeilles, R., Iribarrem, A., Barros, F., de Siqueira, M.F., Sánchez-Tapia, A., Balmford, A., Sansevero, J.B.B., Brancalion, P.H.S., Broadbent, E.N., Chazdon, R.L., Filho, A.O., Gardner, T.A., Gordon, A., Latawiec, A., Loyola, R., Metzger, J.P., Mills, M., Possingham, H.P., Rodrigues, R.R., Scaramuzza, C.A., Scarano, F.R., Tambosi, L. & Uriarte, M. 2018. Strategic approaches to restoring ecosystems can triple conservation gains and halve costs. **Nature Ecology & Evolution. Springer Nature.** 3(1): 62–70.
- Stockwell, D.B.R. & Peters, D. 1999. The GARP modeling system: Problems and solutions to automated spatial prediction. *Internacional Journal of Geographical Information Science.* 13: 143-158.
- Taylor, P.J., Neef, G., Keith, M., Weier, S., Monadjem, A. & Parker, D.M. 2018. Tapping into technology and the biodiversity informatics revolution: updated terrestrial mammal list of Angola, with new records from the Okavango Basin. **ZooKeys. Pensoft Publishers.** 779: 51–88.
- Tomlinson, R.F. (1974). The application of electronic computing methods and techniques to the storage, compilation, and assessment of mapped data.
- Troudet, J., Vignes-Lebbe, R., Grandcolas, P. & Legendre, F. 2018. The Increasing Disconnection of Primary Biodiversity Data from Specimens: How Does It Happen and How to Handle It? **Systematic Biology. Oxford University Press.** 67(6): 1110–1119.
- Vapnik, V., 1998. *Statistical Learning Theory.*
- Vázquez, D.P. 2005. Reconsiderando el nicho hutchinsoniano. **Ecología Austral.** 15(2): 149-158.
- Warren, R., Price, J., Graham, E., Forstenhaeusler, N. & VanDerWal, J. 2018. The projected effect on insects, vertebrates, and plants of limiting global warming to 1.5°C rather than 2°C. **Science. American Association for the Advancement of Science (AAAS).** 360(6390): 791–795.

Zambrano, L., Martínez-Meyer, E., Menezes, N. & Peterson, A.T. 2006. Invasive potential of common carp (*Cyprinus carpio*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in American freshwater systems. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. 63: 1903-1910.

MASTER ANÁLISIS CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE COMPONENTES FÍSICOS Y BIÓTICOS DE LOS HÁBITATS. RESUMEN DE ASIGNATURAS.

+ Técnicas geomáticas aplicadas al medio natural (GIS, teledetección y cartografía geoambiental):

Explotación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) relacionada con la gestión de recursos naturales. Se incluye el estudio de técnicas geomáticas de captura de datos; integración de datos y georreferenciación; tratamiento digital y análisis de imágenes; desarrollo de modelos digitales del terreno y de superficies. Aplicación de los SIGs para las cartografías geoambientales.

+ Recursos hídricos y ecosistemas acuáticos.

Gestión hidrogeológica de acuíferos kársticos, detríticos y humedales, en base a un manejo sostenible. Uso de indicadores físico-químicos de la calidad de las aguas subterráneas; principios generales de sostenibilidad en los ecosistemas acuáticos, y su problemática ambiental y alteraciones. Gestión de ecosistemas acuáticos.

+ Métodos avanzados de análisis de datos ambientales.

Uso de herramientas estadísticas útiles y diversas en el diseño experimental. Análisis de varianza, covarianza, frecuencias, modelos lineales generales, técnicas exploratorias multivariantes, análisis basados en métodos de aleatorización, data mining, análisis espaciales de datos ambientales mediante técnicas geoestadísticas. Gestión de datos.

+ Métodos avanzados de análisis de datos ambientales.

Técnicas de análisis geoquímico de muestra total: Rayos X, Espectrometría de Masas con fuente de Plasma de Acoplamiento Inducido (ICP-MS). Otras técnicas. Aplicación en materiales geológicos. Gestión de datos, fundamentos y preparación de muestras.

Técnicas espectroscópicas: Espectroscopía Infrarroja, Microscopía Infrarroja, Espectroscopía de infrarrojo cercano (NIR), Espectroscopía Raman. Preparación de muestras y formas de medida. Aplicaciones.

Caracterización de la materia orgánica: Determinación de Materia Orgánica, normativa y biomarcadores.

Microscopía electrónica: SEM, TEM, STEM, HRTEM, EDX, WDX, preparación interpretación y diferencias.

Métodos avanzados de análisis de datos ambientales.

Análisis, Gestión y Restauración del Medio Físico Terrestre: Dinámica terrestre y recursos geológicos no renovables, conservación y restauración de laderas y vertientes y desertificación. Prácticas.

Conservación y Restauración de ecosistemas terrestres: Conceptos sobre restauración, elaboración de proyectos de restauración I y II, conservación y restauración de biodiversidad y servicios ecosistémicos en sistemas agrícolas. Prácticas.

Caracterización de elementos bióticos del hábitat.

Hábitats: Generalidades sobre caracterización y clasificación, nicho ecológico, manejo y conservación. Tipos de clasificaciones de hábitats.

La red Natura 2000, evaluación de la conservación y modelos de gestión de los tipos de hábitats.

Ecosistemas acuáticos: Tipologías, estructura, muestreo, análisis, flujos de energía, estado trófico y calidad ecológica. Prácticas.

Poblaciones animales: Estimaciones de abundancia, métodos de censo, captura-recaptura e índices de abundancia. Prácticas.

Modelización de la distribución potencial de especies y hábitats.

Modelos de distribución geográfica (SDM): Conceptos, herramientas, algoritmos, modelización de nichos, aplicaciones.

Explotación sostenible de suelos y agrosistemas.

Agricultura y degradación del suelo: Calidad y salud de suelos agrícolas, procesos de degradación de la calidad del suelo, historia y peculiaridades de los suelos agrícolas en la zona mediterránea (olivar). Aplicación de índices de calidad.

Procesos de degradación específicos de los suelos debidos a la agricultura: Compactación superficial y subsuperficial, degradación química de diverso origen y degradación por exceso de sales.

Restauración y rehabilitación de suelos degradados por actividad agrícola: Laboreo de conservación, enmienda orgánica, rehabilitación de suelos salinos y sódicos y restauración de suelos agrícolas contaminados.

Biología de los agrosistemas: Bases ecológicas, control de plagas y patógenos, control químico, control natural, biológico y biotécnico. Bioclimatología. Recursos agrosilvopastoriles y cubiertas en el olivar. Prácticas.

Técnicas de conservación de flora amenazada.

Introducción a la conservación de la flora amenazada: Antecedentes y situación actual.

Métodos y herramientas para el análisis y estudio de la flora amenazada: Biología reproductiva, estudios demográficos, genética poblacional y conservación. Prácticas.

Protección de la flora amenazada: Amenazas, conservación in situ y ex situ. Prácticas.

Diseño de planes de conservación y recuperación de flora: Base normativa.

Enfermedades de la fauna silvestre.

Introducción a las enfermedades de la fauna silvestre, epidemiología, enfermedades emergentes, enfermedades según grupos taxonómicos.

Desarrollo de un programa de gestión, vigilancia y control de las enfermedades de la fauna silvestre.

Técnicas de conservación de fauna amenazada.

Técnicas de conservación: Biodiversidad, cadenas de extinción, extrategia mundial en conservación, diseños de reservas y espacios protegidos. Modelos estocásticos prácticos.

Fauna amenazada: Descripción según grupos taxonómicos y nivel de amenaza. Identificación de fauna.

Invasiones biológicas.

Introducción y conceptos sobre las invasiones biológicas. Consecuencias ecológicas.

Vegetales exóticos invasores: Descripción, identificación, control, erradicación y programa de control.

Fauna exótica invasora: Descripción, distribución, origen y métodos de control.

CURRÍCULUM VITAE

DATOS PERSONALES

Diego Francisco Colmenero
Blanca **Domicilio:** Plaza de España
N11, 3ºB **Población:** Torre del Campo
(Jaén) **Código Postal:** 23640
DNI: 77355496-X
Fecha Nacimiento: 02-08-1986
Teléfono: 600012964
E-mail: Searchingmydreams@gmail.com



FORMACIÓN ACADÉMICA

- 2013. Licenciatura** en Biología. Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada.
- 2015. Máster** en Profesorado de ESO, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas. Universidad de Jaén.
- 2019. Máster** en Análisis, Conservación y Restauración de Componentes Físicos y Bióticos de los Hábitats. Universidad de Jaén.

FORMACIÓN COMPLEMENTARIA

- 2007. Curso:** Biodiversidad y Conservación del Medio Marino Andaluz.
- 2008. Curso:** ¿Por qué Morimos? Bases Científicas e Introducción a las Ciencias Forenses. III Edición.
- 2010. Curso:** Conducta Sexual: Mucho más que un proceso fisiológico
- 2011. Curso:** Biomedicina e Investigación: La clave para salir de la crisis.
- 2011. Curso:** Curso Básico de Biodiversidad.
- 2012. Curso:** Enfermedades del Siglo XXI.
- 2012. Curso:** Neurobiología Humana: Evolución, comportamiento y cognición.
- 2012. Curso:** Introducción al Mundo de las Rapaces y Proyectos de Conservación
- 2012. Curso:** III Curso de Lenguaje no Verbal y Comunicación Estratégica.
- 2013. Curso:** Sorpresas del Mundo Natural.
- 2017. Curso:** Diseño y Elaboración de Programaciones y Unidades Didácticas en E.S.O. y Bachillerato.
- 2017. Curso:** Las Nuevas Tecnologías (TIC) en la educación.
- 2017. Curso:** Google Drive para Docentes.

IDIOMAS

- 2014. Nivel acreditado PET (B1)** Cambridge.
- 2017. Nivel sin acreditar ISE II (B2).**

INFORMÁTICA

- Conocimientos en **ofimática** (Office, libre Office y Google Drive).
- Conocimientos en **plataformas digitales** con uso pedagógico (blogs, Google Classroom, Moodle, cuestionarios de Google, Prezi, Youtube, etc).
- **Mecanografía**. 300PPM.
- Conocimientos en Sistemas de Información Geográfica (**SIG**).
- Experiencia con Modelos de Distribución de Especies (**SDM**).
- Experiencia con **bases de datos** medio ambientales.
- Conocimientos en **programas de análisis estadísticos**: Rstudio, SPSS, Statistica, etc.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

2014. Biólogo **asesor** en el Gimnasio Ifit de Sabiote.

2015. Prácticas en el Instituto de Educación Secundaria Miguel Sánchez López de Torre del Campo.

2015. Clases de Taekwondo para niños en Gimnasio Arrayanes de Martos.

2015 y 2016. Colaboración y dirección de vías ferratas con 4aventura Sport Club (Jaén).

2015 a 2019. Monitor de patinaje sobre hielo en Corte Inglés de Jaén.

2016 y 2017. Monitor de patinaje en línea en 4aventura Sport Club (Jaén).

2019. Monitor de patinaje. Actividades extraescolares en institutos.

2019. Prácticas en AD Laboratorios y consultoría.

Otra: Hostelería, agricultura, jardinería, publicidad, etc.

OTROS DATOS

Permiso de conducir (B) y vehículo.

Disponibilidad horaria y de desplazamiento.

Ejemplo de UD (presentaciones), defendida en TFM (2015)

<https://evolutionandlife.blogspot.com.es/>