

Propuesta metodológica AVN (Alto Valor Natural) homogénea para España



**Contrato Menor entre el Ministerio para la Transición Ecológica y la
Universidad de Málaga (UMA)**

**Informe final
Septiembre 2021**

Jesús Olivero Anarte
Adrián Martín Taboada
Departamento de Biología Animal



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Propuesta metodológica AVN (Alto Valor Natural) homogénea para España

**Contrato Menor entre el Ministerio para la Transición Ecológica y la
Universidad de Málaga (UMA)**

**Informe final
Septiembre 2021**

Jesús Olivero Anarte, Adrián Martín Taboada
Departamento de Biología Animal



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

ÍNDICE

Agradecimientos	1
1. Resumen general	2
2. Resumen administrativo	4
3. Contexto y objetivos del trabajo	7
4. Resultados y discusión	11
4.1 Mapeado de las zonas agrarias con potencial de tener AVN	12
4.1.1. Índice de biodiversidad agraria (IB)	12
4.1.2. Modelado de las áreas ambientalmente favorables a la presencia de una alta biodiversidad	14
4.1.3. Mapeado de las áreas con AVN atribuible al medio agrario	17
4.1.4. Comparación con la cartografía de AVN desarrollada por distintas fuentes	20
4.2 Caracterización del AVN: Búsqueda de indicadores a través del Censo Agrario Municipal	25
4.2.1. Identificación de relaciones entre AVN y sistemas agrarios en el contexto español	26
4.2.2. Identificación de relaciones entre AVN y sistemas agrarios en el contexto ibérico mediterráneo	28
4.2.3. Identificación de relaciones entre AVN y sistemas agrarios en el contexto ibérico eurosiberiano	30
4.2.4. Identificación de relaciones entre AVN y sistemas agrarios en el contexto balear	32
4.2.5. Identificación de relaciones entre AVN y sistemas agrarios en el contexto canario	34
4.3 El desarrollo de una metodología homogénea para identificar sistemas de AVN en España	36
5. Conclusiones	39
6. Bibliografía	41
9 Anexos técnicos	43
Anexo 1. Premisas metodológicas acordadas en el pliego de condiciones del contrato menor	44
Anexo 2. Metodología aplicada	45
1. Mapeado de las zonas agrarias con AVN potencial	45
1.a. Criterio de representatividad biogeográfica	45
1.b. Construcción de un índice de biodiversidad agraria	46
1.c. Selección de especies	46
1.d. Modelado de las áreas ambientalmente favorables a la presencia de una alta biodiversidad	47
1.d.1. Favorabilidad	47
1.d.2. Variables dependientes e independientes	48
1.d.3. Regresión logística	49
1.d.4. Variedad de modelos y evaluación comparativa	51

1.e. Mapeado de las áreas con AVN atribuible al medio agrario	52
1.f. Comparación con la cartografía de AVN desarrollada por distintas fuentes	54
2. Caracterización del AVN: Búsqueda de indicadores a través del Censo Agrario Municipal	55
2.a. Aglomeración del AVN a escala municipal	55
2.b. Identificación de relaciones entre AVN y sistemas agrarios	56
Anexo 3. Factores y variables utilizados para construir modelos que definen el grado en que el ambiente, y concretamente el medio agrario, favorece la presencia de un alto valor natural (AVN)	58
Anexo 4. Indicadores de sistemas agrarios derivados del Censo Agrario Municipal de 2009	60
Anexo 5. Variables ambientales que han entrado a formar parte del modelo de favorabilidad para la presencia de una alta biodiversidad agraria	61
Anexo 6. Bibliografía citada en los anexos técnicos	63

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Georgina Álvarez, promotora e instigadora del proyecto, por su constante entusiasmo, su meticulosa crítica, y su continua y constructiva labor de revisión y discusión de los resultados. También reconocemos la influencia positiva que ha tenido para el proyecto el intercambio de opiniones que, en sucesivas reuniones, se ha mantenido con personal del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, diversas Comunidades Autónomas, e instituciones orientadas a la conservación de la Biodiversidad (especialmente, SEO y WWF).

1. RESUMEN GENERAL

La definición de sistemas agrarios de alto valor natural (AVN) es una de las estrategias propuestas por la Unión Europea para revertir la tendencia creciente al descenso de la biodiversidad en los medios agrarios. La Agencia Europea de Medio Ambiente ha propuesto la identificación de distintas tipologías en el uso del territorio agrario, orientadas a localizar sistemas que mantengan gran proporción de vegetación semi-natural, mosaicos agrarios de baja intensificación, y oportunidades para la conservación de especies amenazadas ecológicamente vinculadas al medio rural. Diversas comunidades autónomas españolas han avanzado significativamente en este objetivo. Por su parte, a través de distintas encomiendas, el antiguamente denominado Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino encargó al Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC-CSIC) la exploración de indicadores de AVN adaptados a todo el territorio español, partiendo de la base de las zonas en las que la biodiversidad agraria está mejor conservada, en lugar de asumir tipologías descritas a priori. Ello dio lugar a dos informes, presentados en 2008 y 2011. El presente estudio es una actualización de los resultados obtenidos en 2011, en la que se aprovecha también para revisar los procedimientos metodológicos utilizando técnicas de modelado espacial más robustas y actualizadas. En una primera fase, se han realizado mapas que informan sobre dónde se da la mayor potencialidad ambiental para encontrar sistemas de AVN, con una resolución espacial de $1 \times 1 \text{ km}^2$. La segunda fase del estudio ha consistido en caracterizar los sistemas de AVN, sobre la base cartográfica generada, en función de indicadores extraídos del Censo Agrario Municipal.

El mapa de AVN obtenido presenta una correlación significativa con respecto al realizado por la Agencia Europea de Medio Ambiente en 2008, si bien se observan diferencias claras en distintas zonas del territorio. Por ejemplo, comparada con el mapa de la UE, la presente propuesta otorga un mayor valor natural a determinadas zonas de la provincia de Almería o de la Comunidad Autónoma de Galicia. Se observa también una convergencia apreciable de la propuesta aportada aquí con respecto a los mapas de AVN obtenidos por las comunidades autónomas de Navarra y Castilla-La Mancha. La caracterización de los sistemas agrarios de AVN refleja resultados parcialmente diferentes en distintas partes del territorio español. Así, en las áreas peninsulares de influencia mediterránea (al sur de la cornisa cantábrica), resulta relevante para el AVN la presencia de explotaciones con mano de obra abundante, de terrenos agrícolas no utilizados, de pastos, y de vegetación no vinculada a la producción agrícola, lo cual tiende a ocurrir en municipios con explotaciones extensas, fundamentalmente de secano. En la cornisa cantábrica, de influencia macroambiental eurosiberiana, vuelve a observarse la importancia de los pastos, así como la vegetación no vinculada a la producción agrícola en explotaciones con mano de obra abundante (con mención especial a la mano de obra de origen

familiar). En el caso del norte, a diferencia de la región mediterránea peninsular, estas características se relacionan con explotaciones pequeñas (aunque también con gran proporción de terreno no utilizado y presencia de vegetación arbórea). Por tanto, la extensificación y la presencia de terrenos con vegetación no estrictamente vinculada a la explotación resultan importantes en toda la península ibérica. Por el contrario, en el archipiélago balear, el AVN parece compatible con una cierta intensificación agraria, pues se detecta en municipios con explotaciones muy productivas, con escasa mano de obra y escasa superficie con vegetación no cultivada. No es el caso de las Islas Canarias, en las que el AVN se relaciona con explotaciones con tierras cultivables no utilizadas de manera continuada, por tanto, con vegetación espontánea y asociadas a las prácticas de barbecho.

Se propone aquí una metodología que ha mostrado resultados más robustos cuando se ha aplicado por separado a distintas regiones biogeográficas dentro del territorio español. Los resultados sugieren una potencialidad mayor de la aproximación metodológica desarrollada en caso de que sea aplicada a las distintas comunidades autónomas por separado, aprovechando las particularidades de la información disponible en ellas en cuanto a la descripción de los sistemas agrarios y la resolución espacial.

2. RESUMEN ADMINISTRATIVO

El día 29 de septiembre de 2020, el Subdirector General de Biodiversidad Terrestre y Marina autorizó la adjudicación del contrato menor “Propuesta metodológica AVN homogénea para España” (20MNSV002) a la Universidad de Málaga. En dicha institución, se encargaron los trabajos del contrato al Departamento de Biología Animal, siendo Jesús Olivero Anarte, Profesor Titular de Universidad y primer firmante del presente informe, la persona responsable de su ejecución.

El proyecto abordado por estos trabajos ha pretendido dar continuidad, mediante revisión metodológica y actualización de la información de base, a los ya desarrollados por el Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC-CSIC), en proyectos previos que datan de 2008 y 2011, sobre la identificación de sistemas agrarios de alto valor natural en España. De hecho, el objetivo general planteado en el pliego de condiciones asociado a este Contrato Menor ha consistido en obtener una metodología homogénea para identificar los sistemas agrarios de alto valor natural (AVN) en España, partiendo de los trabajos realizados hasta la fecha, con los siguientes objetivos específicos:

1. Desarrollar una metodología que se mantenga fiel a los fundamentos conceptuales que sirvieron de base a los modelos desarrollados por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino en 2011, pero que incorpore técnicas de modelado más robustas y actualizadas respetando, al mismo tiempo, el requerimiento de una metodología transparente y replicable.
2. Aplicar dicha metodología teniendo en cuenta datos actualizados sobre la distribución espacial de la biodiversidad, así como de los factores ambientales y de uso humano considerados para su caracterización.
3. Comparar los mapas obtenidos con la cartografía y caracterización de áreas agrarias de AVN desarrollados por Comunidades Autónomas como Navarra, País Vasco y Castilla-La Mancha, y utilizar dicha comparación como referencia para el recalibrado de la metodología aquí propuesta, con el fin de acercar los resultados lo máximo posible.
4. Caracterizar el AVN con resolución municipal, en función del último Censo Agrario publicado en España.
5. Presentar una metodología final aplicable a cualquier territorio de España, el mapa, y los valores correspondientes.

Apenas dos meses tras la adjudicación, se presentó al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico una primera memoria parcial, en la cual se dio cuenta de los avances realizados hasta el momento, que ya incluían

la definición de criterios de representatividad biogeográfica, la selección de especies a considerar, y el diseño y la aplicación de un índice de biodiversidad vinculada al medio agrario. Si inicialmente se esperaba concluir los trabajos en ocho meses, diversas vicisitudes requirieron la solicitud de una ampliación, de cuatro meses, del plazo de entrega de resultados. Dichas circunstancias incluían los retrasos de naturaleza administrativa ligados a la contratación (por concurso abierto de méritos, por tener lugar en el ámbito de una Universidad pública) del personal técnico que ha justificado el 100% de la inversión económica realizada por el Ministerio para este trabajo; la escasez de medios humanos que estaban disponibles atendiendo a dicha inversión; y las dificultades administrativas y temporales derivadas de la adaptación de todo trabajo docente e investigador a las circunstancias de una pandemia global. La solicitud de ampliar el plazo fue escuchada por el Ministerio, y la contratación de personal permitió incorporar a Adrián Martín Taboada (Graduado en Biología) en el proyecto durante ocho meses a tiempo parcial. Finalmente, se entregan los resultados comprometidos dentro de plazo, doce meses después de la adjudicación del trabajo.

Este estudio se ha llevado a cabo en dos fases. En la primera, se ha abordado el mapeado de las zonas agrarias con AVN potencial, dando cumplimiento a los objetivos específicos 2 y 3 arriba enumerados. Una vez terminada esta primera fase, se mantuvieron dos reuniones telemáticas en las que se expusieron y discutieron sus resultados preliminares. A la primera reunión, celebrada el 8 de julio de 2021, atendieron Georgina Álvarez (Jefa de Análisis Territorial, Directora Técnica del presente contrato), el aquí firmante Jesús Olivero Anarte, y representantes de diversas Comunidades Autónomas. Se mantuvo una segunda reunión, el 12 de julio de 2021, con diversas instituciones ligadas a la Conservación de la Biodiversidad (como WWF y SEO). Ambos eventos sirvieron para recibir retroalimentación de las instituciones convocadas, las cuales, en términos generales, se mostraron interesadas por el proyecto, valoraron positivamente la propuesta, y se prestaron a colaborar compartiendo datos e información que pudiera ser conveniente para alcanzar los objetivos. Concretamente, fue compartida información SIG sobre la caracterización de AVN en dehesas, y se intercambiaron mensajes para poder disponer de las capas SIG de AVN en Navarra. Desafortunadamente, la información que se adquirió llegó sin tiempo suficiente como para ser incorporada en los análisis antes de la finalización del contrato.

La segunda fase del estudio ha consistido en la caracterización del AVN mediante la búsqueda de indicadores a través del Censo Agrario Municipal, tal como marcaba el compromiso adquirido mediante el objetivo 4 del contrato. De nuevo, concluidos los trabajos de esta fase, se han mantenido sendas reuniones telemáticas, en los días 14 y 15 de septiembre de 2021, con representantes de algunas Comunidades Autónomas y de instituciones vinculadas a la Conservación. La posibilidad de compartir resultados definitivos, ya

caracterizados, ha permitido un debate más fructífero aún en el que se han resuelto dudas sobre las aproximaciones metodológicas utilizadas (en lo que respecta al modelado estadístico), se han discutido las posibles aplicaciones de esta metodología, se han puesto de manifiesto sus limitaciones en algunas localidades concretas, se han propuesto formas de aplicarla con mayor potencial de significación en la escala regional, se han analizado los indicadores de AVN señalados por el trabajo en los distintos contextos geográficos, y se ha hablado sobre el futuro de la aplicación de los criterios de AVN, más allá del presente proyecto.

Con el informe que aquí se presenta, se da cumplimiento a una parte del compromiso adquirido en el contrato, siendo la otra parte la correspondiente al objetivo 5, que complementa a este informe mediante la entrega de material cartográfico en formatos SIG. Se exponen en este informe los resultados, atendiendo (descriptiva y analíticamente) a los mapas y las caracterizaciones obtenidos en relación con los sistemas de AVN; pero también, atendiendo a la metodología utilizada. Si el objetivo prioritario de los estudios de AVN precedentes estaba enfocado en los resultados de la modelización realizada en las áreas agrarias y forestales, el presente proyecto ha tenido por objetivo principal (y así se expresa en el título) el desarrollo de una *propuesta metodológica* (véase el objetivo 1 en la anterior enumeración). Es decir, sin ánimo de convertir este informe en un manual de instrucciones, sí se constituye en sí mismo como resultado el hecho de haber definido una metodología objetiva conducente a resultados que pueden valorarse como positivos. Se presta, en este informe, atención al modo en que esta metodología puede ser aplicada (más allá de lo hecho aquí) a todo el territorio español sin renunciar a las ventajas de una aproximación basada en unidades territoriales menores (por ejemplo, las Comunidades Autónomas). Ello tal vez permita obtener resultados más representativos aún de la realidad agraria y de las prácticas que se realizan en ellas.

3. CONTEXTO Y OBJETIVOS DEL TRABAJO

La definición de áreas agrarias de Alto Valor Natural (AVN) incluye aquellas zonas donde la actividad agraria es un uso del suelo principal (normalmente el dominante), y en el que la actividad agraria mantiene o está asociada con una alta diversidad de especies y hábitats, o bien con la presencia de especies en estado de conservación preocupante (Andersen et al. 2003). A través de este concepto, la Unión Europea abordó, a comienzos de este siglo, la búsqueda de estrategias que permitieran revertir la tendencia creciente al descenso de la biodiversidad en los medios agrarios (Matson et al. 1997; Altieri 1999; Donald et al. 2000), consecuencia, principalmente, de la intensificación progresiva de las explotaciones agrícolas y ganaderas. Con ello, se perseguía poner en valor prácticas agrarias que pudieran favorecer la preservación del medio ambiente rural. Estas prácticas se identifican, a menudo, con formas tradicionales de trabajar la tierra, por tanto, prioritariamente extensivas y con poca rentabilidad económica. Por esta razón, se hacía necesario encontrar la forma de premiar su aplicación, reforzando así las posibilidades de preservación de estas prácticas.

En el intento de incorporar el concepto de AVN en la Política Agraria Comunitaria (PAC), la búsqueda de áreas fue reconducida hacia la identificación de sistemas de AVN (Cooper et al. 2007), pues con ello se garantizaba la visión del AVN como una cualidad dinámica, que puede tanto desaparecer de un lugar como implantarse en éste a través de las prácticas de gestión llevadas a cabo en la explotación. Este nuevo enfoque se vio más adecuado como forma de motivar a la reconversión de zonas agrarias intensivas en zonas más favorables para la biodiversidad. La Agencia Europea de Medio Ambiente asumió tres tipologías principales para definir los sistemas de AVN (Andersen et al. 2003):

1. **Tipo 1.** Sistemas con gran proporción de vegetación semi-natural.
2. **Tipo 2.** Sistemas con alto grado de heterogeneidad, con un mosaico de vegetación natural y usos agrarios de baja intensificación, con elementos estructurales naturales (linderos de vegetación, setos vivos, muros de piedra, bosquetes o parches de matorral, pequeños ríos...).
3. **Tipo 3.** Sistemas que mantienen especies amenazadas o una alta proporción de poblaciones europeas o mundiales.

Es la búsqueda de estas tipologías en la geografía europea la que ha guiado las aproximaciones desarrolladas hasta el momento para localizar dónde podrían estar aplicándose sistemas de AVN. La misma Agencia Europea de Medio Ambiente publicó en 2008 una estimación de los patrones de distribución de los sistemas de AVN en Europa, sobre la base de datos sobre cobertura de suelo y biodiversidad (Paracchini et al. 2008). Concretamente, la Agencia llevó a cabo una selección de teselas basadas en la cartografía CORINE Land Cover del año

2000, a la que incorporó también la Red Natura 2000, las áreas de interés para la conservación de las mariposas (*Prime Butterfly Areas* or PBA, Van Swaay y Warren 2006), y las áreas importantes para las aves según BirdLife International (*Important Bird Areas* or IBA, BirdLife International 2021). Sin embargo, la aplicación de un criterio único de AVN para todo el territorio europeo se enfrenta a la posibilidad de que puede haber variaciones en los criterios necesarios para definir qué sistemas son de AVN, dependiendo de características nacionales y regionales; y a que diferentes factores pueden ser más relevantes en unos territorios que en otros. Abordar la definición de indicadores de sistemas de AVN válidos para cada territorio es un objetivo aún por alcanzar. En España, la programación de desarrollo rural para el período 2007-2013 propuso tres indicadores de áreas agrarias y forestales de AVN, que fueron introducidos en los Programas de Desarrollo Rural de las diferentes Comunidades Autónomas (basados en Beaufoy y Cooper 2008):

1. Un indicador de biodiversidad, basado en la superficie agraria útil de alto valor natural.
2. Un indicador de resultado, basado en la superficie total de áreas agrarias y forestales de AVN sometida a una gestión sostenible.
3. Un indicador de impacto, basado en los cambios cuantitativos y cualitativos en las áreas agrarias y forestales de AVN definidas.

No obstante, se consideró que la aplicación de estos indicadores precisaba de una adaptación de las definiciones y orientaciones generales al contexto español.

Hasta el momento, han abordado el cartografiado de sus propios mapas de sistemas agrarios de AVN algunas Comunidades Autónomas españolas. Entre ellas, destacan los trabajos realizados por la Comunidad Navarra (Iragui y Astrain 2016, que actualiza las aproximaciones previas realizadas por Iragui et al. 2010) y por la Comunidad de Castilla-La Mancha (Quesada et al. 2021); si bien otras Comunidades Autónomas también avanzan en el mismo sentido. En 2008, culminaron los trabajos de un primer encargo del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino al Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC-CSIC), titulado “Definición y caracterización de las zonas agrarias de Alto Valor Natural en España” (García et al. 2008). En éste estudio, se valoró el grado en que las orientaciones de la Agencia Europea de Medio Ambiente y del *Institute for European Environmental Policy* (IEEP) eran aplicables al caso español, mediante la aplicación de un modelo conceptual inverso con respecto a la búsqueda directa de tipologías definidas por criterios de experto. Concretamente, se definió, en primer lugar, dónde se encontraba la mayor biodiversidad agraria, y posteriormente se identificaron las características climáticas, geográficas y humanas que permitían determinar la distribución de

esta alta biodiversidad. Es decir, en lugar de seguir criterios apriorísticos para detectar la presencia de sistemas agrarios de AVN, se buscaron dichos sistemas atendiendo al grado en que éstos habían contribuido a la presencia de una alta biodiversidad. El estudio identificó la existencia de una asociación positiva entre la alta biodiversidad agraria e indicadores como la diversidad de usos agrarios, el pequeño tamaño de las parcelas agrícolas, y la superficie de pastos. La coincidencia entre esta conclusión y los criterios del IEEP fue parcial, al comprobarse que los indicadores citados diferían en importancia relativa en función de la Comunidad Autónoma analizada. Tres años después, en 2011, se presentaron los resultados de un segundo encargo del Ministerio al IREC (Olivero et al. 2011), en el que se abordaron como objetivos desarrollar un modelo para identificar las áreas agrarias o forestales de AVN en España, obtener descriptores de los sistemas identificados como de AVN, y obtener indicadores de AVN para cada Comunidad Autónoma. La aproximación siguió las pautas del estudio previo, al abordarse la identificación de los sistemas de AVN a partir del mapeado previo de las zonas con mayor biodiversidad agraria con un nivel de resolución espacial mayor. Este nuevo estudio mostró que “en España son abundantes y están ampliamente distribuidas las zonas agrarias y forestales de Alto Valor Natural, y asimismo que hay numerosas zonas cuyo valor se estima alto debido, simultáneamente, a sus peculiaridades como medio agrario y como medio forestal”. Al igual que en el estudio de 2008, se detectó que, coincidiendo con las definiciones del IEEP, las zonas agrarias con AVN están asociadas a “zonas relativamente extensivas y donde hay presencia de vegetación natural”; pero que había diferencias territoriales importantes en la importancia relativa de estos elementos. Junto con los descriptores nacionales y autonómicos del AVN que se enumeran en el informe final, se generó una cartografía de AVN agrario y forestal que está disponible en la página web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

En la actualidad, la propuesta de reglamento para la nueva PAC 2021-2027 no incluye indicadores de AVN. Sin embargo, las conversaciones mantenidas en España para la elaboración del futuro plan estratégico español de la PAC parecen haber mostrado apoyo para mantener y potenciar estos sistemas que, además de valor natural, ostentan valor cultural y mantienen población rural. En dichas conversaciones se ha indicado la necesidad de diseñar una metodología homogénea para toda España, es decir, que sea de aplicación a cualquier territorio del estado, para identificar los sistemas agrarios de AVN. Por ello, en el proyecto cuyos resultados desarrolla a continuación el presente informe se han planteado los siguientes objetivos:

1. Desarrollar una metodología que se mantenga fiel a los fundamentos conceptuales que sirvieron de base a los modelos desarrollados por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino en 2011, pero que incorpore técnicas de modelado más robustas y actualizadas respetando,

al mismo tiempo, el requerimiento de una metodología transparente y replicable.

2. Aplicar dicha metodología teniendo en cuenta datos actualizados sobre la distribución espacial de la biodiversidad, así como de los factores ambientales y de uso humano considerados para su caracterización.
3. Comparar los mapas obtenidos con la cartografía y caracterización de áreas agrarias de AVN desarrollados por Comunidades Autónomas como Navarra, País Vasco y Castilla-La Mancha, y utilizar dicha comparación como referencia para el recalibrado de la metodología aquí propuesta, con el fin de acercar los resultados lo máximo posible.
4. Caracterizar el AVN con resolución municipal, en función del último Censo Agrario publicado en España.
5. Presentar una metodología final aplicable a cualquier territorio de España, el mapa, y los valores correspondientes.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan a continuación las conclusiones generales del estudio, para lo cual se ha estructurado la información en tres bloques. El primer bloque expone los resultados del mapeado de las zonas agrarias con AVN potencial, que responden a los objetivos 2 y 3 arriba enumerados. En un segundo bloque, se describe la caracterización del AVN mediante indicadores extraídos del Censo Agrario Municipal, lo cual responde al objetivo 4. Finalmente, se dedica un tercer bloque a reflexionar sobre la metodología utilizada para concluir los resultados aquí expuestos, dado que el desarrollo de esta metodología ha sido un objetivo en sí mismo (objetivo número 1), y por ello está sujeto a discusión en cuanto a su potencial de ser utilizado más allá de su uso en el estudio que se presenta. No obstante, con el fin de evitar la imposición en este texto de un lenguaje técnico en exceso, se ha optado por la descripción detallada de dicha metodología en la serie de Anexos que se presentan al final del informe.

4.1. Mapeado de las zonas agrarias con potencial de tener AVN

4.1.1. Índice de biodiversidad agraria (IB)

El primer paso para elaborar los modelos biogeográficos que han permitido proponer una cartografía de áreas con AVN potencial ha sido la definición de un índice de biodiversidad agraria (IB) basado en la riqueza de especies, ponderando la importancia relativa de cada especie según su grado de amenaza. Los detalles metodológicos relativos a este punto pueden consultarse en el Anexo 2 (apartados 1.b y 1.c). Las especies consideradas para ello han sido seleccionadas en función de su grado de vinculación con el medio agrario, lo que ha implicado la consideración de 529 especies: 64 florísticas, 16 de invertebrados, 31 de peces de río, 28 de anfibios, 51 de reptiles, 82 de mamíferos, y 257 de aves. Finalmente, la aplicación del índice IB ha permitido generar el mapa de “biodiversidad agraria” que se muestra en la Figura 1, el cual ha servido de base para todos los análisis realizados con posterioridad.

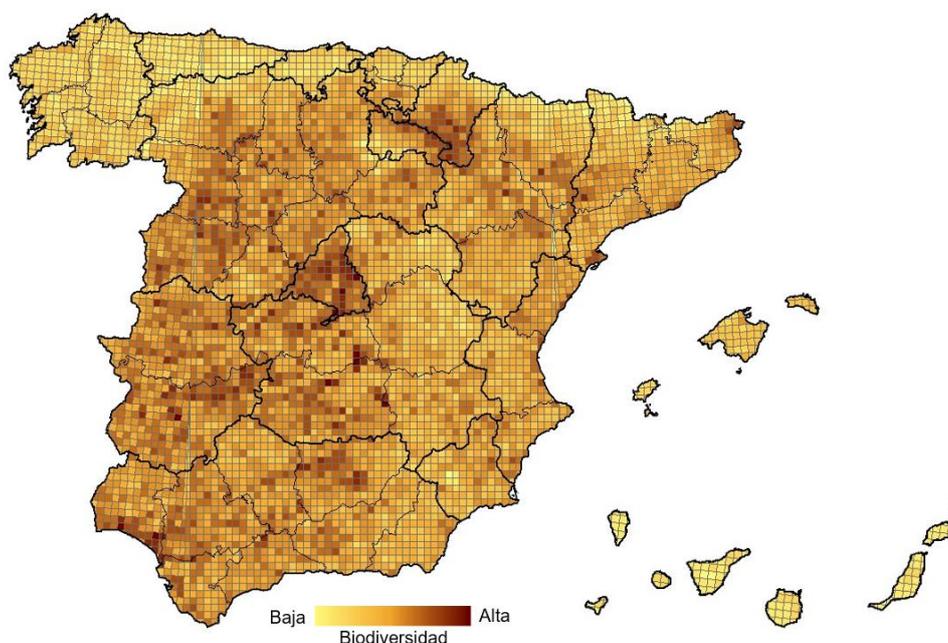


Figura 1. Distribución de la biodiversidad vinculada al medio agrario, según se desprende de la aplicación del índice de biodiversidad (IB) descrito en el Anexo 2 (apartado 1.b) El IB se basa en la combinación entre el número y el grado de amenaza de las especies agrarias incluidas en el Inventario Español de Especies Terrestres. Resolución espacial: 10x10 km².

La observación de la Figura 1 permite detectar diferencias regionales muy patentes en la biodiversidad agraria estimada en diferentes regiones del territorio español. Las más relevantes afectan al menor valor del IB que, de manera generalizada, se observa en la región cantábrica (o eurosiberiana) y en los archipiélagos, con respecto al resto de la península ibérica. Las teorías biogeográficas sobre insularidad explican que, en las islas, la potencialidad de

albergar especies en gran número es menor que en los espacios continentales, hecho que varía en función de la superficie insular y la distancia al continente (MacArthur y Wilson 1967). Así mismo, el ambiente macrobioclimático condiciona la potencialidad en cuanto a diversidad máxima en distintas regiones, como son el territorio eurosiberiano (a lo largo de la cornisa cantábrica) y el mediterráneo (en el resto de la península ibérica). Austin y Margules (1986) manifestaron la necesidad de tener en cuenta el contexto biogeográfico a la hora de realizar comparaciones basadas en la diversidad de especies (esto es, asumir en las comparaciones el “criterio de representatividad”). En el estudio sobre AVN que presentó el IREC para el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, en 2011, ya se contemplaba este criterio al realizarse los análisis por separado en distintas regiones macrobioclimáticas, y también en los archipiélagos balear y canario. En esta ocasión, se ha adoptado también esta precaución allí donde ha sido necesario, como se detalla en el Anexo 2 (apartado 1.a y sucesivos).

Los modelos que se describen en el apartado 4.1.2 se han construido a partir de variables binarias que representan la distribución de los lugares con alta y baja biodiversidad agraria (Fig. 2; véanse los detalles metodológicos en el Anexo 2, apartado 1.d.2).

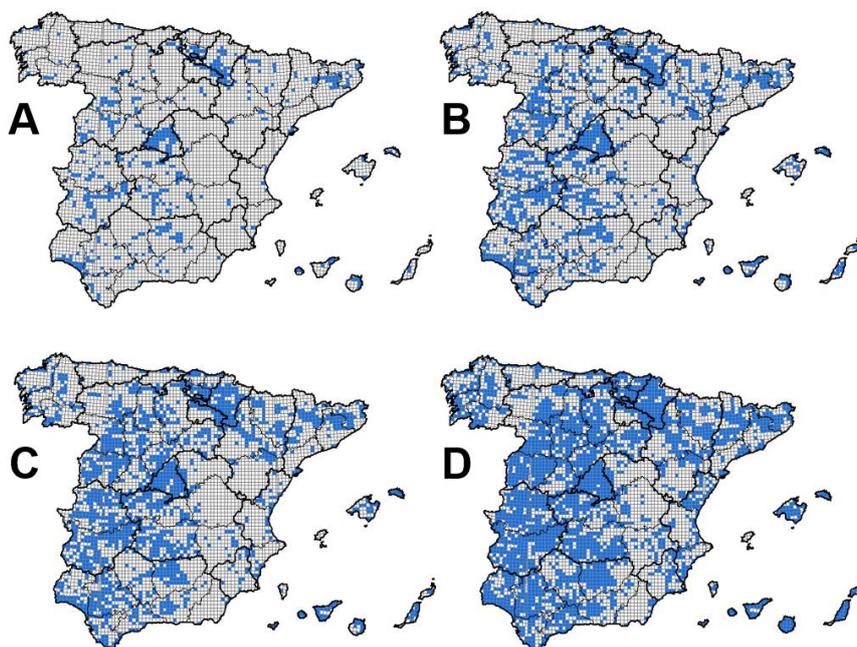


Figura 2. Variables binarias que informan, en función de la distribución geográfica del índice IB mostrado en la Fig. 1, sobre la presencia (azul) o ausencia (blanco) de una alta biodiversidad agraria. **A:** umbral de biodiversidad basado en el percentil 90; **B:** umbral de biodiversidad basado en el percentil 75; **C:** umbral de biodiversidad basado en el percentil 66,6; **D:** umbral de biodiversidad basado en el percentil 50. Estos percentiles se han aplicado por separado a las distintas áreas geográficas mostrada en la Fig. 1 del Anexo 2.

Estas variables binarias se han basado en diferentes umbrales de biodiversidad, cada uno de los cuales ha servido para generar un modelo diferente, como se verá a continuación. En el diseño de estas variables binarias ha sido muy relevante considerar el criterio de representatividad (Austin y Margules 1986) mencionado en el párrafo anterior. Así, al abordar la determinación de dónde está presente una alta o baja biodiversidad dentro de territorios biogeográficamente comparables, dejan de ser patentes las diferencias regionales que se observan en el mapa de valores del índice IB (compárense las Figuras 1 y 2).

4.1.2. Modelado de las áreas ambientalmente favorables a la presencia de una alta biodiversidad

Se han construido modelos de favorabilidad para definir las áreas en las que las condiciones ambientales favorecen la presencia de una alta biodiversidad agraria. Si bien el objetivo final ha sido caracterizar qué sistemas agrarios favorecen esta diversidad, no es posible abordar un modelo biogeográfico sin considerar en su totalidad la macroecología de la especie o la entidad a modelar, en este caso de la presencia de una alta biodiversidad. Esto es, se necesita tener en cuenta el conjunto de factores capaces de influir sobre la distribución de la biodiversidad (Márquez et al. 2011), más allá del propio factor agrario. Por ello, los modelos que se muestran en este apartado reflejan la influencia combinada del medio rural, el clima, la topografía, la hidrografía, la superficie forestal, y actividades humanas ajenas al recurso agrario (véase el listado completo de variables y sus fuentes en el Anexo 3). Los detalles metodológicos relativos a la construcción de estos modelos pueden consultarse en el Anexo 2 (apartado 1.d).

El considerar cuatro variables dependientes que definen la presencia de una alta biodiversidad, cada una de ellas basada en un umbral diferente (véase el apartado 4.1.1., permite obtener cuatro modelos de favorabilidad diferentes. Además, se han aplicado tres esquemas contextuales alternativos al construirse modelos: (1) analizando todo el territorio español, (2) analizando los archipiélagos aparte de la península ibérica, y (3) considerando por separado también las dos regiones macrobioclimáticas peninsulares (Anexo 2, apartado 1.d.4). Esta diversidad de criterios, que implican cuatro umbrales de biodiversidad y tres esquemas contextuales, ha dado lugar a la producción de doce modelos diferentes (4×3), como se expresa en la Figura 6 del Anexo 2. Los mapas de favorabilidad resultantes de estos doce modelos se muestran en la Figura 3.

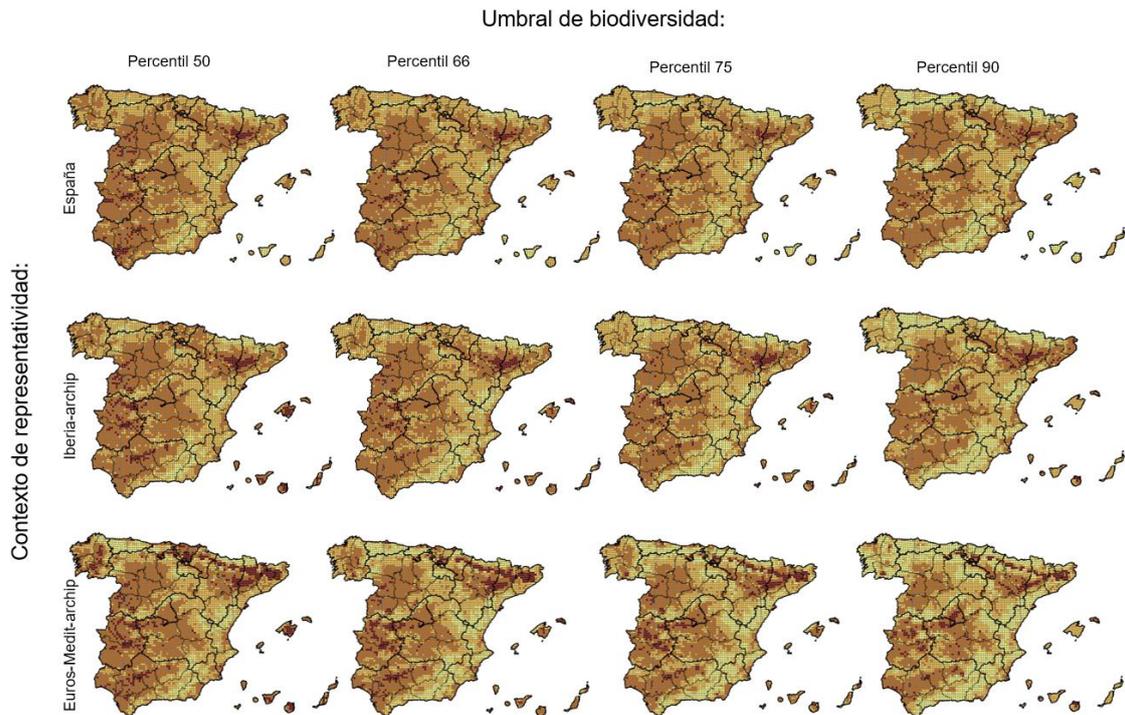


Figura 3. Mapas de favorabilidad resultantes de los doce modelos realizados considerando cuatro umbrales de biodiversidad en el diseño de la variable dependiente (Fig. 2) y cuatro esquemas contextuales distintos (Fig. 6 del Anexo 2). Las áreas más sombreadas representan las zonas en las que la presencia de una alta biodiversidad está más favorecida por el ambiente.

Es destacable el hecho de que los diferentes modelos han producido cartografías muy similares en relación con la distribución de la favorabilidad. En la comparación entre estos mapas por pares, mediante el índice de correlación de Spearman (R), todos los casos muestran un valor de $R > 0,701$ ($p < 0,01$). Cuando esta comparación se realiza entre modelos basados en un mismo umbral de biodiversidad (es decir, en la misma columna de la Figura 3), siempre ocurre que $R > 0,801$ ($p < 0,01$); y cuando se realiza entre modelos con un mismo esquema contextual (entre filas), $R > 0,845$ ($p < 0,01$). Es decir, a pesar de que se han adoptado criterios diferentes para construir los doce modelos, todos ellos son muy similares en cuanto a los patrones biogeográficos que generan. No obstante, al no ser idénticos, pueden ser comparados entre sí (Tabla 1). Todos los índices de capacidad de discriminación y clasificación coinciden, al comparar modelos basados en un mismo umbral de clasificación, en señalar que el esquema contextual que produce los modelos mejor ajustados a lo observado es el basado en cuatro territorios. Es decir, se obtienen los mejores modelos cuando se calculan los valores de favorabilidad de forma independiente en cada archipiélago, en la región eurosiberiana, y en la región mediterránea. Dentro de este criterio contextual concreto, los índices que pueden ser utilizados en este caso (sensibilidad, especificidad y tasa de clasificación correcta, véase el Anexo 2, apartado 1.d.4) coinciden en señalar el percentil 90 como el umbral de biodiversidad que ha permitido obtener modelos más ajustados a lo observado. Por tanto, salvo indicación contraria, los análisis realizados posteriormente se

han basado en el modelo de favorabilidad más exitoso en el proceso de evaluación (Figs. 4 y 5; véase también el Anexo 5).

Tabla 1. Evaluación comparativa entre los doce modelos de favorabilidad cuyos mapas se muestran en la Fig. 3, basada en su capacidad de discriminación (AUC) y de clasificación (sensibilidad, especificidad, tasa de clasificación correcta o TCC, y kappa de Cohen) (véase el Anexo 2, apartado 1.d.4). Los umbrales de biodiversidad expresan el valor del índice de biodiversidad agraria (IB) por encima del cual se ha considerado que la biodiversidad es alta. El esquema contextual responde a las cuatro opciones descritas en el Anexo 2, apartado 1.d.4. Los índices AUC y kappa sólo se han considerado en comparaciones entre modelos basados en un mismo umbral de biodiversidad.

Umbral de biodiversidad	Esquema contextual	AUC	Sensibilidad	Especificidad	TCC	Kappa
Percentil 90	1 territorio	0,748	0,771	0,615	0,631	0,160
Percentil 90	3 territorios	0,773	0,779	0,637	0,651	0,178
Percentil 90	4 territorios	0,824	0,798	0,705	0,714	0,243
Percentil 75	1 territorio	0,733	0,697	0,643	0,657	0,212
Percentil 75	3 territorios	0,752	0,728	0,651	0,670	0,302
Percentil 75	4 territorios	0,796	0,753	0,687	0,704	0,359
Percentil 66,6	1 territorio	0,723	0,677	0,639	0,652	0,288
Percentil 66,6	3 territorios	0,738	0,696	0,641	0,659	0,306
Percentil 66,6	4 territorios	0,780	0,729	0,676	0,694	0,371
Percentil 50	1 territorio	0,729	0,688	0,648	0,668	0,336
Percentil 50	3 territorios	0,738	0,707	0,647	0,677	0,354
Percentil 50	4 territorios	0,777	0,733	0,682	0,708	0,415

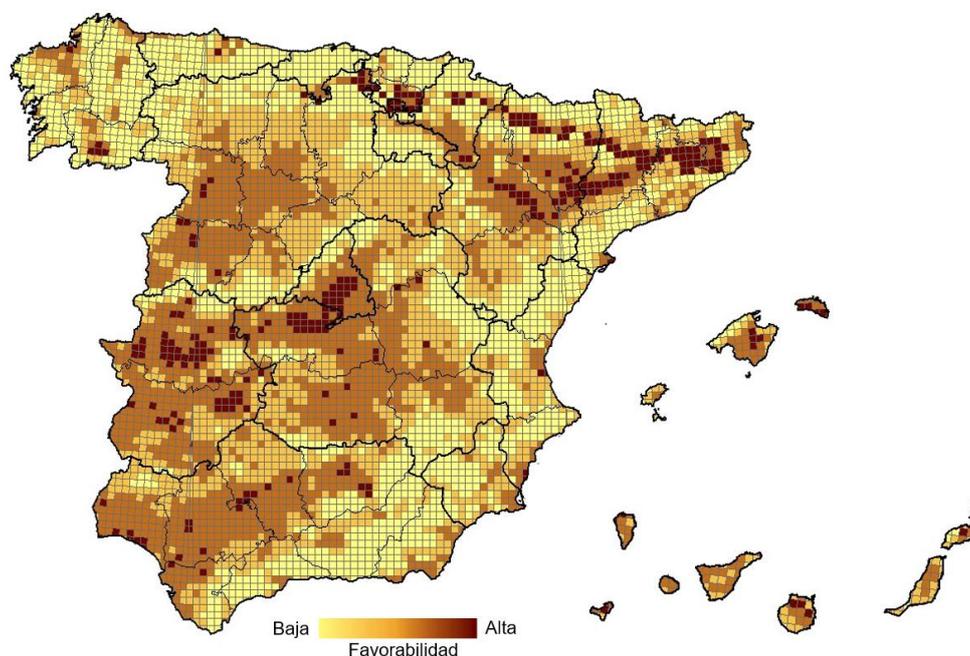


Figura 4. Modelo de favorabilidad ambiental con mayor capacidad de discriminación y clasificación con respecto a la presencia o ausencia de una alta biodiversidad. Resolución espacial: 10×10 km².

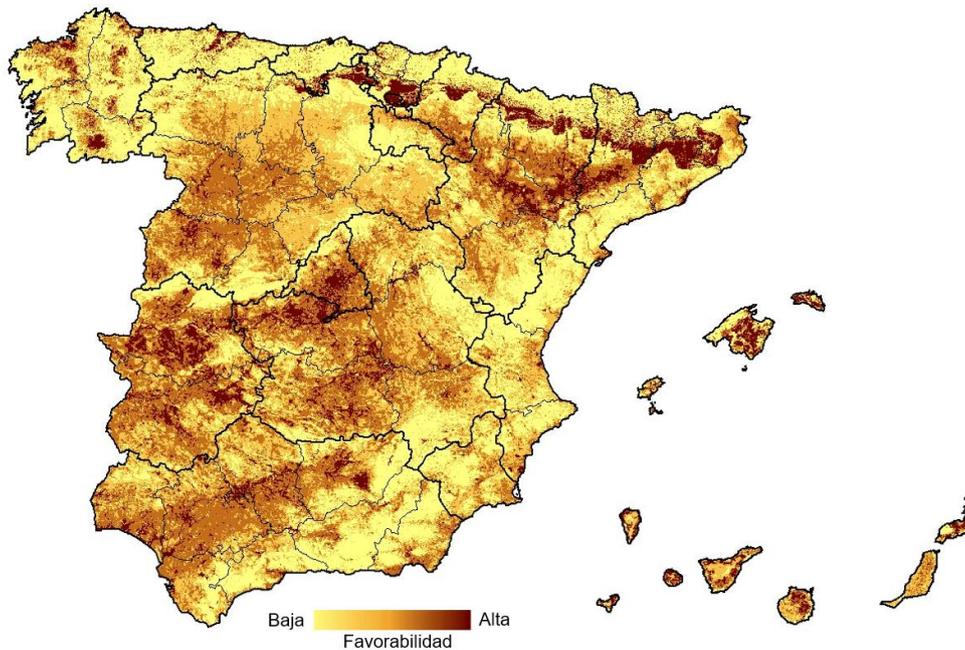


Figura 5. Modelo de favorabilidad ambiental para la presencia o ausencia de una alta biodiversidad. Este mapa muestra el mismo modelo representado en la Figura 4, tras ser re-escalado desde su resolución espacial inicial de 10x10 km² a una resolución final de 1x1 km² (Anexo 2, apartado 1.e).

4.1.3. Mapeado de las áreas con AVN atribuible al medio agrario

Si bien el modelo presentado en las Figuras 4 y 5 muestra una visión de las áreas ambientalmente favorecidas en España para tener una alta biodiversidad agraria, se ha especificado ya que dicho modelo ha tenido en cuenta variables ambientales de diversa naturaleza. Es decir, la presencia de una alta biodiversidad puede estar favorecida por un determinado tipo de sistemas agrarios, pero su caracterización ha requerido también de la asunción de que otros factores no agrarios, como el clima, la topografía, la hidrografía, la superficie forestal no agraria, y la presencia humana y de infraestructuras viarias, determinan en gran parte la presencia de las especies en un lugar. Por ello, se hace necesario aquí abordar el análisis del modelo de favorabilidad seleccionado con el fin de percibir, de forma aislada, dónde podría tener lugar la contribución puramente agraria a la distribución de la alta biodiversidad.

Se ha aplicado la metodología que se detalla en el Anexo 2 (apartado 1.e). A grandes rasgos, el método ha consistido en restar, del modelo de favorabilidad de las Figuras 4 y 5, los valores obtenidos con un modelo alternativo que excluye las variables del factor agrario, e incluye solamente las variables no agrarias que ya forman parte del modelo original (Fig. 7 del Anexo 2; Anexo 5). Esta resta produce una serie de valores cuyo rango está entre -1 y 1. Sólo los valores positivos indican que la favorabilidad es mayor cuando se considera el factor agrario, es decir, que el factor agrario contribuye a aumentar la favorabilidad con

respecto a lo que ya está “explicado” por otros factores ambientales. Estos valores positivos, por tanto, generan una cartografía de lo que se ha denominado “contribución agraria positiva” a la presencia de una alta biodiversidad.

Al representar sobre un mapa los valores resultantes, se ha obtenido una visión geográfica que permite discriminar diferencias espaciales en la contribución agraria positiva dentro de la península ibérica, pero esta discriminación no ha sido clara en los archipiélagos. Concretamente, en las islas Baleares, sólo han destacado por su alta contribución agraria las cuadrículas de Menorca; y en las islas Canarias, todas las cuadrículas sin excepción han mostrado una alta contribución. Esto se interpreta como un fallo en la capacidad de discriminación de los modelos insulares que utilizaron el percentil 90 para definir la alta biodiversidad agraria. Por ello, en el caso de las islas, se ha optado por considerar el modelo que utiliza el siguiente umbral de biodiversidad en orden decreciente, es decir, el percentil 75. Los mapas de contribución agraria positiva resultantes, con resoluciones espaciales sobre cuadrículas de $10 \times 10 \text{ km}^2$ y de $1 \times 1 \text{ km}^2$, se muestran en las Figuras 6 y 7.

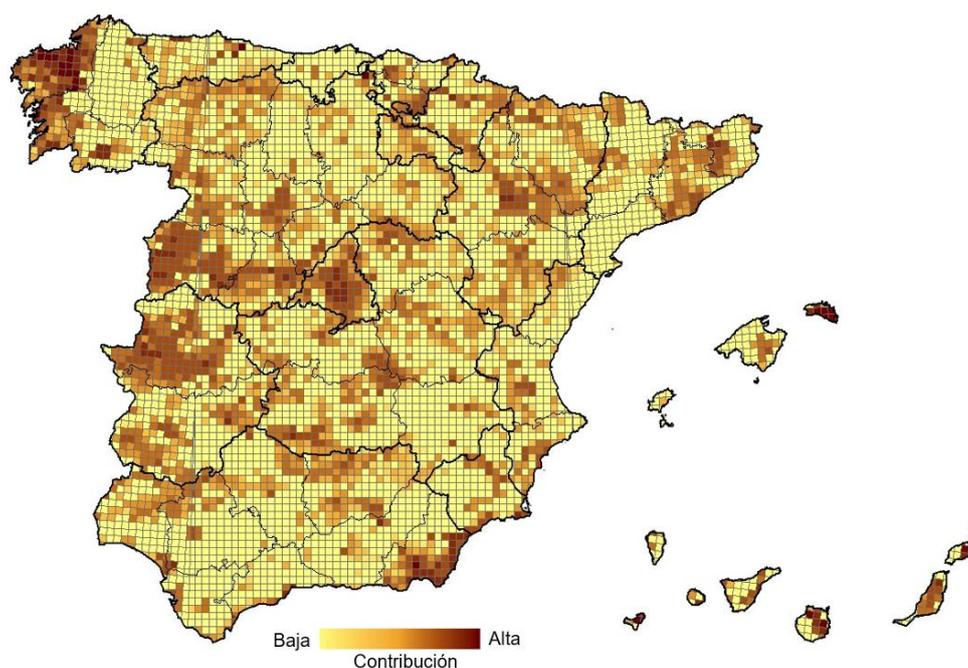


Figura 6. Contribución agraria positiva del factor agrario al incremento de la favorabilidad ambiental para la presencia de una alta biodiversidad. Resolución espacial: $10 \times 10 \text{ km}^2$.

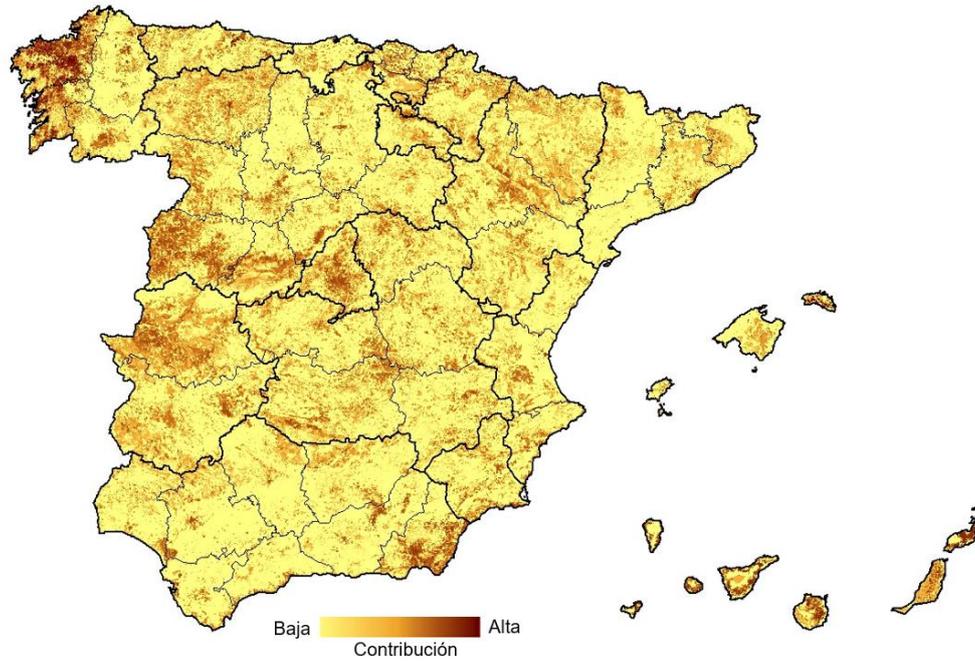


Figura 7. Contribución agraria positiva del factor agrario al incremento de la favorabilidad ambiental para la presencia de una alta biodiversidad. Resolución espacial: 1x1 km².

La posterior interpretación binaria de esta contribución, realizada como se explica en el Anexo 2 (apartado 1.e), da lugar al mapa de Alto Valor Natural (AVN) potencial que se expone en la Figura 8.

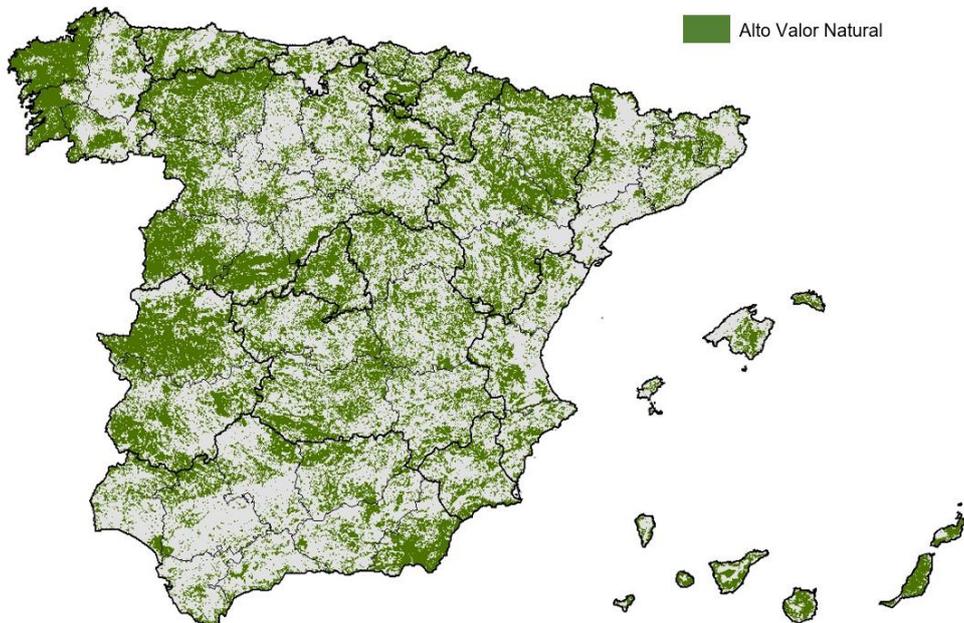


Figura 8. Distribución espacial potencial del Alto Valor Natural (AVN) en España. Resolución espacial: 1x1 km².

4.1.4. Comparación con la cartografía de AVN desarrollada por distintas fuentes

La cartografía generada en este estudio de áreas con potencialidad de mostrar AVN se ha comparado estadísticamente con la desarrollada por la Agencia Europea de Medio Ambiente en 2008 (Paracchini et al. 2008), una vez que los valores de AVN se han proyectado a una malla de municipios (Fig. 9) (véanse detalles técnicos en el Anexo 2, apartado 1.f). El valor del índice de correlación de Spearman obtenido ha sido $R=0,259$ ($p<0,01$). Esta correlación es muy significativa, pero muestra un valor discreto que denota la existencia de divergencias geográficas en los resultados de ambas aproximaciones.

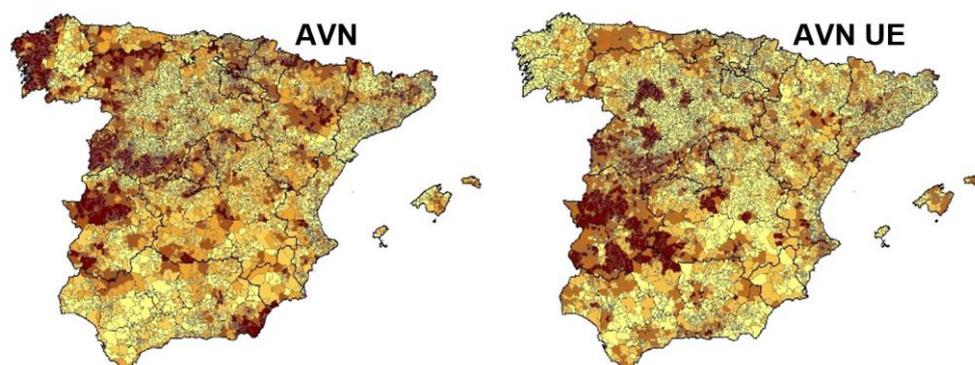


Figura 9. Alto Valor Natural (AVN) proyectado a una malla municipal, tal como se obtiene en el presente estudio (izquierda) y propuesto por la Agencia Europea de Medio Ambiente en el informe realizado por Paracchini et al. (2008).

La comparación entre ambos mapas de AVN con resolución espacial de 1×1 km² (Fig. 10) denota una coincidencia aparente en las regiones occidentales de la península ibérica, donde predominan los ambientes de dehesa. También se observan paralelismos claros en regiones del levante español (por ejemplo, en la Comunidad Valenciana), y en las cercanías del estrecho de Gibraltar. Las provincias cercanas a los Pirineos, en su tramo más occidental, presentan también ciertas similitudes, pero ambas propuestas se alejan muy claramente al enfocarse en la provincia de Almería y en Galicia. Ninguna de estas dos regiones se caracteriza por una biodiversidad agraria muy elevada (Fig.1). Sin embargo, la contribución positiva que representa la definición de un AVN en estas zonas por la propuesta de este estudio no implica, necesariamente, la presencia de una alta diversidad. En cambio, sí refleja que, tomando como referencia el grado en que las condiciones ambientales (en sentido amplio) favorecen a la biodiversidad, el factor agrario podría estar ejerciendo un papel positivo: diversidad favorecida por el medio rural, aunque en general ésta muestre valores bajos. Almería, más allá de los invernaderos que ocupan enormes extensiones en los entornos de Níjar y El Ejido (las cuales no han sido consideradas en este estudio como zonas de AVN), acoge grandes áreas, a menudo valoradas o protegidas por su valor natural (parques naturales, zonas especiales de conservación, zonas de especial protección para las aves), con cobertura

abundante de pastizal y pastizal arbustivo sometidos a explotación muy extensiva. Galicia, por otra parte, presenta un paisaje agrario característico que incluye campiñas arboladas, e intercala setos arbustivos y manchas de vegetación arbórea en las superficies cultivadas, lo que genera un vínculo entre la actividad agraria y el mantenimiento de la biodiversidad (Red2Red Consultores 2014). Es por ello que se estima que las razones tras las divergencias entre la presente propuesta de mapa de AVN y la propuesta de la Agencia Europea merecen ser analizadas.

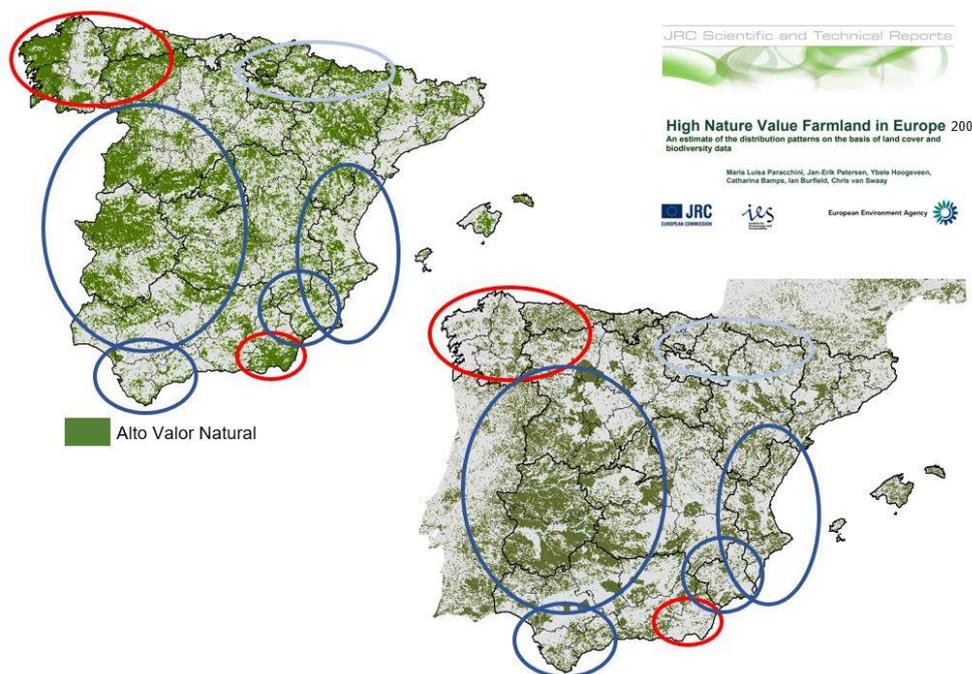


Figura 10. Comparación entre la cartografía de áreas con potencialidad de mostrar un AVN generada en este estudio (izquierda) y la desarrollada por la Agencia Europea de Medio Ambiente (derecha) en 2008 (Paracchini et al. 2008). Las elipses de color destacan las zonas de gran coincidencia (azul oscuro), de coincidencia parcial (azul claro), y clara diferencia (rojo).

El contraste entre la cartografía propuesta y la derivada del estudio presentado por el IREC en 2011 (Olivero et al. 2011) denota un elevado grado de coincidencia entre las áreas que se destacaban entonces las que se destacan en la nueva aproximación (Fig. 11). La diferencia más patente entre ambas tal vez se encuentre en el menor valor adjudicado, por el resultado de 2011, a los territorios peninsulares ubicados en la región eurosiberiana. Este hecho, que en su momento se interpretó como derivado de limitaciones técnicas a la hora de contextualizar biogeográficamente el estudio, parece haberse corregido en la revisión metodológica aquí realizada. El límite entre ambas regiones macrobioclimáticas (Anexo 2, apartado 1.a) no se hace patente en la nueva cartografía de AVN propuesta.

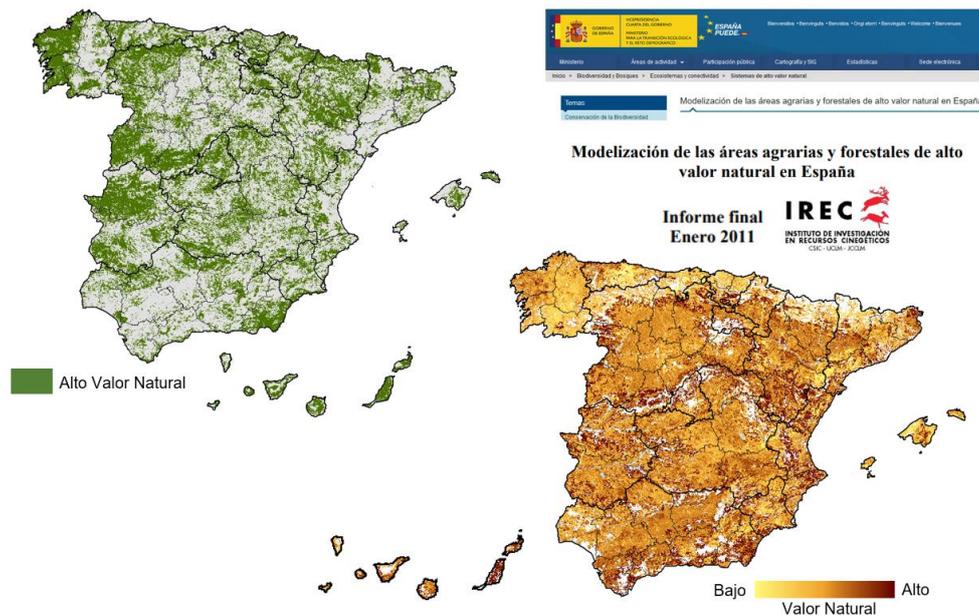


Figura 11. Comparación entre la cartografía de áreas con potencialidad de mostrar un AVN generada en este estudio (izquierda) y la desarrollada por el IREC, para el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Marino y Rural (derecha) en 2011 (Olivero et al. 2011).

La Comunidad Navarra publicó en 2016 su última actualización de la cartografía de sistemas agrarios de AVN (Iragui y Astrain 2016). Con respecto a ésta, el resultado del presente estudio ha encontrado coincidencias muy patentes en las áreas más septentrionales de la región (dentro del macrobioclima eurosiberiano), y también en otras áreas del sur (zona de las Bârdenas Reales en Tudela) y el oeste (tierras orientales de Estella) de Navarra (Fig. 12). Se observan similitudes parciales en varias áreas (oeste de Estella, Navarra Media Oriental, y Ribera Alta), pero también diferencias manifiestas en la Estella occidental y Pamplona. Este último dato ha llamado la atención de algunos asistentes a las reuniones en las que se ha presentado el presente trabajo, debido a la cercanía a la ciudad de Pamplona de una zona que se ha valorado como de AVN. Habría que abundar en este dato, si bien la visualización del medio agrario en dichos terrenos denota la presencia de tierras arables salpicadas por bosques de ribera, así como islas de bosque y matorral en las laderas menos practicables. A pesar de la voluntad sincera de personas implicadas en el proyecto navarro de AVN, los datos en formato digital que permitieran una comparación cuantitativa entre ambos resultados no han llegado a tiempo de ser analizados.

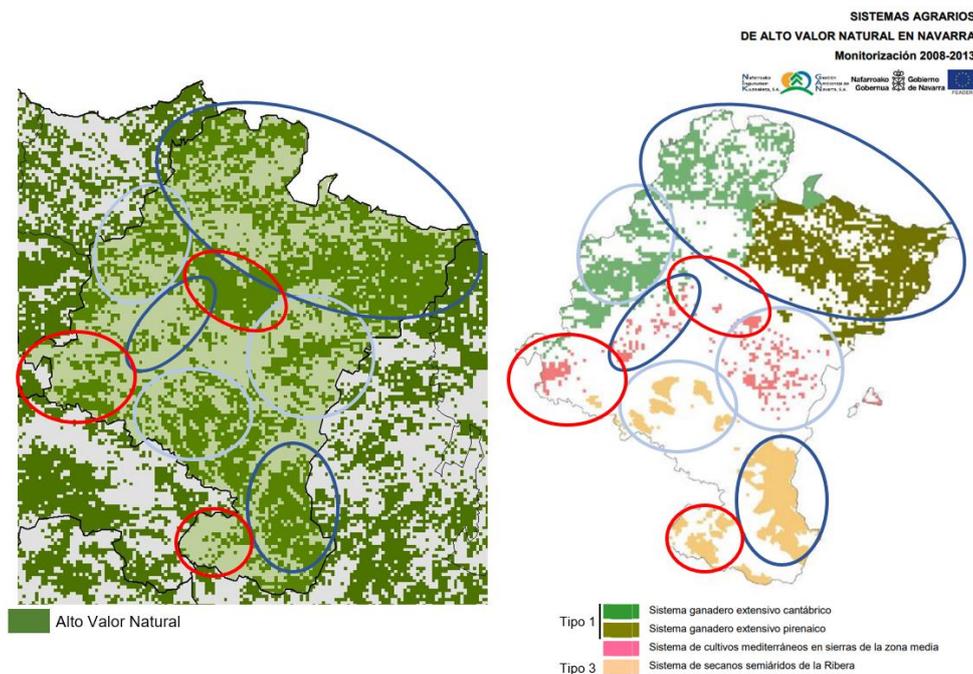


Figura 12. Comparación entre la cartografía de áreas con potencialidad de mostrar un AVN generada en este estudio (izquierda) y la desarrollada por la Comunidad Navarra (derecha) en 2016 (Iragui y Astrain 2016). Las elipses de color destacan las zonas de gran coincidencia (azul oscuro), de coincidencia parcial (azul claro), y clara diferencia (rojo).

La última comparación a la que se ha tenido acceso, si bien, una vez más, de forma visual y no cuantitativa, se centra en la Comunidad de Castilla-La Mancha. La Consejería de Desarrollo Sostenible de Castilla-La Mancha (Quesada et al. 2021) acaba de presentar un informe del que aquí se muestra un breve extracto cartográfico, suficiente como para abordar la comparación (Fig. 13). Es posible percibir un elevado grado de coincidencia espacial entre los dos mapas en la provincia de Albacete, la comarca de La Mancha en el corazón geográfico de la comunidad autónoma, en La Alcarria y las áreas más al norte de ésta en Guadalajara, y en el entorno de Sierra Morena en Ciudad Real. Cierta grado de coincidencia, si bien menor, se halla en el Alto Tajo (Guadalajara), La Serranía (al este de la provincia de Cuenca), y la mitad occidental de la provincia de Toledo. Dentro de las limitaciones existentes teniendo en cuenta los medios disponibles, es difícil percibir grandes divergencias, ya que ambas propuestas dan una visión en la que existen zonas de AVN dispersas por todo el territorio.

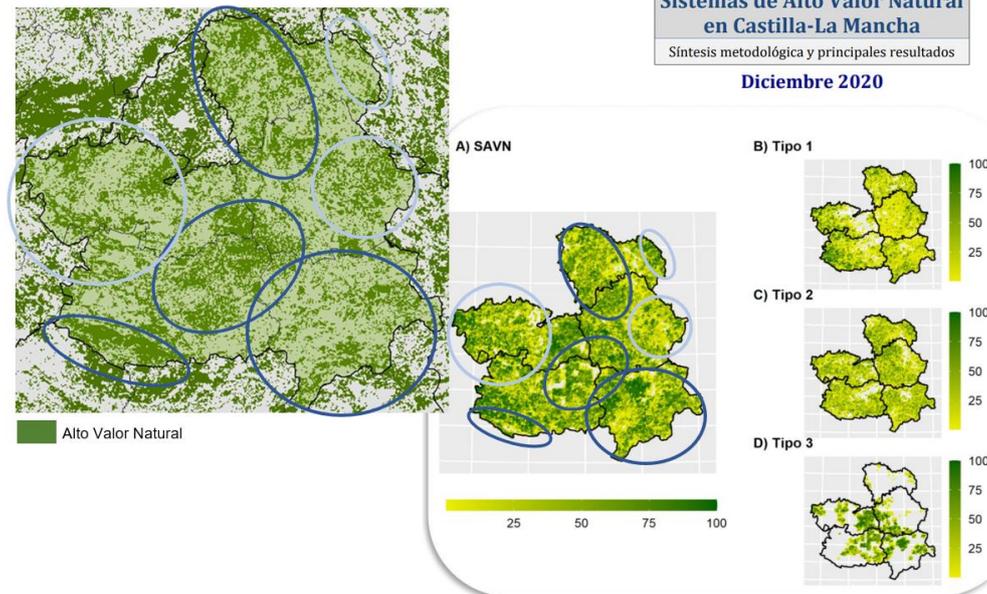


Figura 13. Comparación entre la cartografía de áreas con potencialidad de mostrar un AVN generada en este estudio (izquierda) y la desarrollada, recientemente, por la Comunidad de Castilla la Mancha (derecha) (Quesada et al. 2021). Las elipses de color destacan las zonas de gran coincidencia (azul oscuro) y de coincidencia parcial (azul claro).

4.2. Caracterización del AVN: Búsqueda de indicadores a través del Censo Agrario Municipal

La doble caracterización del AVN llevada a cabo a nivel municipal, utilizando el Censo Agrario de 2009 (último que ha sido publicado hasta el momento), ha permitido contar, por una parte, con una visión de qué indicadores muestran una relación espacial significativa con el AVN, y por otra de qué combinación de indicadores pueden generar una predicción sobre la probabilidad de encontrar sistemas de AVN. En el apéndice metodológico incluido en el Anexo 2 (apartado 2) se aportan detalles técnicos sobre el análisis.

A grandes rasgos, cabe apuntar aquí que se ha obtenido un valor cuantitativo de “AVN medio municipal”, que se define como la proporción de las cuadrículas de 1×1 km² de cada municipio que han sido caracterizadas como de AVN potencial (Fig. 14). Con este valor, mediante correlaciones de Spearman, se ha explorado el grado de co-variación espacial entre el AVN y los indicadores derivados del censo (los cuales pueden consultarse en el Anexo 4). Correlación no necesariamente implica causalidad, pero con frecuencia es posible acercarse a una relación de carácter explicativo entre variables a partir de una correlación.

Por otra parte, se ha obtenido un valor de “AVN binario municipal”, el cual califica cada municipio como de AVN predominante o no predominante, en función de si el AVN medio municipal tiene o no un valor por encima del promedio del territorio estudiado. El AVN binario municipal ha servido como punto de partida para obtener, con regresiones logísticas por pasos (véase el Anexo 2), una combinación de variables que, juntas, caracterizan (esta vez con mayor potencial explicativo) el AVN a nivel municipal.

Ambas formas de caracterizar el AVN, una más descriptiva y otra más explicativa, se complementan. La regresión logística por pasos ofrece un conjunto de variables que tiende a evitar reiteraciones (es decir, evita la entrada en la ecuación de variables muy correlacionadas entre sí, y que, por tanto, podrían estar indicando una misma situación en cuanto al sistema agrario que representan). No obstante, aunque la regresión logística tiende al elegir, entre variables que están correlacionadas, la más significativa, es útil disponer de todas las correlaciones entre el AVN y el conjunto completo de indicadores, pues las variables seleccionadas podrían, finalmente, estar representando a otras que han quedado fuera de la selección.

Los resultados de la caracterización que se presentan a continuación están referidos, en primer lugar, a todo el territorio español, que ha servido como contexto inicial para el análisis. Más adelante en este capítulo, se ofrecen caracterizaciones enfocadas, exclusivamente, en los municipios incluidos en un

contexto biogeográfico concreto (Figura 1 del Anexo 2), por este orden: la región ibérica mediterránea, la región ibérica eurosiberiana, el archipiélago balear, y el archipiélago canario. Metodológicamente, la única diferencia entre estas caracterizaciones, aparte del área de estudio para el análisis, es la referencia utilizada para calcular el “AVN binario municipal” a partir del “AVN medio municipal”. Así, en cada caso se ha calculado como umbral de AVN predominante el promedio observado en el territorio correspondiente.

4.2.1. Identificación de relaciones entre AVN y sistemas agrarios en el contexto español

Se representa, en el mapa de la Figura 14, el valor de AVN medio municipal en todo el territorio español.

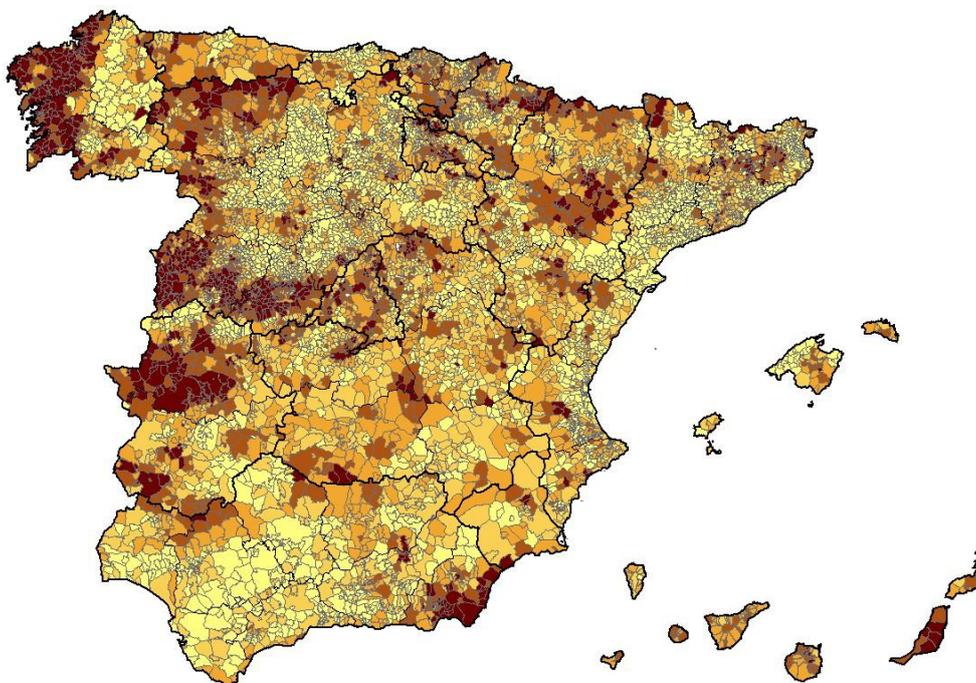


Figura 14. “AVN medio municipal”, definido como la proporción de las cuadrículas de 1x1 km² de cada municipio que han sido caracterizadas como de AVN potencial tal como se muestra en la Fig. 8.

La relación de indicadores de sistema agrario que correlacionan significativamente con el AVN medio municipal se muestra en la Tabla 2. Así mismo, la Tabla 3 enumera las variables que, combinadas, caracterizan la predominancia municipal del AVN a través de una regresión logística.

Tabla 2. Variables extraídas del Censo Agrario Municipal de 2009 (indicadores de sistema agrario) que correlacionan significativamente con el AVN medio municipal en el contexto español. Se muestran sólo los indicadores correlacionados con $R \geq 0,1$ y significación con $P < 0,01$.

Indicador	R	P
Superficie por explotación	+0,160	<0,01
Superficie agrícola utilizada por explotación	+0,119	<0,01
Proporción de superficie agrícola utilizada	-0,249	<0,01
Unidades ganaderas por explotación	+0,171	<0,01
Unidades ganaderas por superficie utilizada	+0,166	<0,01
Proporción de superficie utilizada que es regada	-0,129	<0,01
Superficie de vegetación arbórea no usada para pastos	+0,238	<0,01
Pastos utilizados por superficie total	+0,372	<0,01
Pastos utilizados por superficie utilizada	+0,376	<0,01
Ayudas agroambientales diferentes de las derivadas de Natura 2000, del Marco del Agua, o de la agricultura ecológica	-0,132	<0,01

Tabla 3. Variables extraídas del Censo Agrario Municipal de 2009 (indicadores de sistema agrario) que, combinadas mediante una regresión logística por pasos, caracterizan la probabilidad de que el AVN predomine en un municipio en el contexto español. Se indica el coeficiente de la variable en la ecuación logística, su importancia relativa mediante el parámetro de Wald, y su significación en relación con este parámetro.

Indicador	Coeficiente	Wald	P
Proporción de superficie agrícola utilizada	-0,014	35,548	<0,01
Unidades de trabajo por explotación	+0,166	13,499	<0,01
Unidades de trabajo familiares por explotación	+0,007	8,522	<0,01
Pastos utilizados por superficie total	+0,072	495,378	<0,01
Pastos no utilizados con ayudas de secano	+0,047	33,384	<0,01
Vegetación espontánea	+0,020	10,334	<0,01
Ayudas agroambientales diferentes de las derivadas de Natura 2000, del Marco del Agua, o de la agricultura ecológica	-0,024	51,460	<0,01
Constante	+3,880	2,750	0,09

En el contexto de todo el territorio español, tienden a contener una mayor superficie de AVN los municipios cuyas explotaciones presentan una gran

proporción de superficie agrícola no utilizada, con abundante mano de obra que a menudo es familiar, presencia abundante de pastos en uso (indicador que más poder explicativo ha mostrado, véase el parámetro de Wald en la Tabla 3), abundancia de vegetación espontánea, y ausencia de ayudas agroambientales diferentes de las derivadas de Natura 2000, del Marco del Agua, o de la agricultura ecológica. La probabilidad de que predomine el AVN en el municipio, tal como se desprende de la regresión logística, correlaciona muy significativamente con el AVN medio municipal ($R=0,429$, $P<0,01$), lo cual señala que esta combinación de indicadores presenta gran poder predictivo. Además de los indicadores mencionados, las correlaciones indican covariación entre el AVN y la extensión de las explotaciones agrícolas y ganaderas, la ausencia de riego, y la abundancia de vegetación arbórea dentro de las fincas.

Independientemente del tamaño de las fincas agrarias, podría señalar en el sentido de una agricultura extensiva el hecho de que el AVN se vincule a abundancia de terreno agrícola no utilizado, por tanto, con potencialidad de albergar vegetación ajena a los cultivos; y necesitada de mano de obra abundante, con frecuencia familiar. Ello se contrapondría a una agricultura intensiva, menos necesitada de recursos humanos por la sustitución de éstos por la mecanización. Desafortunadamente, el Censo Agrario Municipal de 2009 ha dejado de proporcionar datos sobre mecanización y número de parcelas por explotación, información que sí estaba disponible en ediciones anteriores. La presencia de vegetación espontánea como indicador es coherente con la alta proporción de terreno agrícola no utilizado. No obstante, como se ha dicho, los pastos en uso constituyen el indicador de sistema agrario más importante en esta caracterización.

4.2.2. Identificación de relaciones entre AVN y sistemas agrarios en el contexto ibérico mediterráneo

Se representa, en el mapa de la Figura 15, el valor de AVN medio municipal en el territorio ibérico mediterráneo.

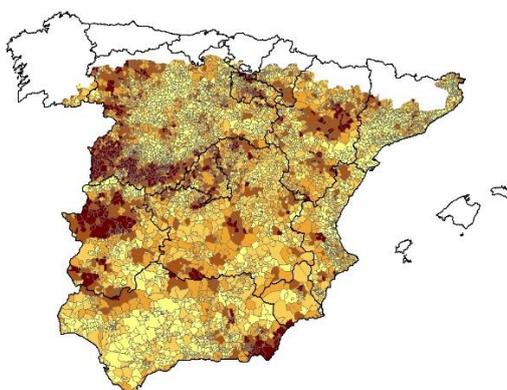


Figura 15. “AVN medio municipal” (Fig. 14) mostrando sólo la región ibérica mediterránea.

La relación de indicadores de sistema agrario que correlacionan significativamente con el AVN medio municipal se muestra en la Tabla 4. Así mismo, la Tabla 5 enumera las variables que, combinadas, caracterizan la predominancia municipal del AVN a través de una regresión logística.

Tabla 4. Variables extraídas del Censo Agrario Municipal de 2009 (indicadores de sistema agrario) que correlacionan significativamente con el AVN medio municipal en el contexto ibérico mediterráneo. Se muestran sólo los indicadores correlacionados con $R \geq 0,1$ y significación con $P < 0,01$.

Indicador	R	P
Superficie por explotación	+0,247	<0,01
Superficie agrícola utilizada por explotación	+0,212	<0,01
Proporción de superficie agrícola utilizada	-0,219	<0,01
Unidades ganaderas por explotación	+0,191	<0,01
Unidades ganaderas por superficie utilizada	+0,119	<0,01
Proporción de superficie utilizada que es regada	-0,148	<0,01
Superficie de vegetación arbórea no usada para pastos	+0,217	<0,01
Pastos utilizados por superficie total	+0,412	<0,01
Pastos utilizados por superficie utilizada	+0,412	<0,01
Ayudas agroambientales diferentes de las derivadas de Natura 2000, del Marco del Agua, o de la agricultura ecológica	-0,116	<0,01

Tabla 5. Variables extraídas del Censo Agrario Municipal de 2009 (indicadores de sistema agrario) que, combinadas mediante una regresión logística por pasos, caracterizan la probabilidad de que el AVN predomine en un municipio en el contexto ibérico mediterráneo. Se indica el coeficiente de la variable en la ecuación logística, su importancia relativa mediante el parámetro de Wald, y su significación en relación con este parámetro.

Indicador	Coeficiente	Wald	P
Unidades de trabajo familiares por explotación	+0,010	11,559	<0,01
Pastos utilizados por superficie total	+0,099	581,241	<0,01
Vegetación espontánea	+0,037	40,517	<0,01
Barbechos	+0,023	87,760	<0,01
Ayudas agroambientales diferentes de las derivadas de Natura 2000, del Marco del Agua, o de la agricultura ecológica	-0,019	22,754	<0,01
Constante	+1,185	396,693	<0,01

En el contexto ibérico mediterráneo, tienden a contener una mayor superficie de AVN los municipios cuyas explotaciones presentan abundante mano de obra que a menudo es familiar, presencia abundante de pastos en uso (que vuelve a ser el indicador con más poder explicativo, véase el parámetro de Wald en la Tabla 5), abundancia de vegetación espontánea, la práctica del barbecho, y ausencia de ayudas agroambientales diferentes de las derivadas de Natura 2000, del Marco del Agua, o de la agricultura ecológica. La probabilidad de que predomine el AVN en el municipio, tal como se desprende de la regresión logística, correlaciona muy significativamente con el AVN medio municipal ($R=0,472$, $P<0,01$), lo cual señala que esta combinación de indicadores presenta gran poder predictivo. Además de los indicadores mencionados, las correlaciones indican covariación entre el AVN y la extensión de las explotaciones agrícolas y ganaderas, la proporción de las explotaciones no utilizada para cultivar, la ausencia de riego, y la abundancia de vegetación arbórea dentro de las fincas.

Básicamente, se repite aquí la caracterización obtenida para el contexto español. Puede entenderse que, dado que una proporción muy alta del país coincide con la parte mediterránea de la península ibérica, la caracterización de todo el estado ha podido verse influida por los indicadores que, finalmente, hacen referencia a esta región macrobioclimática.

4.2.3. Identificación de relaciones entre AVN y sistemas agrarios en el contexto ibérico eurosiberiano

Se representa, en el mapa de la Figura 16, el valor de AVN medio municipal en el territorio ibérico eurosiberiano.

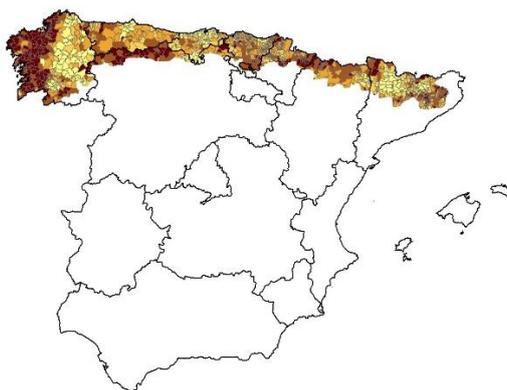


Figura 16. “AVN medio municipal” (Fig. 14) mostrando sólo la región ibérica eurosiberiana.

La relación de indicadores de sistema agrario que correlacionan significativamente con el AVN medio municipal se muestra en la Tabla 6. Así mismo, la Tabla 7 enumera las variables que, combinadas, caracterizan la predominancia municipal del AVN a través de una regresión logística.

Tabla 6. Variables extraídas del Censo Agrario Municipal de 2009 (indicadores de sistema agrario) que correlacionan significativamente con el AVN medio municipal en el contexto ibérico eurosiberiano. Se muestran sólo los indicadores correlacionados con $R \geq 0,1$ y significación con $P < 0,01$.

Indicador	R	P
Superficie por explotación	-0,107	<0,01
Superficie agrícola utilizada por explotación	-0,142	<0,01
Proporción de superficie agrícola utilizada	-0,142	<0,01
Unidades ganaderas por explotación	+0,131	<0,01
Unidades de trabajo anuales por superficie	+0,127	<0,01
Unidades de trabajo anuales por unidad ganadera	+0,139	<0,01
Producción en euros por explotación	-0,118	<0,01
Proporción de superficie utilizada que es regada	+0,138	<0,01
Superficie de vegetación arbórea no usada para pastos	+0,104	<0,01
Vegetación espontánea	+0,114	<0,01
Barbechos	+0,144	<0,01
Baldíos	+0,110	<0,01
Tierras cultivables no utilizadas en la campaña	+0,152	<0,01
Ayudas agroambientales diferentes de las derivadas de Natura 2000, del Marco del Agua, o de la agricultura ecológica	-0,204	<0,01

Tabla 7. Variables extraídas del Censo Agrario Municipal de 2009 (indicadores de sistema agrario) que, combinadas mediante una regresión logística por pasos, caracterizan la probabilidad de que el AVN predomine en un municipio en el contexto ibérico eurosiberiano. Se indica el coeficiente de la variable en la ecuación logística, su importancia relativa mediante el parámetro de Wald, y su significación en relación con este parámetro.

Indicador	Coeficiente	Wald	P
Proporción de superficie agrícola utilizada	-0,019	20,459	<0,01
Unidades de trabajo anuales por superficie	+0,055	3,847	<0,05
Unidades de trabajo anuales por unidad ganadera	+0,143	5,634	<0,05
Barbechos	+0,019	4,952	<0,05
Baldíos	+0,132	8,455	<0,01
Ayudas agroambientales diferentes de las derivadas de Natura 2000, del Marco del Agua, o de la agricultura ecológica	-0,018	8,066	<0,01
Constante	+1,231	13,917	<0,01

En el contexto ibérico eurosiberiano, como ya ocurriera en el mediterráneo, tienden a contener una mayor superficie de AVN los municipios cuyas explotaciones presentan una gran proporción de superficie agrícola no utilizada (indicador que aquí se constituye en el más explicativo, atendiendo al parámetro de Wald, en la Tabla 7), con abundante mano de obra (tanto agrícola como ganadera). Complementan a estos indicadores la presencia de baldío, las prácticas de barbecho, y la ausencia de ayudas agroambientales diferentes de las derivadas de Natura 2000, del Marco del Agua, o de la agricultura ecológica. La probabilidad de que predomine el AVN en el municipio, tal como se desprende de la regresión logística, correlaciona significativamente, pero en muy menor grado, con el AVN medio municipal ($R=0,253$, $P<0,01$), comparado con lo observado en la región mediterránea. Ello señala que esta combinación de indicadores, si bien caracteriza significativamente el AVN de la región, presenta poder predictivo limitado. Además de los indicadores mencionados, las correlaciones indican covariación entre el AVN y la poca extensión de las explotaciones agrícolas y ganaderas, la escasa productividad económica, la presencia de riego, y la abundancia de vegetación arbórea dentro de las fincas.

El hecho de que la correlación entre el AVN y el tamaño de las explotaciones en la región eurosiberiana sea negativa (es decir, lo contrario de lo observado en la región mediterránea) puede reflejar simplemente una característica de las propiedades más frecuentes en la cornisa cantábrica. Aun así, independientemente del tamaño de las fincas agrarias, vuelven a señalarse aquí los indicadores de extensificación que representan la vinculación (en este caso muy relevante) del AVN con la abundancia de terreno agrícola no utilizado, por tanto, con potencialidad de albergar vegetación ajena a los cultivos; y la necesidad de abundante mano de obra. También como en el sur, hay coherencia en la constitución de los baldíos y barbechos como indicadores (y la correlación entre AVN y vegetación arbórea y espontánea) cuando es importante también la alta proporción de terreno agrícola no utilizado.

4.2.4. Identificación de relaciones entre AVN y sistemas agrarios en el contexto balear

Se representa, en el mapa de la Figura 17, el valor de AVN medio municipal en el territorio balear.

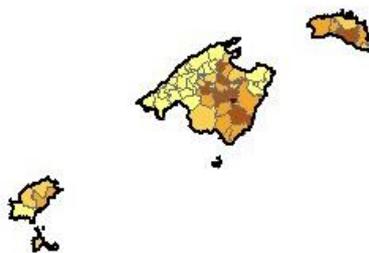


Figura 17. “AVN medio municipal” (Fig. 14) mostrando sólo el archipiélago balear.

La relación de indicadores de sistema agrario que correlacionan significativamente con el AVN medio municipal se muestra en la Tabla 8. Así mismo, la Tabla 9 enumera las variables que, combinadas, caracterizan la predominancia municipal del AVN a través de una regresión logística.

Tabla 8. Variables extraídas del Censo Agrario Municipal de 2009 (indicadores de sistema agrario) que correlacionan significativamente con el AVN medio municipal en el contexto balear. Se muestran sólo los indicadores correlacionados con $R \geq 0,1$ y significación con $P < 0,01$.

Indicador	R	P
Superficie agrícola utilizada por explotación	+0,358	<0,01
Unidades de trabajo anuales por superficie	-0,417	<0,01
Producción en euros por explotación	+0,397	<0,01
Superficie de vegetación arbórea no usada para pastos	-0,384	<0,01
Barbechos	+0,516	<0,01

Tabla 9. Variables extraídas del Censo Agrario Municipal de 2009 (indicadores de sistema agrario) que, combinadas mediante una regresión logística por pasos, caracterizan la probabilidad de que el AVN predomine en un municipio en el contexto balear. Se indica el coeficiente de la variable en la ecuación logística, su importancia relativa mediante el parámetro de Wald, y su significación en relación con este parámetro.

Indicador	Coeficiente	Wald	P
Unidades de trabajo anuales por superficie	-2,527	4,663	<0,05
Producción en euros por explotación	+0,000117	8,429	<0,01
Superficie de vegetación arbórea no usada para pastos	-0,155	5,586	<0,05
Vegetación espontánea	-0,431	2,986	<0,10
Constante	+1,757	3,727	<0,10

El contexto balear ha generado una caracterización del AVN bastante diferente de la mostrada por los contextos peninsulares. Tienden a contener una mayor superficie de AVN los municipios cuyas explotaciones presentan una gran producción de beneficios (indicador más explicativo, véase el parámetro de Wald en la Tabla 9) y generan poca necesidad de mano de obra, al tiempo que la vegetación arbórea y espontánea escasea en ellas. Atendiendo a las correlaciones, se observa también que el terreno agrícola de las explotaciones está muy aprovechado, si bien frecuente en ellos la práctica del barbecho.

La probabilidad de que predomine el AVN en el municipio, tal como se desprende de la regresión logística, correlaciona muy significativamente con el AVN medio

municipal ($R=0,664$, $P<0,01$), a pesar del carácter intensivo de las explotaciones agrarias que parece sugerir esta caracterización.

4.2.5. Identificación de relaciones entre AVN y sistemas agrarios en el contexto canario

Se representa, en el mapa de la Figura 18, el valor de AVN medio municipal en el territorio canario.



Figura 18. “AVN medio municipal” (Fig. 14) mostrando sólo el archipiélago canario.

La relación de indicadores de sistema agrario que correlacionan significativamente con el AVN medio municipal se muestra en la Tabla 10. Así mismo, la Tabla 11 enumera las variables que, combinadas, caracterizan la predominancia municipal del AVN a través de una regresión logística.

Tabla 10. Variables extraídas del Censo Agrario Municipal de 2009 (indicadores de sistema agrario) que correlacionan significativamente con el AVN medio municipal en el contexto canario. Se muestran sólo los indicadores correlacionados con $R \geq 0,1$ y significación con $P < 0,01$.

Indicador	R	P
Superficie por explotación	+0,373	<0,01
Superficie agrícola utilizada por explotación	+0,379	<0,01
Unidades ganaderas por explotación	+0,453	<0,01
Unidades ganaderas por superficie utilizada	+0,480	<0,01
Unidades de trabajo anual por superficie	+0,297	<0,01
Unidades de trabajo anual por unidad ganadera	-0,456	<0,01
Proporción de superficie utilizada que es regada	-0,290	<0,01
Vegetación espontánea	+0,336	<0,01
Barbechos	+0,438	<0,01
Tierras cultivables no utilizadas en la campaña	+0,447	<0,01

Tabla 11. Variables extraídas del Censo Agrario Municipal de 2009 (indicadores de sistema agrario) que, combinadas mediante una regresión logística por pasos, caracterizan la probabilidad de que el AVN predomine en un municipio en el contexto canario. Se indica el coeficiente de la variable en la ecuación logística, su importancia relativa mediante el parámetro de Wald, y su significación en relación con este parámetro.

Indicador	Coeficiente	Wald	P
Tierras cultivables no utilizadas en la campaña	+0,270	8,557	<0,01
Constante	+0,942	5,562	<0,05

En el contexto canario, el único indicador que participa en el modelo que estima la probabilidad de que predomine el AVN en el municipio: la abundancia de tierras cultivables que, si bien no son propiamente terreno no útil, no son utilizados en todas las campañas. A pesar de ello, la capacidad predictiva de este indicador es muy significativa ($R=0,409$, $P<0,01$).

En cualquier caso, en Canarias existen covariaciones importantes entre el AVN y otros indicadores de sistemas agrarios, como son la ausencia de riego, la abundante mano de obra, la abundancia de vegetación espontánea, y la práctica del barbecho. Estos indicadores, junto con el que mejor caracteriza la superficie de AVN, dan a entender, como en la Península, la importancia de las prácticas extensivas y de la vegetación no cultivada en las explotaciones con valor natural.

4.3. El desarrollo de una metodología homogénea para identificar sistemas de AVN en España

El desarrollo de una metodología homogénea para toda España podría entenderse de dos formas. Una de ella, quizás la más intuitiva, implicaría que el método se aplique de una vez a todo el territorio español, con la información que está disponible simultáneamente para todas sus regiones. Tal es la forma como se ha procedido aquí. Es cierto que se han considerado contextos geográficos diferentes para algunos análisis (como ha sido el cálculo de umbrales de biodiversidad, o la producción de modelos de favorabilidad), y así, a menudo se han considerado por separado la fracción de la península ibérica que está integrada el macrobioclima mediterráneo, la fracción peninsular eurosiberiana, el archipiélago balear, y el archipiélago canario. No obstante, este fraccionamiento contextual ha sido un criterio metodológico más dentro de lo que sigue siendo una aplicación homogénea, que ha proporcionado las piezas que se han ensamblado en un único modelo final. En cualquier contexto geográfico se han seguido los mismos pasos, se ha empleado la misma fuente información de partida (el inventario nacional de especies, del que se han seleccionado aquellas vinculadas al medio agrario), se han propuesto las mismas variables ambientales en los modelos de favorabilidad (por ejemplo, aquellas derivadas del SIGPAC para el factor agrario), y se han considerado los indicadores de sistemas agrarios (obtenidos del Censo Agrario Municipal) para la caracterización final.

La segunda interpretación, podría restringir la homogeneización al tipo de aproximación metodológica, llegando incluso a interpretarse como el uso de, exactamente, los mismos pasos, en cualquier unidad geográfica subnacional; si bien permitiría la utilización de información de base diferente en cada una de ellas. Un ejemplo de esto sería la aplicación estricta del método desarrollado en este estudio en cada comunidad autónoma de forma independiente, pero aprovechando los recursos informativos que cada comunidad tiene en sus bancos de datos. En casos a cuya información se ha tenido acceso, existe, a escala autonómica, cartografía más detallada que el SIGPAC relativa a los tipos de aprovechamiento agrario, y a la forma como cada aprovechamiento es gestionado en cada lugar. El problema para aplicar dicho nivel de detalle a todo el territorio español es que los formatos y los tipos de información disponibles en las distintas comunidades no son siempre comparables y combinables entre sí.

Cabe sugerir que, atendiendo a los resultados obtenidos en este proyecto, la segunda interpretación en cuanto homogeneidad de aplicación podría ser la más acertada. Se han probado diferentes esquemas contextuales para construir el modelo de favorabilidad a partir del que se ha derivado la cartografía de AVN, y al hacerlo ha sido muy evidente que la opción que dividía el territorio en partes

menores conseguía los modelos más ajustados a la distribución de la biodiversidad observada (véase el apartado 4.1.2, y en concreto, la discusión de resultados en torno a la Tabla 1). Igualmente, la caracterización del AVN con indicadores derivados del Censo Agrario Municipal ha proporcionado visiones algo distintas en cada región macrobioclimática o en cada archipiélago. Tal vez, por tanto, la aplicación por separado a cada comunidad autónoma de la metodología desarrollada aquí pueda ofrecer resultados más representativos, aún, de la realidad del medio rural y su valor natural.

La resolución espacial de la información agraria disponible para toda España da lugar a una última reflexión metodológica. Las dos fases en las que se han organizado los análisis que se presentan responden a la existencia de dos fuentes muy diferentes sobre información agraria, atendiendo a su contenido y a su resolución espacial. La primera fuente, el SIGPAC, presenta un potencial de análisis con enorme resolución espacial, al incluir el detalle de cada parcela en que se estructura el medio agrario español, vinculada al tipo de explotación realizada. Si bien la resolución de partida en los análisis aquí realizados ha estado limitada por la de los datos sobre especies del Inventario Nacional ($10 \times 10 \text{ km}^2$), la resolución espacial del SIGPAC ha permitido el re-escalado posterior de los modelos a $1 \times 1 \text{ km}^2$. Sin embargo, la información agraria disponible en el SIGPAC es bastante simple en cuanto a que apenas señala, en cada parcela, qué explotación se lleva a cabo en ella (tipos de cultivo, pastos). Es decir, con el fin de generar una cartografía con resolución espacial aceptable, ha sido necesario asumir la simplificación de estimar cuánta es la contribución del medio agrario a la biodiversidad a partir del objeto de explotación (sin más datos cualitativos sobre ella) y, en todo caso, del grado de heterogeneidad agraria que se ha calculado a partir del SIGPAC. La segunda fuente de información referida, el Censo Agrario Municipal, sí permite realizar ciertas valoraciones cualitativas sobre el modo como se practican la agricultura y la ganadería en cada lugar; pero la limitada resolución espacial del Censo es inapropiada para el objetivo de una cartografía básica de AVN. De ahí que este proyecto (y en el precedente presentado por el IREC en 2011) haya planteado la consideración del Censo en una segunda fase. Contar con indicadores de sistema agrario referidos a resoluciones espaciales más finas habría permitido reducir las dos fases a una sola. En ella, se habría procedido a la búsqueda cartográfica de sistemas de AVN distinguiendo, desde el principio, el modo como se abordan las prácticas agrarias en cada lugar de la geografía española. Nos atrevemos a sugerir que esta forma de proceder habría podido generar patrones geográficos más afines a los obtenidos por las aproximaciones regionales asumidas por algunas comunidades autónomas. Se quiere decir, con esto, que la metodología aquí propuesta es aplicable a una comunidad atendiendo a información sobre la biodiversidad agraria, y a información sobre sistemas agrarios, más fina y detallada que las del Inventario Nacional, el SIGPAC y el Censo Agrario Municipal. Dicha aplicación podría restringirse a la primera fase metodológica de

los análisis presentados, pues los indicadores de sistemas agrarios de AVN podrían extraerse de las regresiones logísticas realizadas para obtener el modelo de favorabilidad. Se valoran aquí en alta estima los resultados presentados por comunidades como Navarra y Castilla-La Mancha. Por ello, con el fin de proponer la aproximación basada en modelos de favorabilidad como forma de obtener resultados en otras comunidades autónomas, sería interesante evaluar el grado de convergencia que es posible obtener entre estos modelos y los trabajos realizados por las comunidades que se han mencionado.

5. CONCLUSIONES

- Se obtiene un mapa de zonas agrarias de AVN potencial mediante una metodología que puede aplicarse a todo el territorio nacional. Con respecto a los modelos realizados por el IREC para el MITECO en 2011, se parte de técnicas estadísticas con una base matemática más robusta.
- La aplicación del método por separado a distintas regiones bioclimáticas y archipiélagos, comparada con la aplicación conjunta a todo el territorio español, ha generado mapas con mejor valoración en la evaluación matemática. Esto sugiere que tal vez podrían obtenerse resultados más ajustados a la realidad si el método fuese aplicado en contextos geográficos más reducidos (por ejemplo, comunidades autónomas). Esto permitiría, además, partir de datos más detallados a menudo no disponibles, en formato homogéneo, para todo el territorio español.
- El mapa de AVN potencial obtenido correlaciona significativamente con el realizado por la UE en 2008. Las zonas donde la convergencia entre métodos es menor se ubican en Almería (donde el método aplicado aquí califica como de AVN espacios protegidos por la Junta de Andalucía) y en Galicia.
- Visualmente, se observa gran coincidencia espacial entre el mapa de AVN potencial obtenido y los realizados por las Comunidades de Navarra y Castilla-La Mancha. No se ha tenido acceso, dentro del periodo de trabajo, a cartografías SIG que permitan una comparación estadística.
- El análisis realizado a la luz de la información del Censo Agrario, en todo el territorio español, sugiere que la presencia de terrenos agrícolas no utilizados, de pastos, y de vegetación no vinculada a la producción agrícola, en explotaciones con mano de obra abundante, favorece significativamente la presencia de AVN. Éste tiende a ocurrir en municipios con explotaciones extensas, fundamentalmente de secano.
- En el contexto mediterráneo, la caracterización del AVN es similar a la del contexto español. Probablemente, el gran tamaño relativo de esta región bioclimática haya influido en la caracterización a escala nacional.
- El contexto eurosiberiano señala también la influencia positiva sobre el AVN de la presencia de terrenos agrícolas no utilizados y de vegetación no agrícola. Se destaca la práctica del barbecho y la presencia de baldíos en las áreas con mayor AVN. A diferencia del contexto mediterráneo, aquí el AVN tiende a ocurrir en explotaciones pequeñas, con riego. No obstante, en ellas también es abundante la mano de obra.
- En Baleares, el AVN parece ocurrir en municipios con explotaciones muy productivas con escasa mano de obra, y también con escasa presencia de vegetación arbórea y espontánea.

- Finalmente, las zonas de AVN en Canarias son, principalmente, tierras cultivables no utilizadas en todas las campañas. Se dan sobre todo en explotaciones extensas en secano con abundante vegetación espontánea.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Andersen E. (ed.) (2003). *Developing a high nature value farming area indicator. Internal report.* EEA, Copenhagen.
- Altieri MA (1999) The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74: 19-31.
- Austin MP, Margules CR (1986) Assessing representativeness. En: Usher MB (ed.) *Wildlife conservation evaluation.* Chapman and Hall Ltd, Londres.
- Beaufoy G, Cooper T (2008) *Guidance document to the member estates on the application of the High Nature Value Impact indicator.* Report for DG Agriculture.
- BirdLife International (2021) *Important Bird and Biodiversity Areas (IBAs).* <https://www.birdlife.org/worldwide/programme-additional-info/important-bird-and-biodiversity-areas-ibas>. Consultado el 28/09/2021.
- Cooper T, Arblaster K, Baldock D, Farmer M, Beaufoy G, Jones G (2007) *Final report for the study of HNV indicators for evaluation.* Report prepared by the IEEP for DG Agriculture.
- Donald PF, Green RE, Heath MF (2000) Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proceedings of the Royal Society of London B* 268: 25-29.
- García JT, Arroyo B, Viñuela J (2008) *Definición y caracterización de las zonas agrarias de Alto Valor Natural (HNV) en España.* IREC-CSIC y Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Iragui U, Astrain C (2016) *Sistemas agrarios de Alto Valor Natural en Navarra. Monitorización 2008-2013.* Gestión Ambiental de Navarra SA - Gobierno de Navarra.
- Iragui U, Astrain C, Beaufoy (2010) *Sistemas agrarios y forestales de Alto Valor Natural en Navarra. Identificación y monitorización.* Gestión Ambiental de Navarra SA - Gobierno de Navarra.
- MacArthur RH, Wilson EO (1967) *The theory of island biogeography.* Princeton University Press, Princeton.
- Márquez AL, Real R, Olivero J, Estrada A (2011) Combining climate with other influential factors for modelling the impact of climate change on species distribution. *Climatic Change* 108: 135-157.
- Matson PA, Parton WJ, Power AG, Swift MJ (1997) Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science* 277: 504-509.
- Olivero J, Márquez AL, Arroyo B (2011) *Modelización de las áreas agrarias y forestales de Alto Valor Natural en España.* IREC-CSIC y Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

- Paracchini MA, Petersen J-E, Hoogeveen Y, Bamps C, Burfield I, van Swaay C (2008) *High nature value farmland in Europe. An estimate of the distribution patterns on the basis of land cover and biodiversity data*. JRC Scientific and Technical Reports, European Commission.
- Quesada J, De Esteban J., Aranda A. (2021) *Sistemas de Alto Valor Natural en Castilla-La Mancha. Síntesis metodológica y principales resultados*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- Red2Red Consultores (2014) *Informe de sostenibilidad ambiental del Programa de Desarrollo Rural de Galicia 2014-2020*. Informe realizado para la Xunta de Galicia.

5. ANEXOS TÉCNICOS

Índice de anexos:

Anexo 1. Premisas metodológicas acordadas en el pliego de condiciones del contrato menor	44
Anexo 2. Metodología aplicada	45
1. Mapeado de las zonas agrarias con AVN potencial	45
1.a. Criterio de representatividad biogeográfica	45
1.b. Construcción de un índice de biodiversidad agraria	46
1.c. Selección de especies	46
1.d. Modelado de las áreas ambientalmente favorables a la presencia de una alta biodiversidad	47
1.d.1. Favorabilidad	47
1.d.2. Variables dependientes e independientes	48
1.d.3. Regresión logística	49
1.d.4. Variedad de modelos y evaluación comparativa	51
1.e. Mapeado de las áreas con AVN atribuible al medio agrario	52
1.f. Comparación con la cartografía de AVN desarrollada por distintas fuentes	54
2. Caracterización del AVN: Búsqueda de indicadores a través del Censo Agrario Municipal	55
2.a. Aglomeración del AVN a escala municipal	55
2.b. Identificación de relaciones entre AVN y sistemas agrarios	56
Anexo 3. Factores y variables utilizados para construir modelos que definen el grado en que el ambiente, y concretamente el medio agrario, favorece la presencia de un alto valor natural (AVN)	58
Anexo 4. Indicadores de sistemas agrarios derivados del Censo Agrario Municipal de 2009	60
Anexo 5. Variables ambientales que han entrado a formar parte del modelo de favorabilidad para la presencia de una alta biodiversidad agraria	61
Anexo 6. Bibliografía citada en los anexos técnicos	63

ANEXO 1. PREMISAS METODOLÓGICAS ACORDADAS EN EL PLIEGO DE CONDICIONES DEL CONTRATO MENOR

Con respecto a los mapas desarrollados por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino en 2011, se plantean novedades metodológicas que podrían proporcionar resultados más robustos. En términos generales, dichas novedades son:

1. La ponderación de la riqueza específica en función de la vulnerabilidad en un paso previo a la realización de los modelos. Ello simplificará el procedimiento con respecto al utilizado en 2011, cuando se realizó una integración ponderada, a-posteriori, de modelos de riqueza con modelos de vulnerabilidad, lo que incrementó la complejidad del procedimiento de integración entre criterios.
2. El uso de modelos lineales basados en el concepto de favorabilidad ambiental de carácter logístico (en lugar de la regresión lineal), con interpretación ambiental más consistente y no sujetos a condiciones paramétricas severas.

Sin embargo, en coherencia con los conceptos básicos aplicados en 2011, se mantendrán:

1. La consideración de la riqueza de especies, la vulnerabilidad en el contexto nacional y la vulnerabilidad en el contexto mundial, como bases para determinación del valor natural.
2. Los criterios para la selección de las especies de interés en el medio agrario.
3. La aplicación de modelos lineales fácilmente realizables e interpretables.
4. El desglose del valor natural puramente derivado del factor agrario con respecto del derivado de otros factores concurrentes.
5. La consideración de contextos macro-bioclimáticos para los modelos.

ANEXO 2. METODOLOGÍA APLICADA

1. Mapeado de las zonas agrarias con AVN potencial

1.a. Criterio de representatividad biogeográfica

A lo largo del estudio realizado se han considerado diferentes contextos geográficos a la hora de realizar algunos análisis. Esto significa que se han realizado operaciones que implican la comparación, en ocasiones, entre unidades geográficas distribuidas en todo el territorio español; en otras ocasiones, entre unidades ubicadas exclusivamente en el contexto peninsular; y en otras, entre unidades ubicadas dentro de un determinado archipiélago. Con esta contextualización se ha pretendido atender al criterio de representatividad asociado a la evaluación de la diversidad de especies en distintas partes de un territorio, según el cual es conveniente que dicha evaluación se haga dentro de territorios que sean biogeográficamente comparables (Austin y Margules 1986).

Se han utilizado tres esquemas de contextualización diferentes:

1. **Un único bloque contextual:** todo el territorio español es considerado de forma conjunta en los análisis.
2. **Tres bloques contextuales:** la península ibérica es considerada un bloque, y cada archipiélago (canario y balear) es considerado un bloque diferente.
3. **Cuatro bloques contextuales:** la península ibérica es dividida en dos bloques, eurosiberiano y mediterráneo (subdivisión basada en los límites entre macrobioclimas propuesta por López Fernandez et al. 2008); y cada archipiélago es considerado un bloque diferente (Fig. 1 del Anexo 2).



Figura 1 del Anexo 2. Contextualización biogeográfica del territorio español en cuatro bloques. La subdivisión de la península ibérica en las regiones Eurosiberiana y Mediterránea se ha basado en los límites macrobioclimáticos según López Fernandez et al. (2008).

El esquema contextual utilizado en cada momento es especificado y justificado en los apartados correspondientes a lo largo de este Anexo.

1.b. Construcción de un índice de biodiversidad agraria

Se ha definido un índice de biodiversidad agraria (IB) basado en la riqueza de especies de una determinada unidad geográfica, ponderando la importancia relativa de cada especie según su grado de amenaza. Para ello, se ha utilizado la fórmula siguiente:

$$IB = \sum_{i=1}^n [1 + \text{Max}(VE_i, VM_i)] \quad \text{Ecuación 1}$$

donde “n” es el número de especies consideradas en el estudio (véase el apartado 1.c de este Anexo); “VE_i” es un valor vinculado al grado de amenaza de la especie “i” en el contexto español, según el Banco de Datos de la Naturaleza (BDN); y “VM_i” es un valor vinculado al grado de amenaza de la especie “i” en el contexto mundial, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Los valores de VE_i y de VM_i se han determinado de acuerdo con la tabla siguiente:

Grado de amenaza	Valor
En estado crítico	1
En peligro	0,5
Vulnerable	0,25
Casi amenazada	0,125
Otros	0

Por tanto, cuando los valores de esta tabla han sido integrados en el índice IB (ecuación 1), cada especie “no amenazada” ha aportado un peso de 1 (es decir, 1 + 0); cada especie en la categoría “casi amenazada” ha aportado un peso de 1,125 (es decir, 1 + 0,125); cada especie en la categoría “vulnerable” ha aportado un peso de 1,25 (es decir, 1 + 0,25); cada especie en la categoría “en peligro” ha aportado un peso de 1,5 (es decir, 1 + 0,5); y cada especie en la categoría “en estado crítico” ha aportado un peso de 2 (es decir, 1 + 1). Así mismo, la fórmula con la que se ha definido el IB escoge, para cada especie, el grado de amenaza referido al ámbito geográfico (nacional o mundial) en el que muestra el grado de vulnerabilidad más severo; es decir, entre VE_i y VM_i, IB tiene en cuenta el que muestra un valor más alto.

1.c. Selección de especies

El índice IB de biodiversidad agraria se ha aplicado sobre una selección de especies cuyos datos de presencia y ausencia se han obtenido en el Inventario Español de Especies Terrestres (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico 2020), atendiendo a la última actualización disponible en noviembre de 2020 (Fig. 2 del Anexo 2). El uso de esta fuente de datos ha supuesto la adopción de una resolución espacial, en las fases iniciales del estudio, de 10x10 km², coincidente con cuadrículas de UTM.

La selección de especies se ha basado en los siguientes criterios:

1. Se han seleccionado todas las especies de aves ligadas a medios agrarios según la Sociedad Española de Ornitología (De la Concha et al. 2007).
2. Se han seleccionado todas las especies del Inventario Nacional de Biodiversidad, ya sean animales vertebrados, animales invertebrados, o plantas, cuya distribución ha mostrado una relación positiva y estadísticamente significativa con respecto a la superficie agraria. Esta relación se ha comprobado mediante análisis de regresión logística (utilizando el software IBM SPSS v.24), sobre cuadrículas de 10x10 km². Para estimar la superficie agraria, se ha utilizado la variable con abreviatura “Sagrar” en el Anexo 3 de este informe.

El cumplimiento de, al menos, uno de los criterios descritos ha implicado la consideración de la especie en el análisis.



Figura 2 del Anexo 2. Criterios de selección de especies para su integración en los análisis a través del índice de biodiversidad agrario (IB). Listado de especies de aves agrarias basado en De la Concha et al. (2007).

1.d. Modelado de las áreas ambientalmente favorables a la presencia de una alta biodiversidad

1.d.1. Favorabilidad

Se ha utilizado un método de modelado de la distribución de especies para definir las áreas en las que las condiciones ambientales favorecen la presencia de una alta biodiversidad agraria. Concretamente, se ha utilizado un método basado en la Función de Favorabilidad (Real et al. 2006). La elección de éste, frente a otras aproximaciones de uso frecuente en Biogeografía, se justifica por la necesidad

de obtener resultados que definan condiciones favorables de forma que se puedan comparar y combinar modelos entre sí (característica de la favorabilidad que no es compartida por los resultados de métodos que ofrecen valores de “idoneidad”, o *suitability* en inglés); que sean independientes de la prevalencia (característica que no es compartida por los resultados ofrecidos en forma de probabilidad, influidos tanto por las condiciones ambientales como por la frecuencia de la entidad sometida a modelado); y por la necesidad de un método que evite el sobreajuste. Para análisis comparativos que justifiquen estas características de la favorabilidad frente a la idoneidad y la probabilidad, así como otros comportamientos de la Función de Favorabilidad, puede consultarse Acevedo y Real (2012) y Olivero et al. (2016).

El modelo de favorabilidad es un modelo lineal generalizado (GLM), por lo que su construcción sigue una lógica similar a la de una regresión. Precisa, por tanto, de una variable dependiente que describe el fenómeno a explicar, que en este caso es binaria (es decir, señala presencias y ausencias, cuantificadas como 1 y 0, respectivamente); y una serie de variables independientes que representan a los factores capaces de explicar dicho fenómeno. La Función de Favorabilidad se expresa, matemáticamente, según la siguiente fórmula:

$$F = \frac{\frac{P}{1-P}}{\frac{n_1 + P}{n_0 + 1-P}} \quad \text{Ecuación 2}$$

donde “P” significa probabilidad, “n₁” es el número de presencias del fenómeno a explicar, y “n₂” es el número de ausencias del mismo.

1.d.2. Variables dependientes e independientes

La variable dependiente utilizada ha sido la presencia (1) o ausencia (0) de una alta biodiversidad agraria. Para definirla, se ha utilizado como base el índice de biodiversidad agraria (IB) descrito en el apartado 1.c de este Anexo. Sobre el índice IB, se ha aplicado un umbral para transformar la escala inicial de valores continuos en una escala binaria. Es decir, valores del IB mayores que un umbral predefinido se han considerado presencias, y valores menores o iguales que dicho umbral se han considerado ausencias. En lugar de optar por un único umbral de biodiversidad arbitrario, se han tenido en cuenta cuatro umbrales diferentes, por lo que se han diseñado cuatro variables dependientes distintas. Estos umbrales se han basado en la consideración de percentiles diferentes en la escala de valores del IB, concretamente: el percentil 50 (o lo que es igual, la mediana, umbral más permisivo entre los elegidos para definir las zonas con alta biodiversidad); el percentil 66,6 (o tercil superior); el percentil 75 (o cuartil superior); y, como opción más restrictiva, el percentil 90 (o decil superior) (Fig. 3 del Anexo 2). Atendiendo al criterio de representatividad cuando se comparan valores de diversidad (Austin y Margules 1986), cada contexto biogeográfico requiere que la definición “alta biodiversidad” se refiera a lo posible en las condiciones macrobioclimáticas o de insularidad correspondientes al lugar en que se aplique. Por ello, en cada caso, se ha aplicado el percentil atendiendo a los cuatro bloques contextuales definidos en el apartado 1.a de este Anexo. Así, por ejemplo, al construir la variable dependiente basada en la mediana (o

percentil 50), se ha calculado el valor del umbral de IB de forma independiente en cada archipiélago, y también en cada una de las regiones eurosiberiana y mediterránea (es decir, en Tenerife se ha considerado 1 en las cuadrículas con IB mayor que la mediana aplicada al contexto canario, mientras que en Cantabria se ha considerado 1 en las cuadrículas con IB mayor que la mediana dentro de la región eurosiberiana).

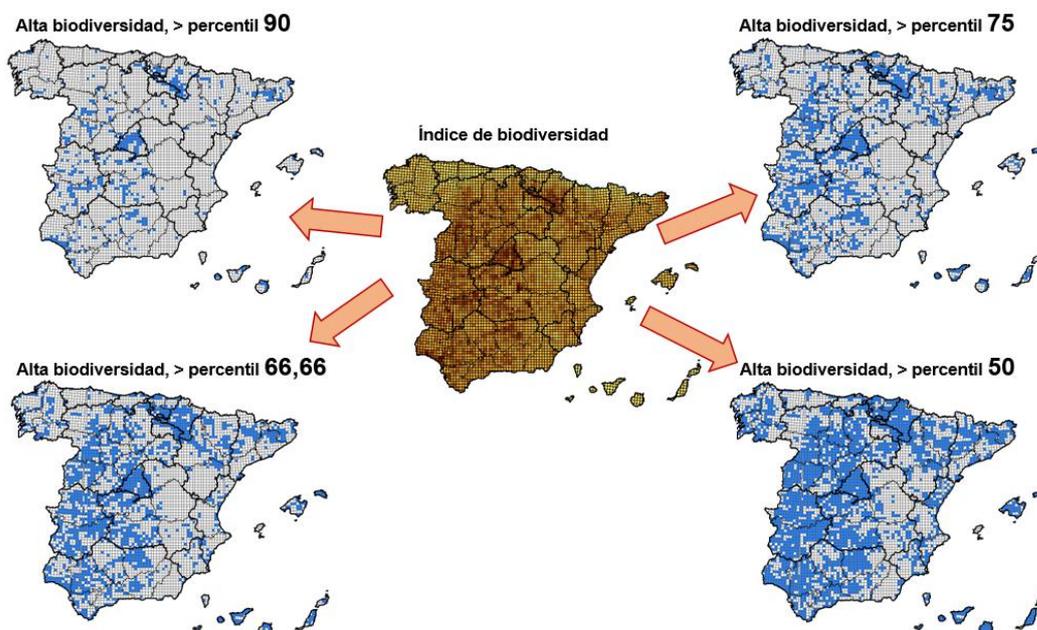


Figura 3 del Anexo 2. Definición de distintas variables dependientes que informan sobre la presencia (azul) o ausencia (blanco) de una alta biodiversidad agraria, basadas en diferentes umbrales (véanse las Figuras 1 y 2 del informe).

Las variables independientes han sido elegidas para representar a los distintos factores que pueden influir sobre la distribución de una especie vinculada al medio agrario. Al considerar la influencia de un determinado factor sobre la distribución de una especie, es necesario tener en cuenta el conjunto de factores capaces de influir sobre ella (Márquez et al. 2011). Por esta razón, se ha considerado el factor agrario, pero también otros factores biogeográficamente relevantes como el clima, la topografía, la hidrografía, la superficie forestal, y las actividades humanas ajenas al recurso agrario (véase el listado completo de variables y sus fuentes en el Anexo 3 del presente informe).

1.d.3. Regresión logística

Una vez determinadas la variable dependiente y las variables independientes, se ha calculado el valor de favorabilidad ambiental de cada cuadrícula de 10x10 km² comenzando por la obtención de valores de probabilidad (P) a partir de una regresión logística (utilizando el software IBM SPSS v.24). La regresión logística se basa en la siguiente ecuación:

$$P = \frac{e^y}{1+e^y} \quad \text{Ecuación 3}$$

donde “e” es la base de los logaritmos neperianos, e “y” es una combinación lineal de variables independientes denominada “logit”:

$$y = \alpha + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_nx_n \quad \text{Ecuación 4}$$

donde “ α ” es una constante, “ x_n ” son las variables independientes, y “ β_n ” son sus respectivos coeficientes. Finalmente, los valores de P se han integrado en la ecuación 2 para su reinterpretación como valores de favorabilidad (F). Debido al comportamiento logístico (o sigmoïdal) de la probabilidad obtenida mediante una regresión logística, la favorabilidad presenta también un comportamiento equivalente cuando se enfrenta al valor de y, como se observa en la Figura 4 de este Anexo.

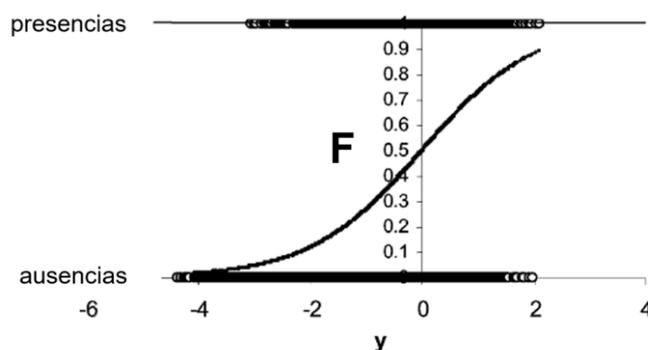


Figura 4 del Anexo 2. Comportamiento logístico del valor de favorabilidad (F) frente a la combinación de variables independientes representada por “y” (ecuación 4).

Con el fin de obtener modelos parsimoniosos, es decir, basados en el conjunto de variables más reducido posible para alcanzar un resultado significativo, las variables se han incorporado en el modelo mediante un procedimiento de introducción por pasos hacia adelante. Esto es, se han ido obteniendo distintos modelos incorporando una sola variable en cada paso, de forma que, con la nueva variable, se pretende explicar lo que no ha sido explicado ya por las variables anteriores (en otras palabras, los residuos de la regresión). El procedimiento finaliza cuando incluir más variables no mejora significativamente el modelo (véase un ejemplo ilustrativo en la Figura 5 de este Anexo). Teniendo en cuenta que el objetivo del estudio se centra fundamentalmente en el factor agrario, se han incorporado las variables por pasos en dos bloques secuenciales: el primero de ellos ha dado entrada a las variables del factor agrario, y el segundo a las variables no agrarias capaces de mejorar el modelo sobre la aportación del factor agrario. La selección por pasos de variables en el modelo se ha basado en la significación de éstas obtenida en pruebas de puntuación; su parametrización (o cálculo de los coeficientes) se ha realizado por iteraciones con *machine learning*, de acuerdo con el criterio de maximización del logaritmo de la verosimilitud (*maximum log-likelihood*); la bondad de ajuste del modelo se ha comprobado mediante la prueba de chi cuadrado; y la significación de las variables en el modelo se ha estimado mediante pruebas de Wald (Hosmer y Lemeshow 2000).

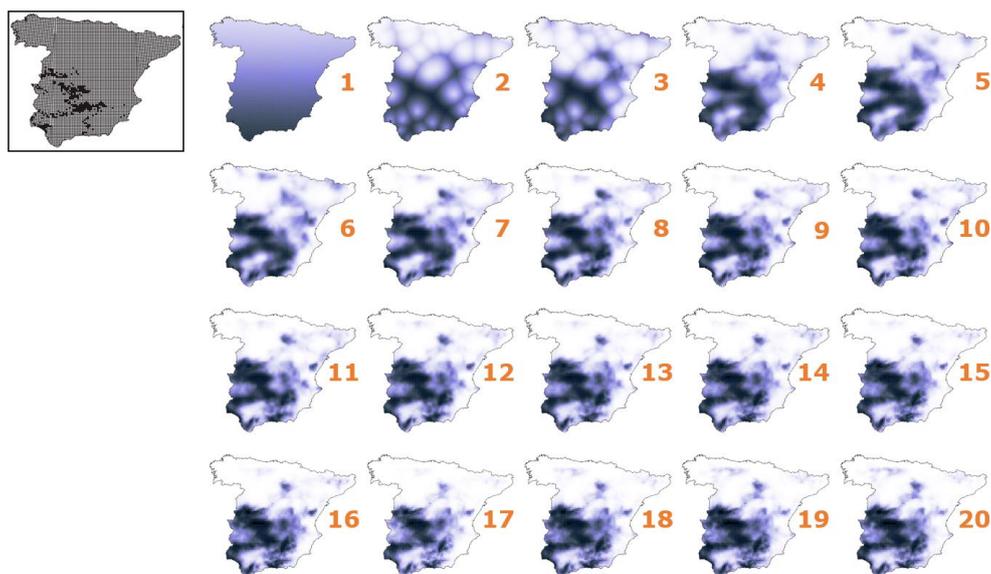


Figura 5 del Anexo 2. Ejemplo, basado en Real et al. (2009), que ilustra el modo como la incorporación por pasos de variables independientes produce un modelo cada vez más ajustado a la distribución de presencias y ausencias que se pretende explicar (la cual está representada en el cuadro superior izquierdo).

1.d.4. Variedad de modelos y evaluación comparativa

Puesto que se han definido cuatro variables independientes en función de umbrales del IB diferentes, cada una de ellas se ha analizado por separado, dando lugar, inicialmente, a cuatro modelos distintos de favorabilidad. Por otra parte, se ha querido evitar arbitrariedades con respecto al contexto geográfico en el que se debían realizar los análisis de regresión logística, por lo que se han realizado análisis separados teniendo en cuenta los tres esquemas contextuales presentados en el apartado 1.a. Ello ha implicado realizar un modelo único para todo el territorio español; simultáneamente, realizar modelos diferenciados para la península ibérica y para cada archipiélago, aunque los tres modelos obtenidos se presentan, finalmente, unificados en una única cartografía; y, simultáneamente, realizar modelos diferenciados para la región eurosiberiana, la región mediterránea, y cada archipiélago. Por tanto, al combinar los cuatro umbrales del IB tenidos en cuenta con los tres esquemas contextuales utilizados, se ha obtenido un total de doce modelos de favorabilidad para su posterior evaluación comparativa (Fig. 6 del Anexo 2).

Los modelos resultantes se han evaluado atendiendo a sus capacidades de discriminación y clasificación, con respecto a la información contenida en la variable dependiente. La capacidad de discriminación entre presencias y ausencias se ha estimado de acuerdo con el área bajo la curva ROC (AUC, del inglés *Area Under the Curve*, con valores entre 0 y 1; Lobo et al. 2008). La capacidad de clasificación se ha calculado con respecto al umbral de favorabilidad $F = 0,5$ (atendiendo a que éste representa igualdad entre favorabilidad y prevalencia, Acevedo y Real 2012). Para ello, se han utilizado el índice de sensibilidad (proporción de presencias bien clasificadas), el de especificidad (proporción de ausencias bien clasificadas), y la tasa de clasificación correcta (TCC, proporción de presencias y ausencias bien clasificadas), todos ellos con valores entre 0 y 1; y además, el índice kappa de

Cohen (que estima el grado de clasificación correcta de presencias y ausencias teniendo en cuenta la probabilidad de que ésta se deba al azar), con valores entre -1 y 1 (Fielding y Bell 1997). El AUC está influido por la prevalencia, es decir, no es comparable cuando se aplica a modelos realizados en contextos geográficos diferentes (Lobo et al. 2008). También puede estar influido por la prevalencia el índice kappa, al tener éste en cuenta la probabilidad de clasificación correcta que es compatible con el azar. Por ello, estos dos índices sólo se han tenido en cuenta para comparar modelos en la misma fila, tal como se ordenan en la Figura 6 de este Anexo.

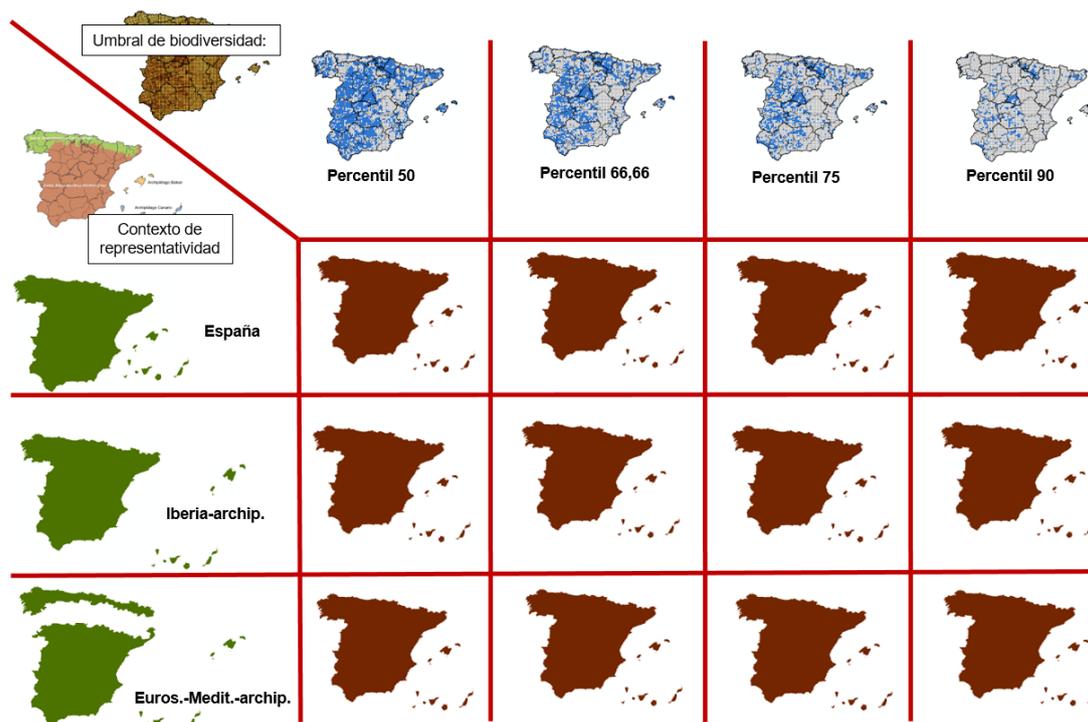


Figura 6 del Anexo 2. La aplicación de cuatro umbrales de biodiversidad diferentes (columnas) y de tres esquemas contextuales (filas) ha dado lugar a doce modelos de favorabilidad.

1.e. Mapeado de las áreas con AVN atribuible al medio agrario

Si bien en el apartado 1.d.2 se ha justificado el uso de diversos factores para la obtención de un modelo de favorabilidad, cabe recordar que el objetivo de esta fase del estudio es detectar en qué zonas está más favorecida la presencia de una alta biodiversidad como consecuencia de los sistemas agrarios que se practican. Es decir, la biodiversidad agraria puede estar influida por los usos rurales, el clima, la topografía y otras influencias humanas; pero aquí se requiere determinar dónde se ubican las áreas en las que el factor agrario, y no otro, es el que contribuye a aumentar la favorabilidad.

Con tal fin, se ha aplicado el método que se esquematiza en la Figura 7 de este Anexo (véanse ejemplos de su uso en Olivero et al. 2019 y en Aliaga-Samanez et al. 2021). Dicho método consiste en la elaboración de un nuevo modelo de favorabilidad basado en las variables no agrarias que han entrado a formar parte

del modelo original, y el cálculo posterior de la diferencia entre los valores de favorabilidad del modelo original (o “completo”) y los del modelo no agrario. Cuando el valor de esta diferencia es positivo, se está indicando que el factor agrario contribuye a aumentar la favorabilidad ambiental con respecto a la contribución ya ejercida por el clima, la topografía y otros factores. Se trata de una estimación conservativa, pues, como se indica en el esquema de conjuntos de la Figura 7, la contribución señalada por este procedimiento se refiere a la participación pura del factor agrario; es decir, excluye el potencial explicativo del factor agrario cuando éste pueda estar simultáneamente explicado por factores no agrarios con los que correlaciona (como, por ejemplo, puede ocurrir entre la presencia de cultivos de cereal y la topografía o el clima).

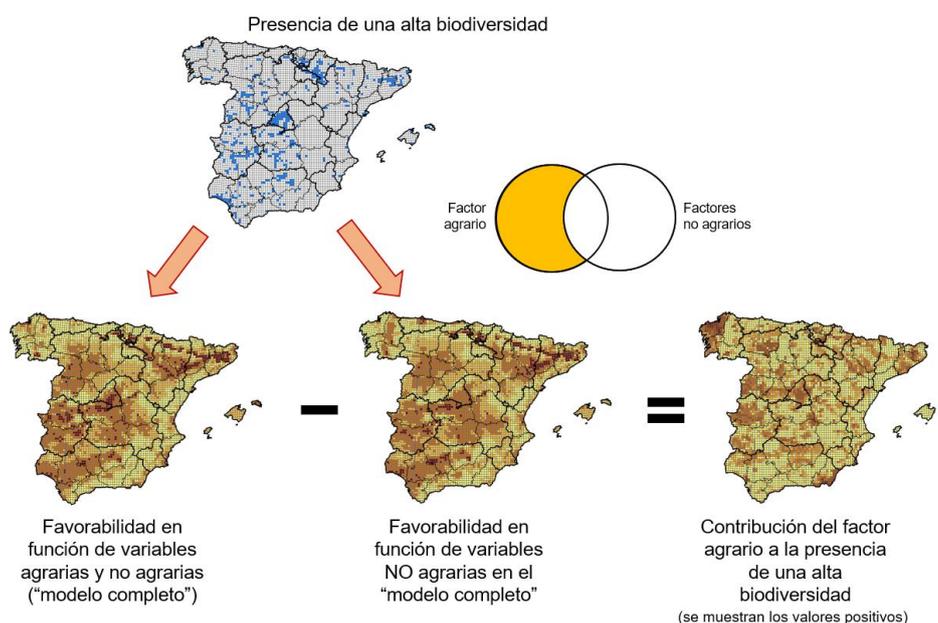


Figura 7 del Anexo 2. Cálculo de la contribución positiva del factor agrario a la existencia de una alta biodiversidad. Dicha contribución se detecta allí donde muestra valor positivo la diferencia entre la favorabilidad debida a factores agrarios y no agrarios, y la favorabilidad explicada por factores no agrarios. Esta estimación excluye la posible intersección entre la contribución de ambos factores, debido a la correlación parcial (o intersección) existente entre ellos. Por ello, el grado de contribución pura del factor agrario se entiende, aquí, como una estimación conservativa, con potencial de ser mayor.

Finalmente, se requiere que la resolución espacial de los mapas de AVN obtenidos sea mayor que la proporcionada por las cuadrículas de UTM de 10x10 km². Por ello, los modelos de favorabilidad necesarios para obtener el mapa de contribución positiva del factor agrario se han re-escalado a una resolución de 1x1 km² mediante la técnica de “downscaling directo” (Bombi y d’Amen 2012) (Fig. 8 del Anexo 2).

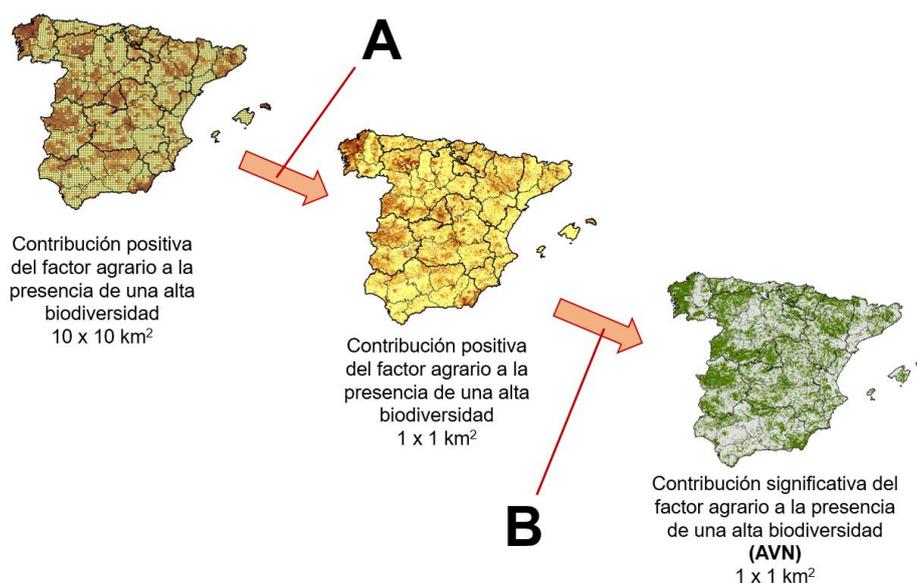


Figura 8 del Anexo 2. Definición final del mapa de AVN. **A:** Re-escalado de 10x10 km² a 1x1 km² (ecuaciones 3 y 4). **B:** Transformación binaria de la contribución positiva del factor agrario a la presencia de una alta biodiversidad.

El re-escalado de un modelo se ha realizado mediante la aplicación de las ecuaciones 3 y 4 obtenidas de la regresión logística (considerando, por tanto, las mismas variables y coeficientes que han entrado a formar parte de ella), pero utilizando valores relativos a una malla de cuadrículas con resolución espacial de 1x1 km². Esta operación se ha realizado con el modelo original o “completo”, basado tanto en factores agrarios como no agrarios, y también con el modelo sólo basado en factores no agrarios. El resultado de re-escalar ambos modelos se ha utilizado entonces para obtener, restando ambos, la contribución positiva del factor agrario a la presencia de una alta biodiversidad (tal como se explica más arriba y se ilustra en la Figura 7). Una vez obtenidos los valores de esta contribución, se ha aplicado una última transformación hacia un formato binario que representa, con el valor 1, las zonas donde la contribución pura del medio agrario es positiva, es decir, las zonas con AVN potencial; y con el valor 0, las zonas donde la contribución pura del medio agrario es nula negativa. (Fig. 8 del Anexo 2). De las zonas de AVN resultante se han eliminado, finalmente, aquellas cuadrículas de 1x1 km² en las que la superficie agraria cubre menos de un 1%.

1.f. Comparación con la cartografía de AVN desarrollada por distintas fuentes

Se han analizado el grado de coincidencia entre el mapa de AVN desarrollado en este estudio y los obtenidos por otras fuentes. Concretamente, se ha comparado con respecto a la propuesta publicada por la Agencia Europea de Medio Ambiente en 2008 (Paracchini et al. 2008). Para ello, considerando todo el territorio español a excepción del archipiélago canario (pues éste no está incluido en la propuesta europea de 2008), se ha calculado la proporción de las cuadrículas de 1x1 km² de cada municipio que han sido caracterizadas como de AVN por ambas fuentes. Ambas proporciones se han comparado entre sí utilizando el índice de correlación de Spearman (mediante IBM SPSS v.24). Los valores de AVN del estudio de la Agencia Europea en formato SIG se han

descargado de la página web de la propia Agencia: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/high-nature-value-farmland>.

Por otra parte, se han realizado comparaciones con respecto a los resultados propuestos por las comunidades autónomas de Navarra (Iragui y Astrain 2016) y Castilla-La Mancha (Quesada et al. 2021). Desafortunadamente, y a pesar de la disponibilidad de sus autores para compartir los datos en formato SIG, por tanto, susceptibles de análisis espacial, no se ha dispuesto de dichos datos con tiempo de ser procesados. Aun así, se ha procedido con ellos a un análisis comparativo visual.

2. Caracterización del AVN: Búsqueda de indicadores a través del Censo Agrario Municipal

El último Censo Agrario Municipal publicado en España es el correspondiente a 2009, y la información disponible a partir de éste hace referencia a indicadores sobre los sistemas agrarios utilizados en los distintos municipios españoles, entre ellos el tamaño de explotación, la utilización del terreno agrícola, los beneficios de la producción, la mano de obra utilizada, la irrigación, los tipos de cultivo, la producción ecológica, la presencia de vegetación seminatural, y las subvenciones concedidas. En este capítulo del estudio se ha caracterizado la presencia de un alto valor natural en relación con estos indicadores del Censo.

2.a. Aglomeración del AVN a escala municipal

El primer paso de este análisis ha sido la aglomeración del AVN, desde la resolución de $1 \times 1 \text{ km}^2$, a la resolución municipal. Ello ha dado lugar a dos valores de AVN por municipio, uno cuantitativo y otro cualitativo o binario (Fig. 9 del Anexo 2). El valor cuantitativo se ha definido como “AVN medio municipal”, y se ha obtenido tal como se describe en el apartado 1.f de este Anexo, es decir, se ha calculado la proporción de las cuadrículas de $1 \times 1 \text{ km}^2$ de cada municipio que han sido caracterizadas aquí como de AVN potencial. Por otra parte, el valor de “AVN binario municipal” califica cada municipio como de AVN predominante o no predominante, en función de si el AVN medio del municipio tiene o no un valor por encima del promedio del territorio estudiado. La caracterización del AVN con respecto al Censo Agrario se ha realizado varias veces, considerando en cada ocasión un contexto geográfico distinto. Esto es, se ha caracterizado el AVN a escala del territorio español, y también, por separado, a escalas eurosiberiana, mediterránea, e insular considerando cada archipiélago independientemente. Por esta razón, en cada ocasión se ha obtenido el AVN binario teniendo en cuenta el valor promedio de AVN relativo al territorio correspondiente.

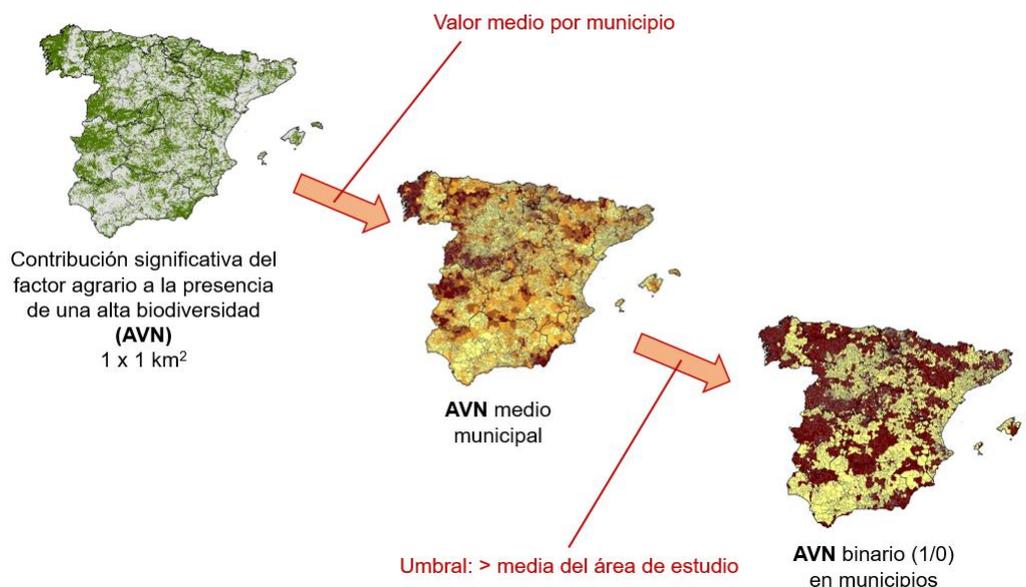


Figura 9 del Anexo 2. El AVN medio municipal se define como la proporción de las cuadrículas de 1x1 km² de cada municipio que han sido caracterizadas aquí como de AVN. El valor binario de AVN municipal señala si las cuadrículas de AVN predominan en un municipio, es decir, si el AVN medio municipal es superior al promedio dentro del contexto geográfico en que se realiza el análisis.

2.b. Identificación de relaciones entre AVN y sistemas agrarios

La lista de indicadores de sistemas agrarios obtenidos del Censo Agrario Municipal puede consultarse en el Anexo 4. Se ha analizado la relación entre AVN y estos indicadores mediante dos métodos, simultáneamente (en ambos casos, utilizando el software IBM SPSS v.24): el coeficiente de correlación de Spearman, entre el AVM medio municipal y cada uno de los indicadores del censo; y una regresión logística por pasos hacia adelante (véanse detalles en el apartado 1.d.3) utilizando el AVN binario municipal como variable dependiente, y los indicadores del censo como variables dependientes.

Se justifica el uso de dos métodos alternativos de caracterización debido al tipo de interpretación que puede darse a los resultados de ambos:

1. Correlación de Spearman:

- Correlación significa co-variación espacial entre la variable dependiente (AVN medio municipal) y las variables independientes (Censo Agrario Municipal).
- Correlación no necesariamente implica causalidad.
- La correlación es útil con fines descriptivos.

2. Regresión logística por pasos:

- La regresión logística genera un valor de probabilidad (de la presencia de un AVN binario positivo) en cada municipio.

- Si la caracterización es buena, se espera que la probabilidad obtenida correlacione con el AVN medio municipal.
- Cada variable “explica” lo que las otras variables de la ecuación no pueden explicar (se expresan, por tanto, relaciones parciales).
- La regresión por pasos limita la entrada de variables muy correlacionadas entre sí en la ecuación final (por lo que hay variables correlacionadas con el AVN medio que no entrarán pues ya están “representadas” por otras variables en la regresión).

ANEXO 3. FACTORES Y VARIABLES UTILIZADOS PARA CONSTRUIR MODELOS QUE DEFINEN EL GRADO EN QUE EL AMBIENTE, Y CONCRETAMENTE EL MEDIO AGRARIO, FAVORECE LA PRESENCIA DE UN ALTO VALOR NATURAL (AVN)

Se enumeran aquí las variables que se han utilizado para estimar el grado de favorabilidad ambiental para la presencia de un alto valor natural (AVN), según se describe en el Anexo 2, apartado 1.

Factor	Abrev.	Nombre de la variable (unidad) <small>fuerza de los datos</small>
Clima	T	Temperatura media anual (°C) ¹
	TJ	Temperatura media de julio (°C) ¹
	TE	Temperatura media de enero (°C) ¹
	RT	Rango anual de temperatura (°C) ¹
	P	Precipitación anual (mm) ¹
	IP	Irregularidad pluviométrica (coef. de variación de la precipitación) ¹
	ISS	Irradiación solar de superficie (W/m ²) ²
Topografía, hidrografía, superficie forestal	Alt	Altitud media (m) ³
	Pend	Pendiente media (°) ³
	Agua	% superficie de agua ⁴
	Sfor	% superficie forestal ⁵
	Sforarb	% superficie forestal arbolada ⁵
	Improd	% superficie improductiva ⁴
Humano no agrario	Dpob	Densidad de población (habitantes/km ²) ⁶
	Urban	% superficie urbana ⁴
	Disvial	Distancia a carreteras (km) ⁷
Agrario	Sagrar	% superficie agraria ⁴
	Sagric	% superficie agrícola ⁴
	Citricos	% superficie de cítricos ⁴
	Olivar	% superficie de olivar ⁴
	Frutales	% superficie de frutales ⁴
	Frutsec	% superficie de frutos secos ⁴
	Viñedos	% superficie de viñedo ⁴
	Mixto	% sup. de cultivos leñosos mixtos ⁴
	Arable	% superficie arable ⁴
	Huertas	% superficie de huertos ⁴
Past	% superficie de pastos ⁴	

(Continúa)

Agrario	Pastarbol	% superficie de pastizal arbolado ⁴
	Pastarbus	% superficie de pastizal arbustivo ⁴
	Dehesa	% sup. bosque adhesionado de quercíneas ⁵
	Prados	% superficie de prados ⁵
	Praset	% superficie de prados con setos ⁵
	Mosarb	% superficie de mosaicos agrarios arbolados ⁵
	Mosdes	% superficie de mosaicos agrarios desarbolados ⁵
	Culadis	% superficie de cultivos con árboles dispersos ⁵
	Heteragr	Heterogeneidad agraria ⁸

¹ Atlas Climático Digital de la Península Ibérica (Ninyerola et al. 2005)

² Atlas de Radiación Solar en España (Sancho et al. 2012)

³ GTOPO30 (US Geological Survey 1996)

⁴ SIGPAC, cartografía del año 2020

⁵ Mapa Forestal de España (MFE50) y Mapa Forestal de España de Máxima Actualidad con fecha de junio de 2020

⁶ Administrative Centres & Populated Places shapefile at the Relational World Database II (RWDB2) (<http://www.fao.org/geonetwork>)

⁷ Atlas Nacional de España (ANE) v.2.9, actualizada en 2020

⁸ Nº de manchas homogéneas (es decir, contiguas y del mismo uso) en SIGPAC, dividido por la superficie agraria, también según SIGPAC

ANEXO 4. INDICADORES DE SISTEMAS AGRARIOS DERIVADOS DEL CENSO AGRARIO MUNICIPAL DE 2009

Se enumeran aquí los indicadores obtenidos del Censo Agrario Municipal de 2009 que se han utilizado para caracterizar la predominancia de sistemas de alto valor natural (AVN), según se describe en el Anexo 2, apartado 2.

Indicadores	Unidades
Superficie o volumen de explotación	
Superficie por explotación (ST)	Hectáreas
Superficie agrícola utilizada por explotación (SAU)	Hectáreas
Proporción de superficie agrícola utilizada	SAU / ST
Unidades ganaderas (UGT) por superficie	UGT / ST
Unidades ganaderas (UGT) por superficie utilizada	UGT / SAU
Mano de obra	
Unidades de trabajo anuales por explotación	UTA
Unidades de trabajo anuales por superficie	UTA / ST
Unidades de trabajo anuales por unidad ganadera	UTA / SAU
Unidades de trabajo familiares anuales por explotación	UTA familiares
Beneficios (producción)	
Producción en euros por explotación	€
Irrigación	
Superficie regada en campaña*	% de SAU
Producción ecológica	
Proporción de agricultura ecológica	% de explotaciones
Proporción de ganadería ecológica	% de explotaciones
Vegetación no agrícola	
Pastos utilizados por superficie total	% de ST
Pastos utilizados por superficie utilizada	% de SAU
Vegetación espontánea	% de ST
Superficie de vegetación arbórea no usada para pastos	% de ST
Tierras cultivables no utilizadas en la campaña	% de ST
Baldíos	% de ST
Barbechos	% de SAU
Pastos no utilizados con ayudas de secano	% de SAU
Subvenciones	
Ayudas Natura 2000	% de explotaciones
Ayudas asociadas al Marco del Agua	% de explotaciones
Ayudas a la agricultura ecológica	% de explotaciones
Ayudas agroambientales diferentes de las derivadas de Natura 2000, del Marco del Agua, o de la agricultura ecológica	% de explotaciones

ANEXO 5. VARIABLES AMBIENTALES QUE HAN ENTRADO A FORMAR PARTE DEL MODELO DE FAVORABILIDAD PARA LA PRESENCIA DE UNA ALTA BIODIVERSIDAD AGRARIA

Se muestran aquí las variables ambientales que, combinadas mediante una regresión logística por pasos, han entrado a formar parte de los modelos de favorabilidad para la presencia de una alta biodiversidad agraria (véase el Anexo 2, apartado 1). Estos modelos son la base del mapa de favorabilidad que se representa en la Figura 4 del informe, es decir, sólo se incluyen aquí las variables relacionadas con los modelos finalmente seleccionados para construir el mapa de AVN. Se indica el coeficiente de la variable en la ecuación logística, su importancia relativa mediante el parámetro de Wald, y su significación en relación con este parámetro.

Modelo de favorabilidad para la región ibérica mediterránea

Variable (abreviaturas como en el Anexo 3)	Coeficiente	Wald	P
Sagric	-1,765	25,229	<0,01
Frutsec	-10,263	10,564	<0,01
Viñedos	1,445	4,658	<0,05
Pastarbus	-0,571	1,231	0,27
Mosarb	-20,687	2,577	<0,2
Heteragr	-0,004	3,336	0,7
T	-2,624	27,500	<0,01
TJ	+1,679	36,726	<0,01
TE	+0,812	10,776	<0,01
P	-0,003	18,881	<0,01
CVP	+0,039	15,854	<0,01
ISS	+0,473	9,378	<0,01
Alt	-0,005	56,919	<0,01
Pend	-0,186	20,438	<0,01
Sforarb	-1,685	21,349	<0,01
Disvial	-0,0003	10,973	<0,01
Agua	+6,332	23,954	<0,01
Constante	+2,208	2,209	<0,14

Modelo de favorabilidad para la región ibérica eurosiberiana

Variable (abreviaturas como en el Anexo 3)	Coficiente	Wald	P
Frutsec	-47,901	3,139	0,08
Arable	+5,163	9,493	<0,01
Huertas	+251,553	3,065	0,08
Pastarbol	-0,932	0,371	0,54
Past	-5,117	5,473	<0,05
Prados	-7,884	13,367	<0,01
P	-0,003	10,431	<0,01
IP	-0,079	8,578	<0,01
Pend	-0,248	19,972	<0,01
Constante	+5,307	20,414	0,14

Modelo de favorabilidad para el archipiélago balear

Variable (abreviaturas como en el Anexo 3)	Coficiente	Wald	P
Arable	+2,618	1,128	0,29
Mosarb	+25,164	6,714	<0,05
Sfor	-4,486	4,665	<0,05
Constante	-0,225	0,031	0,86

Modelo de favorabilidad para el archipiélago canario

Variable (abreviaturas como en el Anexo 3)	Coficiente	Wald	P
Arable	5,603	7,445	<0,01
Past	28,502	2,447	0,12
Sagrar	3,827	7,473	<0,01
Sforarb	3,113	7,350	<0,01
Constante	-5,014	17,151	<0,01

ANEXO 6. BIBLIOGRAFÍA CITADA EN LOS ANEXOS TÉCNICOS

- Acevedo P, Real R (2012) Favourability: concept, distinctive characteristics and potential usefulness. *Naturwissenschaften* 99: 515-522.
- Aliaga-Samanez A, Cobos-Mayo M, Real R, Segura M, Romero D, Fa JE, Olivero J (2021) Worldwide dynamic biogeography of zoonotic and anthroponotic dengue. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 15: e0009496.
- Austin MP, Margules CR (1986) Assessing representativeness. En: Usher MB (ed.) *Wildlife conservation evaluation*. Chapman and Hall Ltd, Londres.
- Bombi P, d'Amen M (2012). Scaling down distribution maps from atlas data: a test of different approaches with virtual species. *Journal of Biogeography* 39: 640-651
- De la Concha I, Hernáez C, Pinilla J, Ripoll I (2007) *Medidas beneficiosas para las aves ligadas a medios agrícolas. Sugerencias para su diseño y aplicación en Natura 2000, en el marco de la programación de desarrollo rural 2007-2013*. SEO, BirdLife. Madrid
- Fielding AH, Bell JF (1997) A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation* 24: 38-49.
- Hosmer DW, Lemeshow (2000) *Applied logistic regression*. John Wiley & Sons Inc, New York.
- Iragui U, Astrain C (2016) *Sistemas agrarios de Alto Valor Natural en Navarra. Monitorización 2008-2013*. Gestión Ambiental de Navarra SA - Gobierno de Navarra.
- Lobo JM, Jiménez-valverde A, Real R (2008) AUC: A misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Global Ecology and Biogeography* 17: 145-151.
- López Fernández ML, Piñas S, López MS (2008) Macrobioclimas, bioclimas y variantes bioclimáticas de la España peninsular y balear, y su cartografía. *Publicación de Biología, Universidad de Navarra, Serie Botánica* 17: 229-236.
- Márquez AL, Real R, Olivero J, Estrada A (2011) Combining climate with other influential factors for modelling the impact of climate change on species distribution. *Climatic Change* 108: 135-157.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020) *Inventario Español de Especies Terrestres*. <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-especies-terrestres/default.aspx> (consultado en noviembre de 2020).
- Ninyerola M, Pons X, Roure JM. (2005) *Atlas Climático Digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica*. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra.

- Olivero J, Fa JE, Farfán MA, Márquez AL, Real R, Juste FJ, Leendertz SA, Nasi R (2019) Human activities link fruit bat presence to Ebola virus disease outbreaks. *Mammal Review* 50: 1-10.
- Olivero J, Toxopeus AG, Skidmore AK, Real R (2016) Testing the efficacy of downscaling in species distribution modelling: A comparison between MaxEnt and Favourability Function models. *Animal Biodiversity and Conservation* 39: 99-114.
- Paracchini MA, Petersen J-E, Hoogeveen Y, Bamps C, Burfield I, van Swaay C (2008) *High nature value farmland in Europe. An estimate of the distribution patterns on the basis of land cover and biodiversity data*. JRC Scientific and Technical Reports, European Commission.
- Quesada J, De Esteban J., Aranda A. (2021) *Sistemas de Alto Valor Natural en Castilla-La Mancha. Síntesis metodológica y principales resultados*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- Real R, Barbosa AM, Rodríguez A, García FJ, Vargas JM, Palomo LJ, Delibes M (2009) Conservation biogeography of ecologically interacting species: the case of the Iberian lynx and the European rabbit. *Diversity and Distributions* 15: 390-400.
- Real R, Barbosa AM, Vargas JM (2006). Obtaining environmental favourability functions from logistic regression. *Environmental and Ecological Statistics* 13: 237-245.
- Sancho JM, Riesco J, Jiménez C, Sánchez MC, Montero J, López M (2012) *Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente – AEMET.
- US Geological Survey (1996). *GTOPO30. Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC)*. EROS Data Center.

