



# **CAMBIOS AMBIENTALES Y ENFERMEDADES EMERGENTES EN LA ESPAÑA PENINSULAR Y BALEAR**

---

*“Environmental change and emerging diseases in mainland Spain and the Balearic Islands”*

Grado en Geografía y Ordenación del Territorio

Autor: Rubén Gómez Solórzano

Director: Pablo Fernández de Arróyabe

Curso 2014-2015 / 15 de diciembre de 2014

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN Y PALABRAS CLAVE</b>	<b>4</b>
<b>BLOQUE I: INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
1.1. Introducción, objetivos y justificación	5
1.2. Marco institucional	6
1.3. Fuentes consultadas y metodología	7
1.3. Caracterización del área de estudio	9
1.3.1. Caracterización climática	9
1.3.2. Caracterización demográfica y económica	12
<b>BLOQUE II: EFECTOS DE LOS CAMBIOS AMBIENTALES</b>	<b>16</b>
<b>2.1. Cambio climático e impactos en salud</b>	<b>16</b>
2.1.1. Efectos de la temperatura	17
2.1.2. Efectos de la pluviosidad	18
2.1.3. Olas de calor	20
2.1.4. Distribución geográfica de los impactos	21
<b>2.2. Los sistemas hidrológicos y reservas de agua dulce</b>	<b>22</b>
2.2.1. Agente etiológicos y enfermedades asociadas	23
2.2.2. Distribución temporal	24
2.2.3. Distribución espacial	25
<b>2.3. Desertificación de los suelos y los sistemas agrarios</b>	<b>25</b>
2.3.1. Desertificación de los suelos	26
2.3.1.1. Factores ecológicos de degradación	26
2.3.1.2. Factores humanos de degradación	26
2.3.2. Sistemas agrarios	28
2.3.2.1. Sistemas agroalimentarios	28
2.3.2.2. Sistemas ganaderos	29
<b>2.4. Efectos de la radiación ultravioleta</b>	<b>29</b>
2.4.1. Distribución temporal del impacto	30
2.4.2. Distribución geográfica del impacto	31
2.4.3. Consecuencias del impacto	32
<b>2.5. Pérdida de biodiversidad</b>	<b>33</b>
2.5.1. Impactos en ecosistemas	34
2.5.1.1. Ecosistemas terrestres	34

2.5.1.2. Ecosistemas acuáticos continentales	35
2.5.2. Impactos en las especies	36
2.5.2.1. Biodiversidad vegetal	36
2.5.2.2. Biodiversidad animal	36
<b>BLOQUE III: ESTUDIO DE CASOS, EJEMPLOS DE ENFERMEDADES</b>	<b>37</b>
<b>3.1. Virus del dengue</b>	<b>37</b>
3.1.1. Factores de distribución y posible localización	38
3.1.2. Factores sociodemográficos y cuadro clínico	40
<b>3.2. Virus de la lengua azul</b>	<b>42</b>
3.2.1. Factores de distribución del “ <i>Culicoides imicola</i> ”	42
3.2.2. Factores de distribución espacial	44
3.2.3. Cuadro cínico y consecuencias	45
<b>3.3. Enfermedad de la tristeza de los cítricos</b>	<b>46</b>
3.3.1. Factores de distribución del vector y síntomas en los cítricos	46
3.3.2. Impactos económicos y ecológicos	47
<b>BLOQUE IV: CONCLUSIONES</b>	<b>48</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y CUADROS</b>	<b>50</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	<b>51</b>
<b>BLOQUE V: FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>53</b>

## RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

**RESUMEN:** Los cambios ambientales regionalizados, entre ellos el cambio climático, y sus consecuencias más próximas tales como los efectos de la radiación ultravioleta, las variaciones en los sistemas hidrológicos, degradación edáfica y presiones en los sistemas de alimentación y pérdida de biodiversidad suponen un problema reciente al que hay que añadir las enfermedades emergentes y re emergentes desplazadas por los mismos. Dichos cambios no afectan de igual manera a todo el sistema ecológico mundial y sus impactos difieren mucho de las zonas bioclimáticas en las que nos encontremos, siendo el territorio español una zona de alta vulnerabilidad y con una resiliencia natural a estos cambios discutible. Debido a su posición y características climáticas singulares, España se encuentra en una zona de riesgo en la que pueden aparecer enfermedades propias de otras latitudes o biomas nunca vistas antes relativas a seres humanos, animales o especies vegetales. Es por ello que en el presente documento se trata de analizar los riesgos, impactos y vulnerabilidades que los cambios ambientales, pueden tener en un contexto regionalizado como la Península Ibérica y las Islas Baleares teniendo en cuenta los factores ecológicos, sociales y económicos de su Geografía.

**PALABRAS CLAVE:** Cambios ambientales, enfermedades emergentes, vulnerabilidad, zona de riesgo.

---

**ABSTRACT:** Climate change, regionalized environmental changes and their closest consequences, such as UV radiation effects, hydrological systems variations, soil degradation, pressure on feeding systems and biodiversity loss, pose a recent problem, to which it's necessary to add emerging and re-emerging diseases moved by the said. These changes don't affect equally to the whole earth ecological system, and their impacts highly differ according to the bioclimatic area we are in, being the Spanish territory a quite vulnerable area, with a questionable natural resilience. Due to its position and particular climatic characteristics, Spain finds itself in a risk zone, in which illnesses usually typical of other latitudes and that have never been seen before here can appear. This can affect to the human being as well as to vegetal and animal species. In view of the above, this document tries to analyze the migration of diseases in relation to environmental changes. Moreover, it explains the possible risks, impacts and weaknesses generated by these changes, in a regional context, taking into account the ecological, social and economic factors studied by Geography.

**KEYWORDS:** Environmental changes, emerging diseases, vulnerability, risk zone.

## BLOQUE I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

Son numerosas las evidencias de los cambios ambientales globales en diferentes regiones del mundo. Es por ello que el objetivo principal de este documento académico es el estudio y análisis regionalizado de esta problemática de carácter reciente en la que intervienen factores de diferente índole y que han sido cuantificados por la acción antrópica desde su aparición pero cuyos efectos dañinos se han multiplicado desde el siglo XIX. Es un hecho probado que los cambios ambientales que afectan a nuestro planeta se encuentran interrelacionados entre sí afectando a la salud de los seres vivos de diferentes maneras (Figura 1.1.).

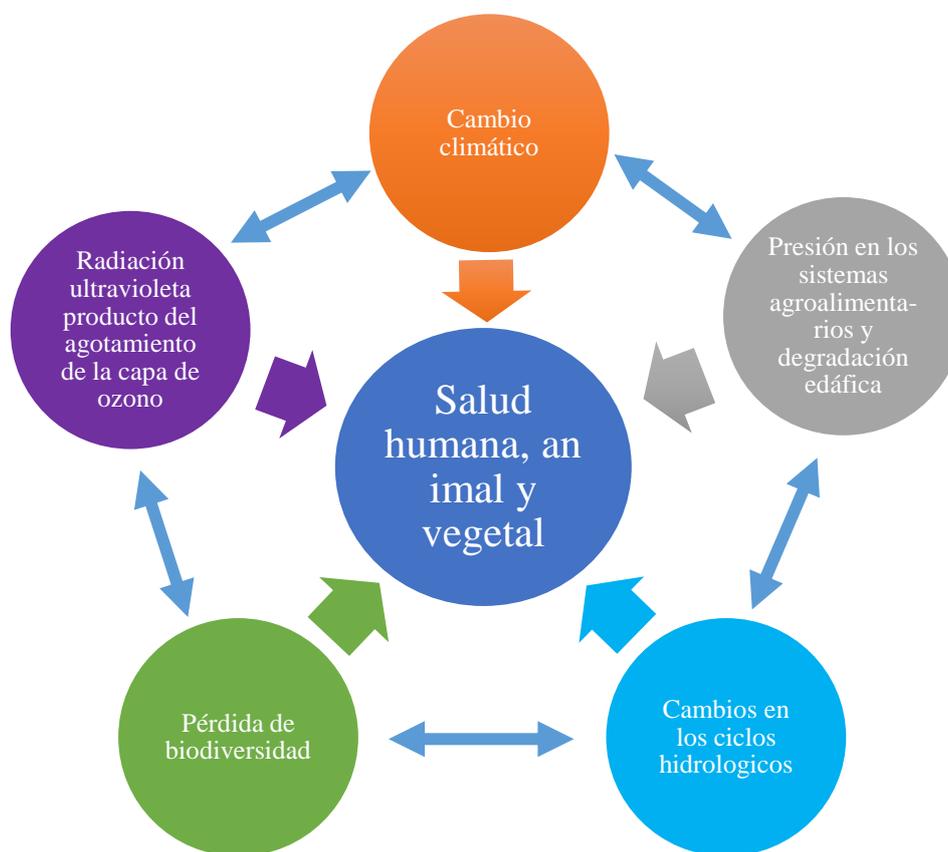


Figura 1.1.: Cambios ambientales e interrelación con la salud de los seres vivos. Fuente: Elaboración propia

Dichos cambios afectan directamente a las poblaciones mundiales de manera negativa y con efectos e impactos distintos dependiendo de la zona en la que nos encontremos. Para abordar dicho problema de manera integradora y exhaustiva, se propone un estudio orientado al análisis de un área desde una perspectiva regional además de tratar el tema de manera

transversal a diferentes disciplinas geográficas. Es por ello que no sólo hay que tener en cuenta los aspectos del cambio ambiental global dentro del estudio, sino que hace falta integrar aspectos sociales, económicos, culturales y ecológicos para tratar el tema de forma íntegra.

Los expertos consideran dicho área como una zona muy vulnerable a los cambios ambientales en la que son susceptibles de aparición enfermedades provenientes de otras latitudes y la reaparición de enfermedades ya erradicadas. El motivo por el que se ha excluido de este trabajo el archipiélago canario es debido a que se encuentra en una latitud distinta ,con condiciones climáticas y biogeográficas muy diferentes, en la que los ecosistemas se encuentran mucho más homogéneos que en el caso del área de estudio seleccionada. El área de estudio, es un área bien conocida por el autor ya que sus estudios de grado se han basado, principalmente, en la elaboración de documentos geográficos sobre dicho área.

## 1.2. MARCO INSTITUCIONAL

Existen numerosos proyectos mundiales a la hora de cuantificar los efectos de los cambios ambientales globales pero, sin duda, uno de los más recientes es el proyecto “Future Earth” elaborado por la “European Alliance of global change research committees”. Dicho proyecto se trata de una plataforma global de colaboración científica internacional y multidisciplinar que discretiza las iniciativas relacionadas con el Cambio Ambiental Global y que interrelaciona actividades de comités científicos de cierto renombre como DIVERSITAS, el programa internacional Geosfera-Biosfera (IGBP) y el programa internacional de Dimensiones Humanas del Cambio Global (IHDP). Éste último incluye actividades e informes del programa mundial de investigación del Clima (WCRP). Este proyecto está promovido por organizaciones mundiales tales como el Consejo Internacional de Ciencia (ICSU), la Organización de Naciones Unidas de Educación, Ciencia y Cultura (UNESCO) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP). Entre los objetivos que tiene este proyecto destaca el poder generar y difundir conocimiento científico para asesor políticas y actitudes que puedan acelerar la transformación de nuestra sociedad hacia un mundo sostenible.

Por otro lado, este proyecto, como se menciona anteriormente, se encuentra sustentado por la “European Alliance” cuyo objetivo es construir una red activa de comités nacionales

que posean la capacidad de llevar a cabo las herramientas propuestas en el proyecto “Future Earth” ya que los cambios ambientales globales, a pesar de tener un carácter planetario, pueden verse solucionados con medidas e intervenciones locales. El estudio multidisciplinar y el conocimiento de diversos científicos abarcando diversas entidades locales puede ser muy beneficioso a la hora de elaborar políticas medio ambientales adecuadas a la hora de afrontar las consecuencias de los cambios ambientales globales.

### 1.3. FUENTES CONSULTADAS Y METODOLOGÍA

Para abordar el tema de manera transversal se han consultado numerosas fuentes monográficas y documentales de autores, años y países diferentes y de distintas disciplinas y ramas científicas como la Geografía, Biología, Ecología, Medicina, etc... Además se han consultado numerosos organismos oficiales que tratan el tema en gran profundidad tales como la Agencia Estatal de Meteorología, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC en inglés), Organización Mundial de la Salud (OMS), de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO en inglés) así como de numerosos artículos oficiales en línea del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad del Gobierno de España. Para la elaboración de cartografía se han utilizado diversas páginas web oficiales de consulta y descarga como el Centro Nacional de descargas del Instituto Geográfico Nacional y páginas de descarga de infraestructuras de datos espaciales, como la oficial española proporcionada por el Ministerio de Fomento: Infraestructuras de Datos Espaciales de España.

En cuanto a la metodología, destacar que la composición del trabajo presenta unas características similares en cuanto a la estructura a seguir en cada bloque. En primer lugar se ha de elaborar una presentación características del área de estudio teniendo en cuenta los aspectos principales que aborda la Geografía por lo que se realiza una caracterización basada en aspectos locacionales; abordando en dónde se enmarca el ámbito de estudio a nivel global; climáticos ya que, al abordar un tema tan relevante como son los cambios ambientales, entender las características climáticas del área de estudio son primordiales a la hora de establecer los susceptibles cambios delimitados dentro del estudio. A posteriori, una caracterización demográfica y económica será muy importante para valorar la incidencia que pueden tener las enfermedades emergentes o re emergentes en la salud humana, vegetal y animal.

El siguiente bloque enmarcaría las principales consecuencias y evidencias de los principales cambios ambientales globales dentro del área de estudio descrita en el bloque anterior. En primer lugar se describe el cambio climático como principal causante de los cambios en el ambiente que está sufriendo el planeta. En este apartado se describen los cambios en la temperatura, pluviosidad, eventos extremos y zonas más vulnerables que nuestro país sufre o va a sufrir en los años venideros. Es muy importante comprender dicho apartado para poder interrelacionar el resto de cambios ambientales entre sí. El siguiente apartado nombraría los cambios en los ciclos hidrológicos, haciendo especial hincapié en los principales contaminantes del medio acuático y su interrelación con las enfermedades infecciosas de carácter hídrico. El siguiente apartado relacionaría los dos anteriores pero hace más incidencia en las relaciones de dicho cambio ambiental con las enfermedades animales y vegetales además de incidir en la economía española perjudicialmente. El cuarto apartado de este bloque se encontraría más aislado respecto a la interrelación de los cambios ambientales ya que los efectos de la radiación ultravioleta se intensifican únicamente por las consecuencias derivadas del cambio climático. Pero, de igual manera que en los apartados anteriores, su estudio es de gran relevancia respecto a enfermedades emergentes derivadas de la radiación ultravioleta. Finalmente, para terminar este bloque, se realiza un estudio de cómo estos cambios afectan a la biodiversidad y ambientes dominantes en el área de estudio citando ejemplos claros en ambientes y especies amenazadas.

El tercer bloque presenta un estudio de casos en el que se muestran tres tipos de enfermedades emergentes o re emergentes que afectan o afectarán al área de estudio en un futuro no muy lejano. En cada apartado se describe un tipo diferente de afección a cada ser vivo, es decir, se presenta una enfermedad humana como es el caso del dengue en el apartado uno, una infección animal en el apartado dos como es el virus de lengua azul y una enfermedad de carácter vegetal como es el caso del apartado tres. Este bloque sigue la misma estructura que en cada caso, presentando la situación actual, la distribución y descripción del vector que provoca la transmisión, una distribución de la enfermedad en el área de estudio y el cuadro clínico correspondiente. Un cuarto bloque correspondería a una conclusión y exposición de los resultados obtenidos a partir de los bloques anteriores además de dar una visión personal del problema expuesto en este proyecto. Además, se incluye un índice de figuras para resumir y localizar los elementos gráficos que se encuentran en el documento además de incluirse un glosario de términos para hacer más fácil la búsqueda de términos de difícil comprensión a lo largo del texto.

## 1.4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio que es objeto de estudio del presente Trabajo Fin de Grado comprende los límites administrativos peninsulares españoles así como las Islas Baleares. La España peninsular se ubica al sur del continente europeo limitando con Portugal al oeste, al norte con el océano Atlántico, al este con el mar Mediterráneo y al sur con el continente africano (Figura 1.2.).

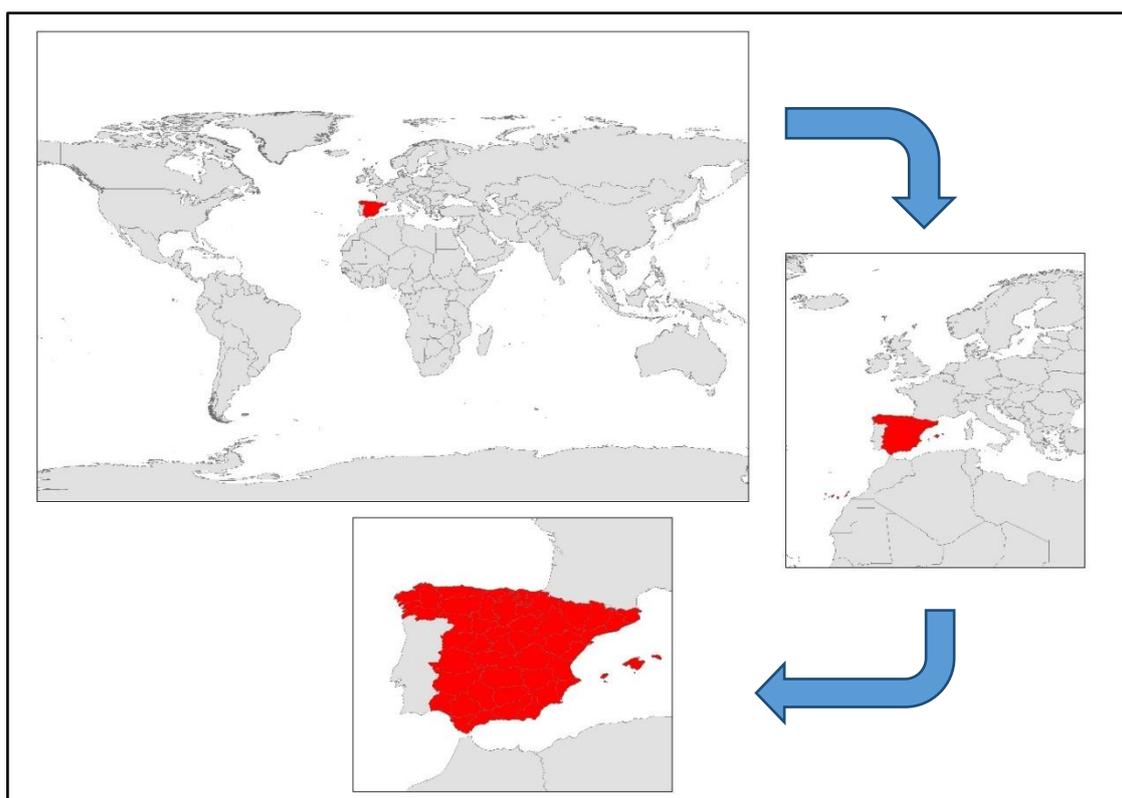


Figura 1.2.: Caracterización del área de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de [www.GeoFabrik.de](http://www.GeoFabrik.de).

### 1.4.1. Caracterización climática:

El área de estudio tiene una superficie de 497.167 Km<sup>2</sup> y se enmarca dentro de una zona templada con una gran variedad de factores climáticos que hacen que posea una fauna y flora endémica y diversa pero con un gran inconveniente: es una zona muy susceptible a los cambios ambientales a los que se está viendo sometido el planeta en los últimos siglos. Con el objetivo de analizar posteriormente las vulnerabilidades y riesgos que comprenden los cambios ambientales hace falta clasificar el territorio español en zonas climáticas según la clasificación establecida por Köppen-Geiger (Figura 1.3.) regionalizada para la Península Ibérica e Islas Baleares. Junto a esta caracterización se presenta información relacionada con

la biodiversidad de cada área climática que será tomada en cuenta para su posterior análisis y discusión.

La clasificación de Köppen data de principios del siglo XX y fue revisada por Geiger a mediados de dicho siglo. Es una de las clasificaciones más utilizadas a la hora de realizar estudios climatológicos y utiliza los valores medios mensuales de temperatura y precipitación para elaborar su clasificación. Para delimitar los distintos tipos de climas se han establecido intervalos de temperatura y precipitación basados en su influencia sobre la distribución de la vegetación y actividades humanas aplicando técnicas de álgebra de mapas a los campos medios mensuales de temperatura y precipitación de datos previos de la Agencia Estatal de Meteorología. De acuerdo a este método se establecerían los siguientes tipos de áreas climáticas en España según orden alfabético:

#### Climas del tipo B – Climas secos:

Köppen estableció tres tipos de intervalos para delimitar los climas áridos teniendo en cuenta el régimen de precipitación anual. En España sólo se observan dos casos y se distinguen como dos tipos de subtipos con características similares: el subtipo *BS*; estepa: localizado en pequeñas áreas del sureste peninsular, en las provincias de Alicante, Almería y Murcia; y el subtipo *BW*; desierto: extendido ampliamente por el sureste peninsular, el Valle del Ebro y en menor extensión en la meseta sur, Extremadura e Islas Baleares.

#### Climas del tipo C – Climas templados:

En este tipo de climas la temperatura del mes más frío se encuentra comprendida entre los 0 y 18°C distinguiéndose tres subtipos apareciendo solo dos de ellos en España: período muy seco en verano (*Cs*) e inexistencia de estación seca (*Cf*). Se debe tratar una tercera variante a la hora de clasificar los subtipos conforme si el verano es caluroso; la temperatura media del mes más cálido es mayor de 22°C; se califica con la letra “a”; templado; con temperaturas medias menores o iguales a 22°C y con cuatro meses o más con temperatura media superior a 10°C calificado con la letra “b” o frío; temperatura media del mes más cálido menor o igual a 22°C y con menos de cuatro meses con temperatura media superior a 10°C, letra “c”.

Con estas nuevas variantes se puede clasificar de manera más detallada los subtipos de climas templados que se localizan en España: *CSa* (subtipo de clima templado con verano seco y caluroso), es el subtipo más extenso a lo largo del territorio nacional ocupando más del 40% de superficie total y que se localiza por la mayor parte de la mitad sur y de las regiones costeras mediterráneas a excepción de las áreas definidas por el tipo “*B*” y sus subtipos. El subtipo *CSb* (calificado como clima templado con verano seco y bastante suave) que abarca gran parte del noroeste peninsular, ciertas áreas montañosas del interior peninsular. Otro subtipo es el *CFa* (subtipo de clima templado sin estación seca con veranos muy calurosos) localizado al noreste peninsular en una franja de altitud media entre los Pirineos y el Sistema Ibérico. Finalmente el subtipo *CFb* (templado sin estación seca con veranos suaves) que se extiende a lo largo de toda la región cantábrica, en el Sistema Ibérico, parte de la submeseta norte y una gran parte de los Pirineos exceptuando las zonas de mayor altitud.

#### Climas del tipo D – Climas fríos:

En este tipo de climas la temperatura media del mes más frío es inferior a 0°C y la temperatura media del mes más cálido es superior a los 10°C considerando intervalos homogéneos que al tipo de climas C y distinguiéndose los siguientes subtipos: tipos *DSb* (clima frío con verano seco y suave) y *DSc* (subtipo frío con verano seco pero fresco) localizados en pequeñas áreas de gran altura en la Cordillera Cantábrica, Sistema Ibérico, Sistema Central y Sierra Nevada. Los subtipos *DFb* (clima frío sin estación seca y veranos suaves) y *DFc* (frío sin estación seca con veranos frescos) que abarcan en las zonas de alta montaña de los Pirineos, en las zonas más altas de la Cordillera Cantábrica y del Sistema Ibérico).

#### Climas del tipo E – Climas Polares:

Los climas del tipo polar tienen una temperatura media del mes más cálido inferior a 0°C definiendo Köppen-Geiger dos tipos de subtipos en el que sólo se localiza el subtipo ET en España: subtipo en el que la temperatura del mes más cálido supera ligeramente los 0°C y que se localiza en los Pirineos Centrales, en las altitudes más altas (más de 3000 metros).

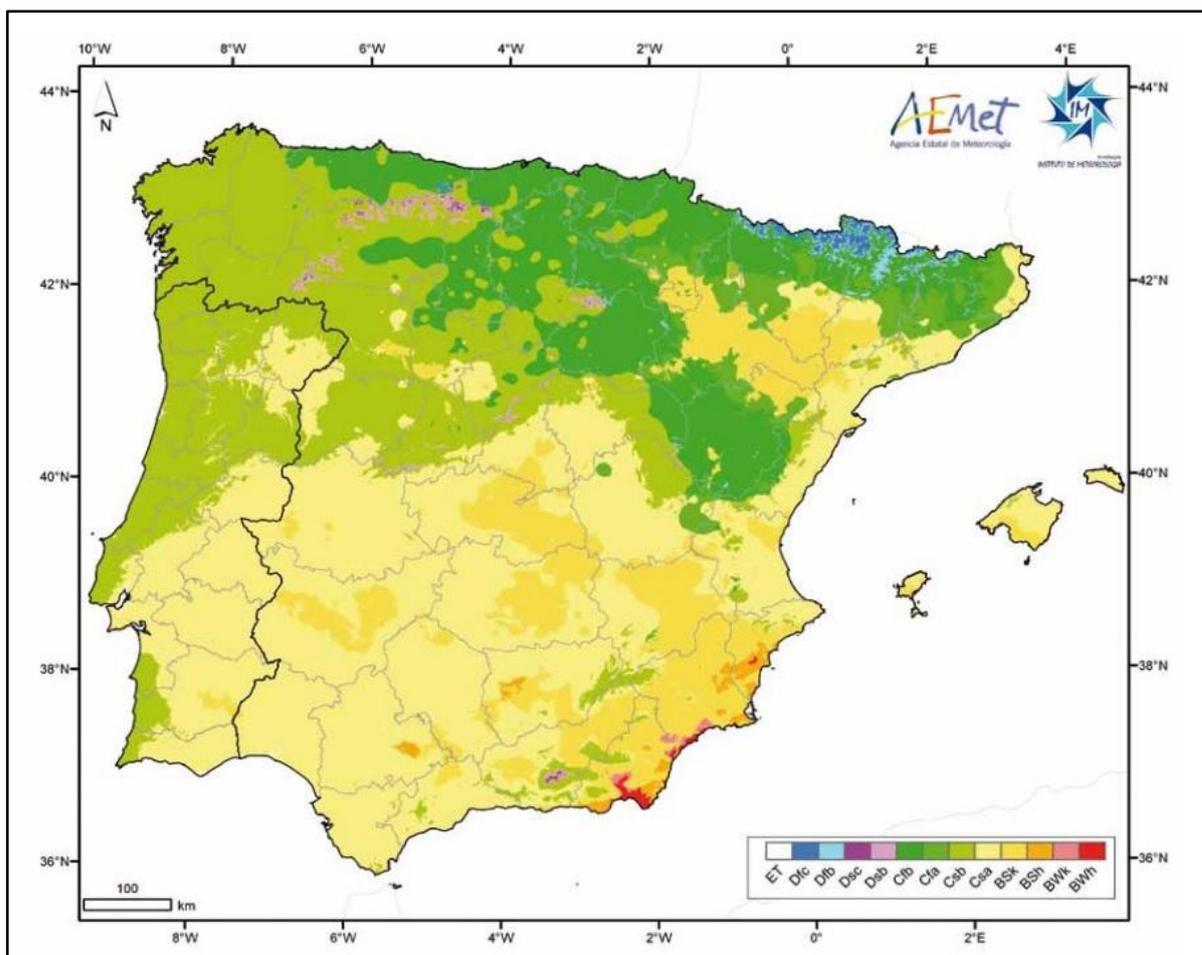


Figura 1.3.: Caracterización climática de la Península Ibérica e Islas Baleares según Köppen-Geiger. Fuente: Departamento de Producción de la Agencia Estatal de Meteorología de España y Portugal (2011): *Atlas Climático Ibérico*.

### **1.4.2. Caracterización demográfica y económica.**

España presenta las características propias de un país totalmente industrializado y desarrollado con un alto índice de desarrollo humano (0,869 puntos) que le sitúa en el puesto 27 mundial a efectos de calidad de vida. Esto se traduce en un ritmo de vida y producción muy por encima de las capacidades de respuesta de los distintos ecosistemas. Demográficamente, es el quinto país más poblado de la Unión Europea y goza de uno de los mejores sistemas sanitarios del mundo reflejándolo así su esperanza de vida (82,38 años de media en el año 2012). Su organización territorial se basa en Comunidades Autónomas con indicadores demográficos (Gráfico 1.1.), grupos de edad y sexo muy diferentes entre ellas. Los principales datos demográficos que tienen relevancia dentro de este proyecto son los siguientes: Población total de 44.843.245 hab. que se distribuye en 50,81% mujeres frente al 49,18% de hombres siendo el 14,3% de dicha población total menor de 15 años, el 69,0% tenía entre 15 y 64 años y el 16,7% de la población tenía 65 años o más.

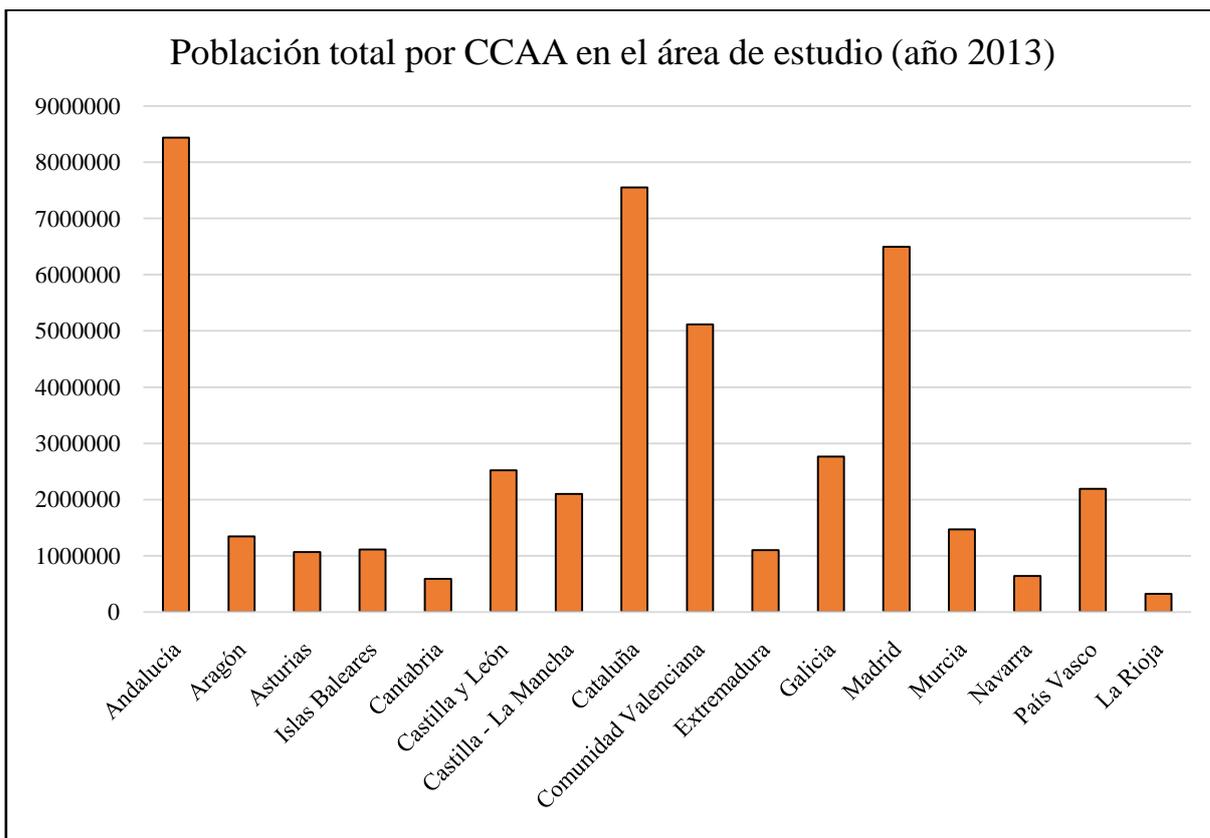


Gráfico 1.1.: Población total distribuida por CCAA en el área de estudio, año 2013. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE

La pirámide de población se ajusta a un país desarrollado con un índice de envejecimiento muy alto (109,5 mayores de 65 años sobre adultos y jóvenes) y con tasas de natalidad bajas (9,1 nacidos por mil habitantes). Las proyecciones demográficas auguran una población española futura muy envejecida en la que la población joven no podrá sustentar; si el ritmo económico es como el actual; a la población adulta-vieja por lo que se generarán graves desequilibrios demográficos (Gráfico 1.2.).

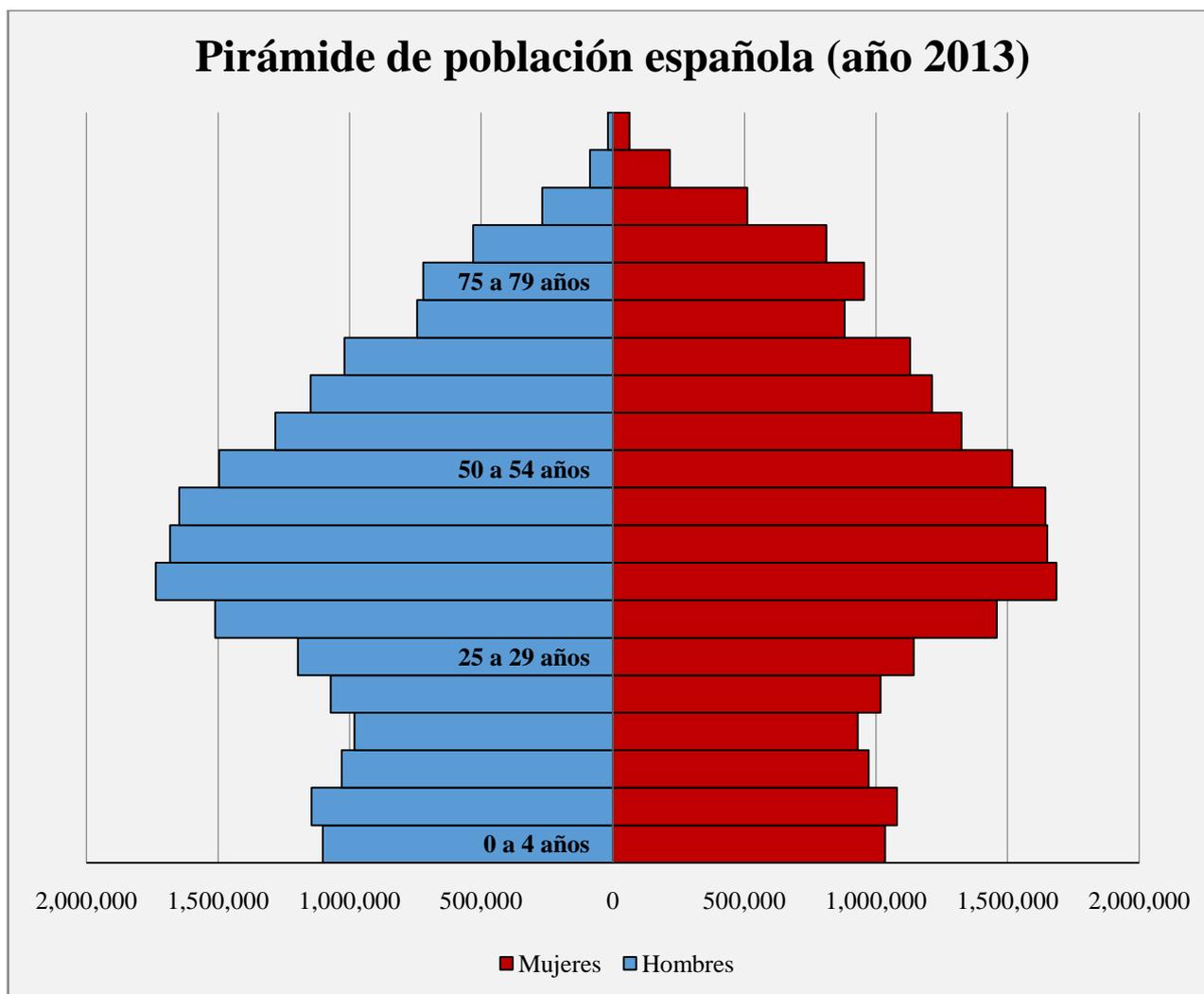


Gráfico 1.2.: Pirámide de población en el área de estudio, año 2013. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE

La distribución espacial de la población española se traduce en una densidad de 92 h/km<sup>2</sup>, pero este dato esconde fuertes desequilibrios espaciales, existiendo lugares donde se superan los 500 h/km<sup>2</sup> (áreas metropolitanas) y otros espacios claramente despoblados con 20 h/km<sup>2</sup> (numerosas zonas de la meseta y de montaña). Las comunidades autónomas donde la densidad es superior a los 140 h/km<sup>2</sup> tienen una disposición periférica, y son Cataluña, Valencia, Baleares, País Vasco y Madrid. Con una densidad media se encontraría Galicia, Andalucía, Navarra y la Rioja. El resto de comunidades presenta una baja densidad y se corresponde con el interior; ambas Castillas, Aragón y Extremadura. La costa y las zonas cercanas son las que están más densamente pobladas situándose los principales núcleos de población excepto Madrid (Figura 1.4.).

Los principales núcleos de población españoles se localizan en las zonas próximas a la costa o atravesando cursos fluviales. Es por ello que su peligrosidad se encuentra bastante ligada a los periodos de avenida o a los fenómenos y cambios ambientales extremos.

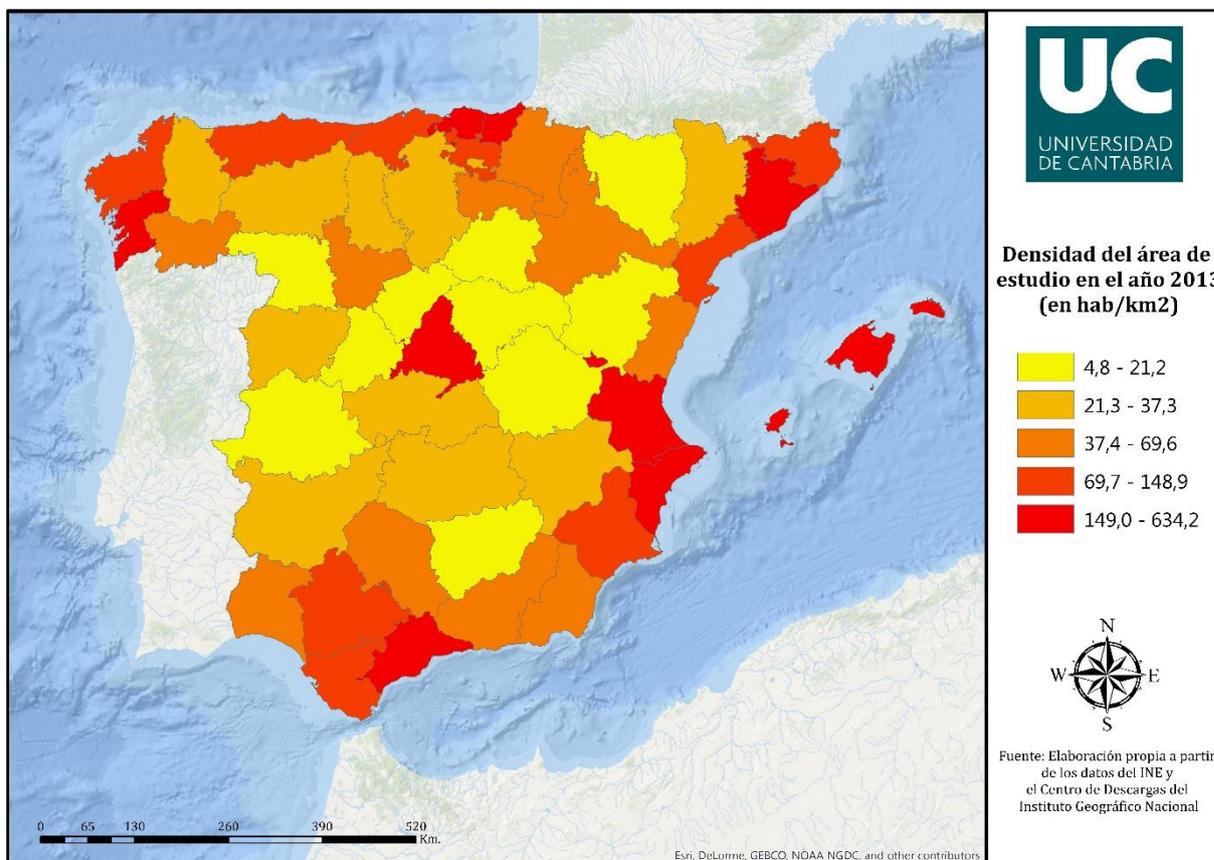


Figura 1.4.: Densidad de población en el área de estudio en el año 2013 (hab/km2).

Respecto a los indicadores económicos debemos resaltar que España posee un Producto Interior Bruto que le coloca como la decimotercera potencia económica mundial; 1.049.181 mill. € en el año 2013; pero con un índice de paro extremadamente alto (23,67% sobre el total en el primer trimestre de 2014). Por sectores, la población española ocupada (45,44%) trabaja mayoritariamente en el sector servicios (76,5% del total de población ocupada), industria (19,7%) y agricultura (3,8%). Dentro del sector servicios, el turismo es el motor que mueve la mayoría de la economía española. El recurso turismo se localiza a lo largo de toda la Península y Baleares pero es, sin lugar a duda, en todo el litoral mediterráneo donde mejor se ve reflejado con el llamado turismo de “sol y playa” gracias a las buenas condiciones climáticas.

El sector industrial se localiza en los principales ejes tradicionales industriales en declive (Galicia, Asturias, Cantabria y País Vasco), a lo largo de todo el valle del Ebro (La Rioja, Navarra y Aragón), en Madrid y en gran parte del litoral mediterráneo (Murcia, Comunidad Valenciana y Cataluña).

Finalmente, respecto a la agricultura, es necesario destacar que España es uno de los mayores exportadores de productos agrícolas y ganaderos de toda la Unión Europea. Los principales cultivos que se producen son trigo, cebada, remolacha azucarera, maíz, patatas, centeno, avena, arroz, tomates, cebolla y cultivos hortícolas como viñedos, olivos y huertos de cítricos.

## BLOQUE II: EFECTOS DE LOS CAMBIOS AMBIENTALES

Los grandes cambios ambientales globales tienen que estar siempre estudiados y diagnosticados conjuntamente debido a la fuerte interrelación existente entre ellos. Los ecosistemas se caracterizan por las múltiples interacciones entre factores bióticos y abióticos así como entre las especies animales y vegetales que los componen. Son muchas las evidencias y escenarios que nos hacen pensar que la España Peninsular y Balear va a sufrir numerosos impactos biometeorológicos a lo largo de los próximos decenios. La Agencia Europea de Medio Ambiente estableció una serie de cambios ambientales y sus impactos en el ambiente y el territorio europeo. La zona de estudio que es objeto de este trabajo presenta un alto índice de probabilidad de ocurrencia de los mismos en nuestro país lo que afectarían tanto a los ecosistemas como a las poblaciones y a la economía.

### 2.1. CAMBIO CLIMATICO E IMPACTOS EN SALUD

España es un país en el que, debido a su situación geográfica y características climáticas singulares existe un riesgo potencial de desplazamiento de vectores transmisores de enfermedades. El riesgo potencial vendría dado por la extensión geográfica de vectores ya establecidos o por la importación e instalación de vectores sub-tropicales adaptados a sobrevivir en climas menos cálidos y más secos.

La llegada del mosquito “*Aedes albopictus*”, transmisor de enfermedades endémicas virales como la del Nilo Occidental o el dengue es sin duda una de las mayores amenazas.

Según el informe del IPCC (2014), las principales enfermedades que aparecerían en relación al cambio climático serían las transmitidas por

- (A) Dípteros como el dengue, la encefalitis del Nilo occidental, la fiebre del valle del Rift, la malaria y la leishmaniasis;

- (B) Las transmitidas por garrapatas como la fiebre de Congo Crimea, la encefalitis por garrapata, la enfermedad de Lyme, la fiebre botonosa y la fiebre recurrente endémica
- (C) Las transmitidas por roedores como la peste o el tifus de las Malezas.

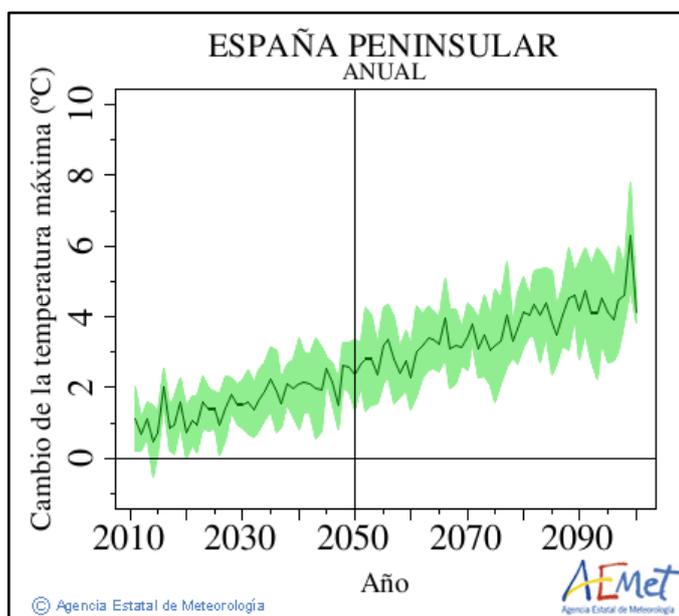
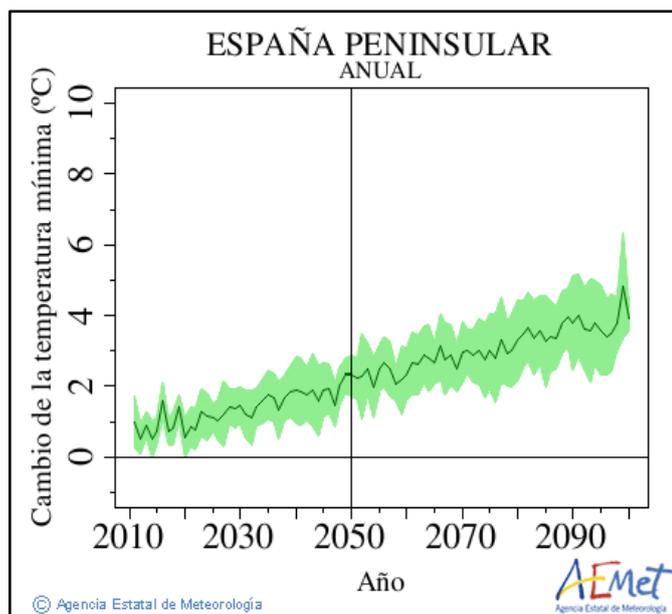
Los cambios en la temperatura media, la precipitación o la humedad también afectan a la biología y distribución de estos vectores así como a la de los huéspedes intermedios o reservorios naturales (Githeko, 2000). Además, al poseerla zona de estudio un gran número de asentamientos urbanos, es más susceptible a albergar cierto tipo de enfermedades asociadas a la urbanización masiva como el dengue siendo los lugares con un sistema deficiente de eliminación de residuos y aguas serán mucho más vulnerables a ubicar estos patógenos.

Escenario	Características
A2	Emisiones altas. Mundo muy heterogéneo, basado en tradiciones locales y modelo familiar. Desarrollo económico y cambio tecnológico más lento que en otros grupos de hipótesis.
A1B	Emisiones medias. Mundo con crecimiento económico rápido basado en la utilización equilibrada de todo tipo de fuentes de energía y tecnologías nuevas y eficientes.
B1	Emisiones bajas. Mundo basado en la introducción de tecnologías limpias y el aprovechamiento eficaz de los recursos. Fomento de la sostenibilidad económica, social y ambiental.
E1	Fuerte mitigación. Objetivo de no sobrepasar 2°C de calentamiento.

Cuadro 2.1.: Posibles escenarios climáticos en España según el proyecto ENSEMBLES. Fuente: Morata, A. (2014): *Guía de escenarios regionalizados de cambio climático sobre España a partir de los resultados del IPCC-AR4.*

### **2.1.1. Efectos de temperatura**

Según el IPCC (2014), nuestro país sufrirá un aumento de las temperaturas progresivo; entre 4,5 y 5°C en el año 2100; a lo largo de los próximos años (Figuras 2.1. y 2.2.) debido, por un lado, a efectos del calentamiento global y a un aumento del índice de radiación ultravioleta.



Figuras 2.1. y 2.2.: Cambios en las temperaturas máxima y mínima en los próximos 85 años. Fuente: Morata, A (2014). *Guía de escenarios regionalizados de cambio climático sobre España a partir de los resultados del IPCC-AR4.*

La temperatura es un factor limitante a la hora de la localización de determinados vectores patógenos de enfermedades ya que aumenta o disminuye la supervivencia del vector, condiciona la tasa de crecimiento de la población de vectores, cambia la susceptibilidad del vector a los patógenos, modifica el período de incubación extrínseca del patógeno en el vector y cambia la actividad y el patrón de la transmisión estacional. El período de incubación extrínseco<sup>3</sup> guarda una relación directa con la temperatura: a mayor temperatura el tiempo es menor.

<sup>3</sup> Tiempo que tarda el artrópodo desde que se infecta hasta que es infectante

El efecto del cambio climático sobre las enfermedades transmitidas por artrópodos en humanos y animales se observa en el factor limitante que tiene la temperatura sobre estos mismos: entre 14 y 18°C como límite inferior y 35 y 40°C como límite superior. Un mínimo aumento de la temperatura en el límite inferior podría dar lugar a la transmisión de enfermedades en nuestro país mientras que un aumento del límite superior podría acortar significativamente la vida del mosquito y modificar la capacidad vectorial, sobre todo en los límites entre 30 y 32°C.

En el caso de las especies vegetales los aumentos de temperatura progresivos harán que aumente la demanda evapotranspirativa de las mismas haciendo que la demanda de agua sea mayor y el estrés térmico aún más frecuente sobre todo en el sur y suroeste peninsular (IPCC, 2005)

### **2.1.2. Efectos de la pluviosidad**

La disminución progresiva de precipitaciones que vislumbra el IPCC (2005) en nuestro país en años próximos (Figura 2.3.) hace que el número y la calidad de criaderos de vectores disminuyan significativamente además de una disminución progresiva de la densidad vegetal que proporcionaría ecosistemas perjudiciales para la anidación de dichos vectores.

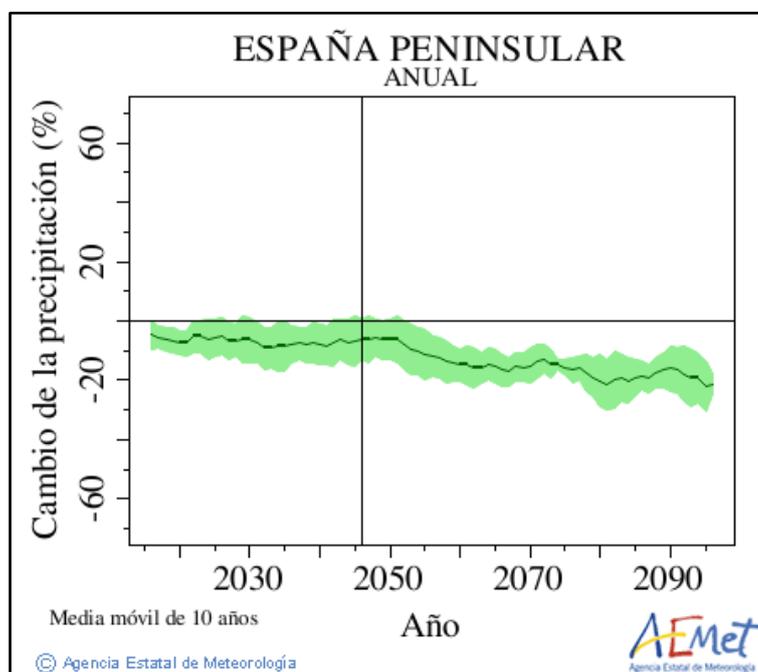


Figura 2.3.: Cambios en la precipitación media en los próximos 85 años. Fuente: Morata, A. (2014): *Guía de escenarios regionalizados de cambio climático sobre España a partir de los resultados del IPCC-AR4.*

Además, un aumento de los fenómenos extremos naturales relacionados con la pluviosidad, en este caso inundaciones, suprimirían los hábitat de los vectores y vertebrados y obligaría a estos últimos a implicarse en mayor medida en la vida humana que se traduciría en un mayor riesgo tanto a las poblaciones humanas como animales. Por otro lado, las sequías en lugares húmedos, localizados en el norte peninsular y áreas húmedas continentales, enlentecerían los cursos de los ríos, creándose zonas en las que también aumentarían los sitios de cría y propiciarían a una mayor deshidratación del vector, lo que le obligaría a alimentarse más frecuentemente, en otras palabras, a aumentar el número de picaduras. Bajo estas condiciones la llegada del mosquito “*Aedes Aegypti*”, transmisor de enfermedades como el dengue, la fiebre amarilla o el Chikungunya califica a nuestro país como posible zona de riesgo endémica para la propagación de dichas enfermedades.

### **2.1.3. Olas de calor**

Los fenómenos climáticos extremos son muy difíciles de predecir debido a su variabilidad e incertidumbre pero hay que tenerles en cuenta ya que su impacto ecológico y evolutivo es muy elevado (Gutschick y Bassiri Rad, 2003). En nuestro país, las evidencias más claras de estos fenómenos son las llamas “olas de calor”, periodos de temperatura extrema en los periodos estivales, con temperaturas máximas de 45°C en Julio y Agosto, que causan hipertermia siendo la población mayor de 65 años la más afectada por este tipo de fenómenos. En los últimos dos decenios se ha incrementado la intensidad de este fenómeno dejando un total de 15000 muertes asociadas siendo los años 1994, 1995 y 2003 (Figura 2.4.) los años con un mayor número de víctimas (AEMET, 2010).



Finalmente, las zonas vulnerables a las inundaciones no solo dependen de los cambios en el ambiente, sino que dependen, en gran medida también, de la ocupación y urbanización humana en zonas próximas a recursos hídricos; ríos, embalses y zonas costeras. Dichas zonas se localizan en toda la franja mediterránea, el interior del valle del Ebro y zonas muy dispersas del interior peninsular e islas Baleares, sobre todo en el norte peninsular. Son las inundaciones los fenómenos que mayor número de pérdidas económicas suscitan.

## **2.2. LOS SISTEMAS HIDROLÓGICOS Y RESERVAS DE AGUA DULCE**

Los expertos del IPCC constatan que una de las mayores amenazas sanitarias, en cuanto a cambios hidrológicos se refiere, son los episodios extremos de riadas e inundaciones que son capaces de afectar a las infraestructuras de saneamiento y abastecimiento provocando un grave riesgo de contaminación en las aguas de consumo humano y poniendo en riesgo a la población por la aparición de brotes epidémicos de carácter intestinal (IPCC, 2005).

Las variaciones de precipitación, régimen de escorrentía, evapotranspiración y temperatura pueden tener importantes efectos a largo plazo en la disponibilidad hídrica y en la gestión integral del agua hasta el punto que hace falta revisar la capacidad hídrica y reservas de agua dulce para evitar el aumento incesante en la demanda y la disminución continua de las reservas disponibles.

Otros problemas indirectos, relacionados con otros cambios ambientales como la degradación del suelo o presiones en los sistemas alimentarios, y que deben considerarse en gran medida, son el aumento potencial de la contaminación de las aguas por una mayor concentración de agentes contaminantes y la proliferación de microorganismos nocivos o tóxicos que, además, generan una importante pérdida de biodiversidad en los hábitats acuáticos así como la aparición de numerosas especies invasoras que ofrecen una gran resistencia en estos nuevos ambientes (CCEIM, 2012).

El aumento de temperatura y la reducción de disponibilidad hídrica, así como todas las consecuencias asociadas, son una fuente de posibles problemas sanitarios difíciles de evaluar, ya que los efectos dependerán de muchos factores como la capacidad de respuesta futura de los sistemas de gestión hídrica, la capacidad y correcta gestión de los sistemas de

abastecimiento, la depuración de las aguas residuales y la vigilancia sanitaria y medioambiental, en particular las zonas de baño. Este apartado incidirá en los factores contaminantes que producen enfermedades asociadas a los sistemas hídricos (CCEIM, 2012).

### **2.2.1. Agentes etiológicos y enfermedades asociadas**

Son muchos los agentes etiológicos que pueden llegar a producir numerosos brotes epidemiológicos por culpa de la falta de tratamiento de los recursos pero, sin duda, la “*criptosporidiosis*” es la que mayor número de casos presenta producidos por contaminantes en el agua. Constituye uno de los mayores problemas de salud pública en el mundo y en nuestro país considerándose como una enfermedad emergente en la actualidad. Se trata de una zoonosis de transmisión fecal-oral producida tras la ingestión de patógenos de “*Cryptosporidium*” excretados en las heces de animales o humanos y que se encuentran dentro de las moléculas de agua. Esta infección suele ocurrir de forma esporádica, pero en los últimos años los brotes epidémicos han sido frecuentes. Paradójicamente, se han producido en países industrializados en los que la contaminación de pozos de aguas superficiales y aguas subterráneas se han visto afectados por la utilización de elementos químicos antropizados, sobre todo en los sistemas agropecuarios.

Numerosos informes resaltan que el incremento de las temperaturas del agua, las lluvias intensas y los periodos más largos de bajos caudales (periodos continuados de sequía) pueden incentivar numerosos focos de contaminantes con un gran impacto en los ecosistemas y en la salud de los seres vivos. Las relaciones entre precipitación, circulación de los ríos y contaminación de las aguas de abastecimiento son muy complejas. En el siglo XX y en la mayoría de países desarrollados las enfermedades más frecuentes eran las infecciosas transmitidas hídricamente como el tifus, la disentería o el cólera. Un cambio generalizado en el ambiente podría hacer que estas enfermedades re emerjan debido a la resistencia de los vectores de transmisión y a un aumento considerable de los elementos químicos y biológicos contaminantes derivados de actividades como la agricultura (fertilizantes), ganadería, industria (metales pesados, hidrocarburos) o actividades urbanas (disolventes) (Martin Delgado y Pita Toledo, 2007).

La mayoría de enfermedades hídricas en España se encuentran bajo un control exhaustivo pero eso no evita que se produzcan algunos brotes epidémicos en los que, en algunas

ocasiones, se desconoce el patógeno que lo provocó, lo que dificulta enormemente su identificación y control posterior. Desde el punto de vista de la vigilancia sanitaria, el control de los brotes tiene gran interés porque aunque no sean muy numerosos, pueden afectar a un número importante de personas. En los últimos diez años se han declarado en España 433 brotes, con un total de 24.610 casos, 213 hospitalizados y 2 defunciones. De los 433 solo se identificó en 135 casos (un 31%) el agente etiológico, indicando la persistencia de la dificultad que existe en la investigación e identificación de dichos agentes (Martín Delgado y Pita Toledo, 2007).

### **2.2.2. Distribución temporal**

Los brotes presentan una distribución temporal bastante marcada en los meses estivales al igual que sucede con algunos brotes de origen alimentario sensibles también al aumento de las temperaturas. Como muestra el Gráfico 2.1., los brotes; entre el periodo 1999-2006; son localizados en los meses de julio, agosto y septiembre debido a, como se ha comentado con anterioridad, a aumentos de temperatura que aumenta la supervivencia de los patógenos.

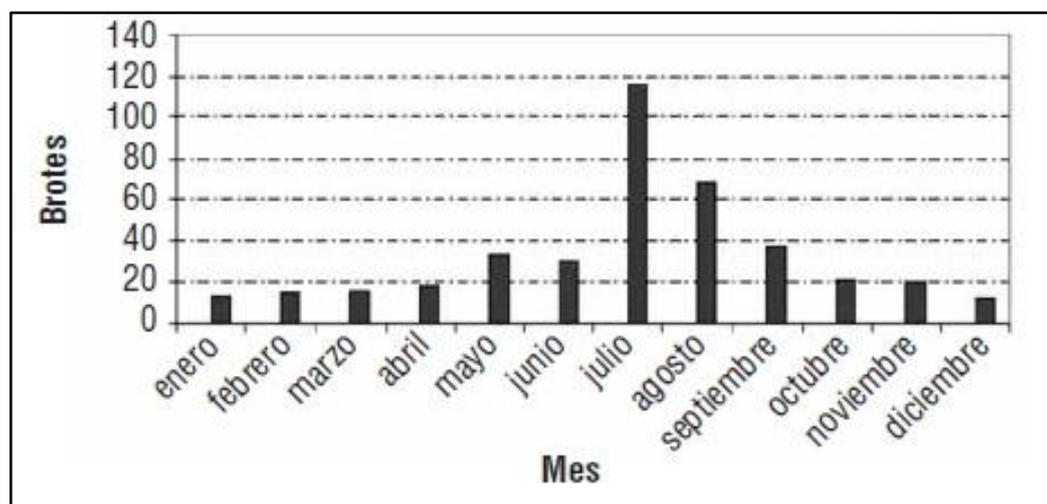


Gráfico 2.1.: Distribución estacional de los brotes por infecciones hídricas. Fuente: CENTRO NACIONAL DE EPIDEMIOLOGÍA & CIBER EPIDEMIOLOGÍA Y SALUD PÚBLICA (CIBERESP) (2008): Vigilancia epidemiológica de brotes de transmisión hídrica en España. 1999-2006. Boletín epidemiológico.

### **2.2.3. Distribución espacial**

Los brotes no presentan una distribución espacial homogénea. Como muestra la Figura 2.5., en el periodo 1999-2006 el número de brotes por infecciones hídricas ascendió a 413, localizándose la gran mayoría de ellos en las CCAA de Castilla y León, Andalucía y Cataluña debido a los factores y causas descritos con anterioridad (Centro Nacional de Epidemiología y CIBERESP, 2008).

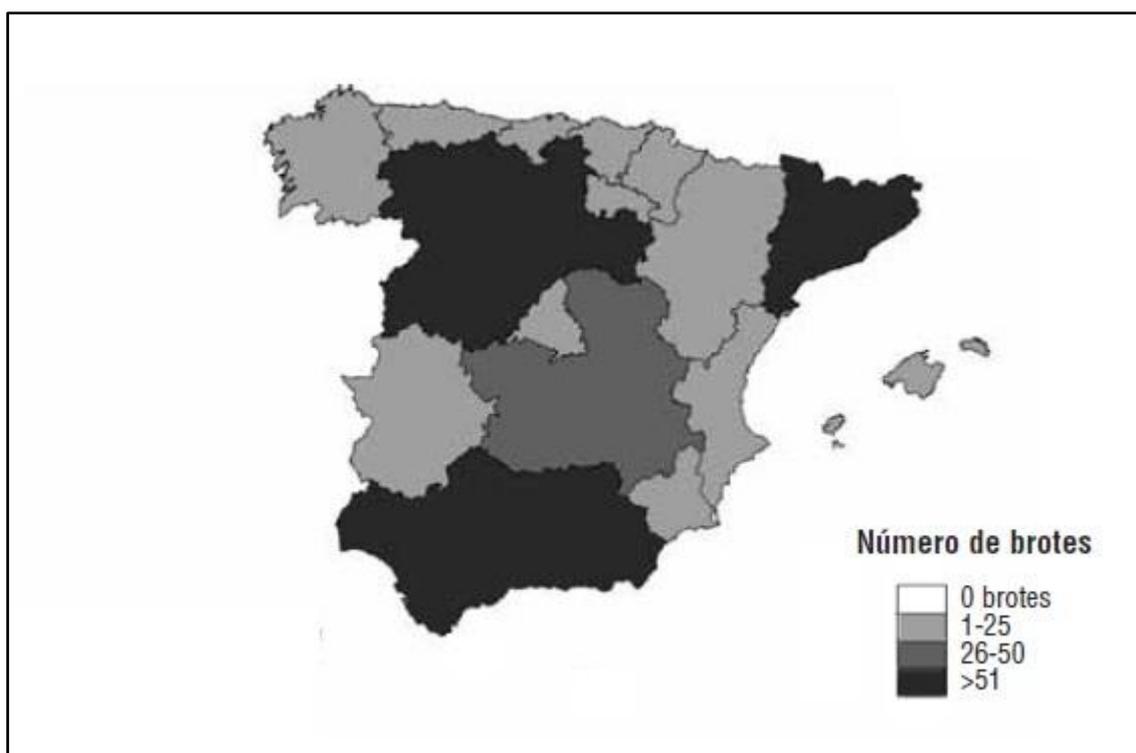


Figura 2.5.: Distribución espacial de los brotes por enfermedades hídricas. Fuente: CENTRO NACIONAL DE EPIDEMIOLOGÍA & CIBER EPIDEMIOLOGÍA Y SALUD PÚBLICA (CIBERESP) (2008): Vigilancia epidemiológica de brotes de transmisión hídrica en España. 1999-2006. Boletín epidemiológico.

## **2.3. DESERTIFICACIÓN DE LOS SUELOS Y SISTEMAS AGRARIOS**

El rápido crecimiento de la población y el desarrollo económico y productivo intensivo, junto con los nuevos escenarios climáticos, han provocado un cambio radical en los usos de la tierra en los dos últimos siglos. Este cambio está produciendo graves daños y degradaciones de los suelos debido a la sobreexplotación y al uso de nuevas tecnologías para provocar un mayor rendimiento por hectárea haciendo que la degradación de la tierra sea insostenible (Addiscott, 1988). Junto con el cambio climático y la pérdida de la biodiversidad, la degradación edáfica es una de las principales amenazas para los ecosistemas, la economía y

a la sociedad. Son numerosos los agentes contaminantes dañinos que provocan degradación: contaminación por metales pesados, productos químicos y orgánicos, utilización de productos agroquímicos, degradación biológica, aguas residuales, etc. Otro aspecto a tener en cuenta relacionado con la degradación edáfica es la repercusión que podría tener en los sistemas de producción alimentaria.

### **2.3.1. Desertificación de los suelos**

Los procesos de desertificación se refieren a la destrucción de la cobertura vegetal, los cambios en ciclos hidrológicos y, sobre todo, a los procesos erosivos relacionados con la contaminación y pérdida edáfica: la compactación, la pérdida de materia orgánica, la salinización, la contaminación o el sellado del suelo (Addiscott, 1988).

Existen evidencias claras de pérdida de suelos a lo largo de toda la España peninsular y Baleares. Cada año se pierden alrededor de 1150 millones de toneladas de suelo, siendo el 26% de dicha superficie gravemente afectada y un 28% moderadamente afectada (Programa de Acción Nacional contra la desertificación, 2007). Son diversos los factores y consecuencias que se derivan de la pérdida edáfica aunque todas ellas generan riesgos e impactos tanto directos como indirectos para el ambiente y la salud, sobre todo para la salud vegetal.

2.3.1.1. Factores ecológicos de degradación: Los principales factores son el clima, el relieve, las aguas, la vegetación, el propio tipo de suelo y los materiales litológicos derivados de los mismos. A todos ellos hay que sumar el factor antrópico que, debido a la mala gestión de los recursos naturales, es el principal responsable de la pérdida edáfica. En la región atlántica apenas hay indicios de desertificación actualmente pero, en cambio, en la región mediterránea los procesos erosivos son de gran trascendencia producto del aumento de los periodos de sequía, la variabilidad y la disminución de precipitaciones.

2.3.1.2. Factores humanos de degradación: El factor antrópico es el mayor factor de pérdida de suelo y desertificación derivada de ella. Hay que recalcar la expansión de las superficies urbanizadas e industriales, sobre todo en la zona mediterránea litoral, además de incluir las actividades agrícolas intensivas. Estas actividades son un arma de doble filo ya que, por un lado, inducen a la contaminación del suelo y de las aguas superficiales y subterráneas

por el uso incontrolado de fertilizantes y pesticidas y, por otro lado, contribuyen a la salinización del suelo por el uso de mecanismos de riego que poseen altos contenidos de sal en el agua (Programa de Acción Nacional contra la desertificación, 2007).

Otros factores antrópicos de menor incidencia son el abandono de cultivos, los incendios forestales, la sobreexplotación de recursos hídricos, el turismo y el sobrepastoreo.

Como se ha mencionado con anterioridad, los impactos de la desertificación se manifiestan en la degradación y deterioro de los recursos naturales sobre todo en el recurso suelo, elemento clave de los ecosistemas terrestres. Dichos impactos inciden en la capacidad del suelo para resistir los efectos perjudiciales de la desertificación, que repercute de manera negativa en la resiliencia de los ecosistemas. La desertificación se produce en aquellos suelos muy susceptibles a la erosión, con un claro déficit hídrico marcado y con procesos intensivos de agricultura. Es por ello, que los mayores riesgos de desertificación se localizan en toda la Península y Baleares salvo en el norte atlántico y altas zonas de montaña, siendo el sureste peninsular la zona de mayor riesgo (Figura 2.6.).

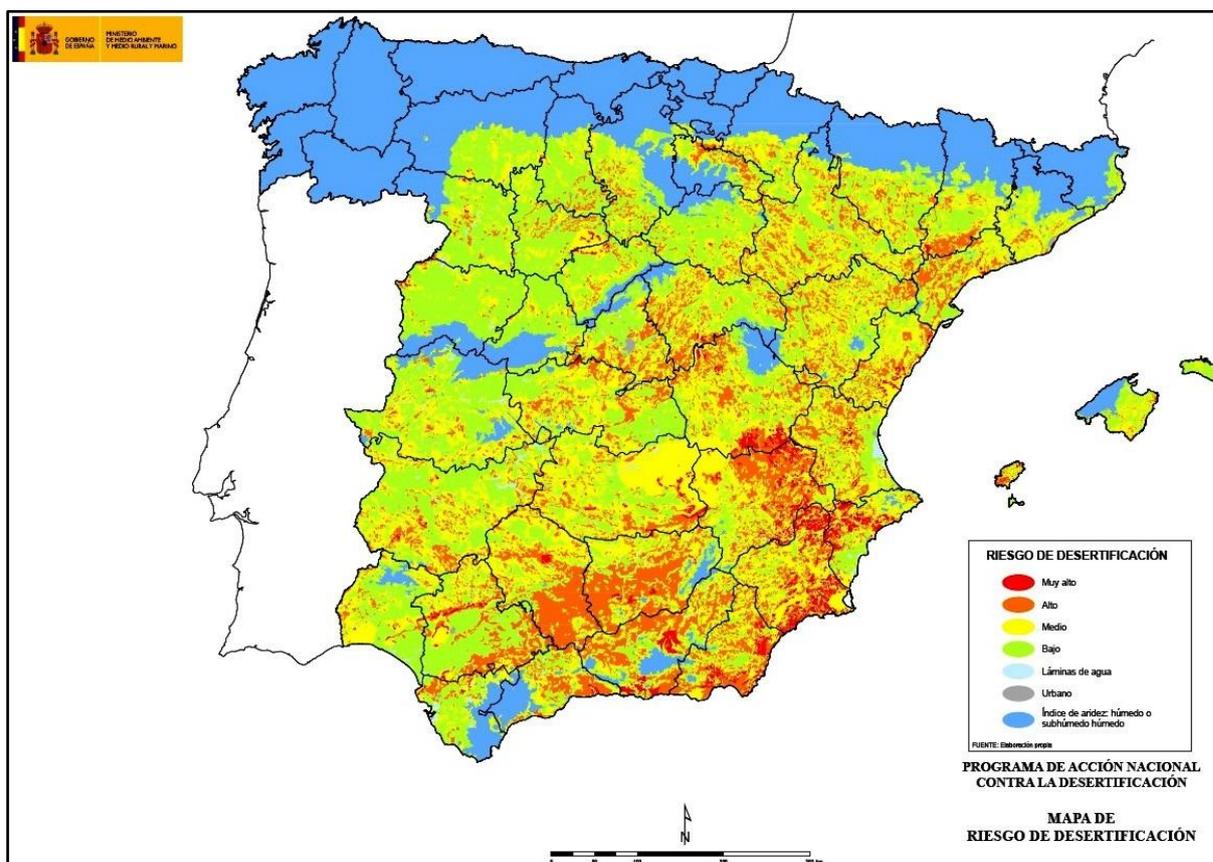


Figura 2.6.: Mapa de riesgo de desertificación derivado de la pérdida de suelo en el año 2007. Fuente: Elaboración propia a partir de: Programa de Acción Nacional contra la desertificación. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. 2007.

### **2.3.2. Sistemas agrarios**

El cambio climático, la degradación edáfica y los efectos de las enfermedades emergentes producen graves daños en los sistemas de alimentación español provocando consecuencias económicas, ecológicas y sociales muy diversas. Este tipo de presiones fruto de los cambios ambientales globales aparecen en los sistemas agroalimentarios y ganaderos presentes a lo largo de toda la geografía española:

2.3.2.1. Sistemas agroalimentarios: El aumento de la temperatura y de la concentración de CO<sup>2</sup> sumado a los cambios estacionales y de intensidad de precipitaciones afectará en gran medida a los sistemas productivos alimentarios españoles aunque los efectos no serán homogéneos en todo el territorio español ya que en algunas zonas los efectos son negativos y en otras pueden llegar a ser positivos. En este sentido, el efecto negativo de las altas temperaturas o menores precipitaciones puede verse compensado en algunos casos con mayores tasas fotosintéticas en algunos tipos de cultivos debido al incremento del CO<sup>2</sup> (Agencia Europea de Meteorología, 2011).

Por otro lado, las temperaturas más suaves en los meses más fríos permitirán mayores productividades en estas épocas compensando las pérdidas generadas en los meses más cálidos. Otro problema relacionado con los cambios en el clima es el incremento de los fenómenos extremos que afecta directamente a la resiliencia de los cultivos provocando graves pérdidas en el caso de las inundaciones y olas de calor continuadas.

Además, el crecimiento de la población, el desarrollo económico y la urbanización generarán efectos como: mayores demandas de alimentos, agua, energía y materias primas, mayor demanda de productos cereales en contra de productos animales y una mayor uso de producción de biocombustibles asociados a la producción. También se le añade a esto el avance de plagas y enfermedades provenientes de otras latitudes en cultivos de gran demanda y trascendencia económica. Todos estos problemas se traducen en amenazas tales como la desaparición de los ciclos biológicos, desaparición de diversas especies vegetales autóctonas y la presencia de pérdidas económicas de gran importancia en el sector agrario.

2.3.2.2. Sistemas ganaderos: Los efectos que pueden producir los cambios ambientales en el sector ganadero son complejos e inciertos debido a la gran variedad de tipos de sistemas que nos encontramos. Existen factores comunes para determinar los impactos tales como que el aumento de temperatura afecta negativamente a la ingesta de alimentos así como a las horas activas de pastoreo, aumento del nivel de estrés animal y pérdida de rendimiento productivo. Todos estos factores afectarán de igual manera a todos los sistemas ganaderos españoles pero causarían un mayor daño en las explotaciones de especies autóctonas tales como las dehesas o explotaciones ganaderas lecheras del norte peninsular (Agencia Europea de Meteorología, 2011).

Desde el punto de vista de la salud animal se espera que los efectos del cambio climático modificarán las zonas de influencia de ciertos vectores parasitarios haciendo que se desplacen a nuevas zonas en las que el clima se adecue a sus ciclos biológicos. Los periodos invernales más suaves y húmedos provocaran un incremento de la supervivencia de los parásitos además de un adelanto en el momento del año en que comienzan su actividad. En cambio, los veranos más secos tendrán como consecuencia la mortalidad de dichos parásitos debido a la acentuada pérdida de agua.

## **2.4. EFECTOS DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA**

Es un hecho documentado (IPCC, 2005) que la cantidad de radiación UV que recibe nuestro planeta ha ido aumentando en los últimos decenios. El incremento de la cantidad de radiación UV debido al agotamiento de la capa de ozono fue observado durante las décadas de los 80 y 90 del siglo XX haciendo bastante hincapié en las latitudes más altas, por encima de los 60°, donde el agotamiento es mucho más acusado aunque también fue observado entre los 30° y 60° en ambos hemisferios, lugar en el que reside la mayoría de la población mundial. Este aumento de la radiación ultravioleta tiene importantes implicaciones para la salud, para los ecosistemas terrestres y acuáticos, para los ciclos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno, azufre; y para la calidad del aire, etc. Numerosos países, en el que se encuentra España, se pusieron de acuerdo a la hora de reducir las emisiones que agotaban la capa de ozono, sobre todo los compuestos clorofluorocarbonados (CFCs), en el Protocolo de Montreal organizado por la ONU en el año 1987.

La repercusión del Protocolo fue tal que las emisiones no solo fueron reducidas sino que, según datos del PNUMA (2006), en la segunda mitad del siglo XXI la capa de ozono se

vería reconstruida totalmente. Aun así, el último informe del PNUMA elaborado por el Grupo de expertos para la Evaluación de Efectos Ambientales (EEAP, 2010) asegura que hay una fuerte interacción entre el debilitamiento de la capa de ozono y cambios en el clima debidos a los gases de efecto invernadero añadiendo que, debido a la mejoría de la capa de ozono y al incremento de nubes, existiría una disminución de la radiación UV en las latitudes más altas pero un pequeño incremento en las latitudes medias y bajas como consecuencia de la combinación de radiación y aumento de las temperaturas debido al efecto del cambio climático. Este hecho puede provocar graves efectos para la salud de los seres vivos como un incremento en el número de casos de enfermedades relacionadas con la piel en animales y en las células vegetales así como numerosos cánceres de piel en el caso de los humanos.

### **2.4.1. Distribución temporal del impacto**

Se deben atender a valores de distribución temporal ya que el índice de radiación no es el mismo dependiendo de la época del año en la que nos encontremos. Esta distribución espacial atiende a la cercanía del Sol a la Tierra por lo que, nuestro país al encontrarse en el hemisferio norte, los mayores índices se registran entre los meses de marzo y noviembre siendo los meses centrales del año; junio, julio y agosto; en donde se registra un mayor índice. Por otro lado, en los meses de final y principio de año (diciembre, enero y febrero) el índice es bajo (Figura 2.7.). Estos valores de radiación han variado a lo largo de los años ya que, según la Agencia Estatal de Meteorología, en los años 80' los valores máximos eran, al menos, tres puntos menos (Carreño, Redondas y Cuevas, 2002).

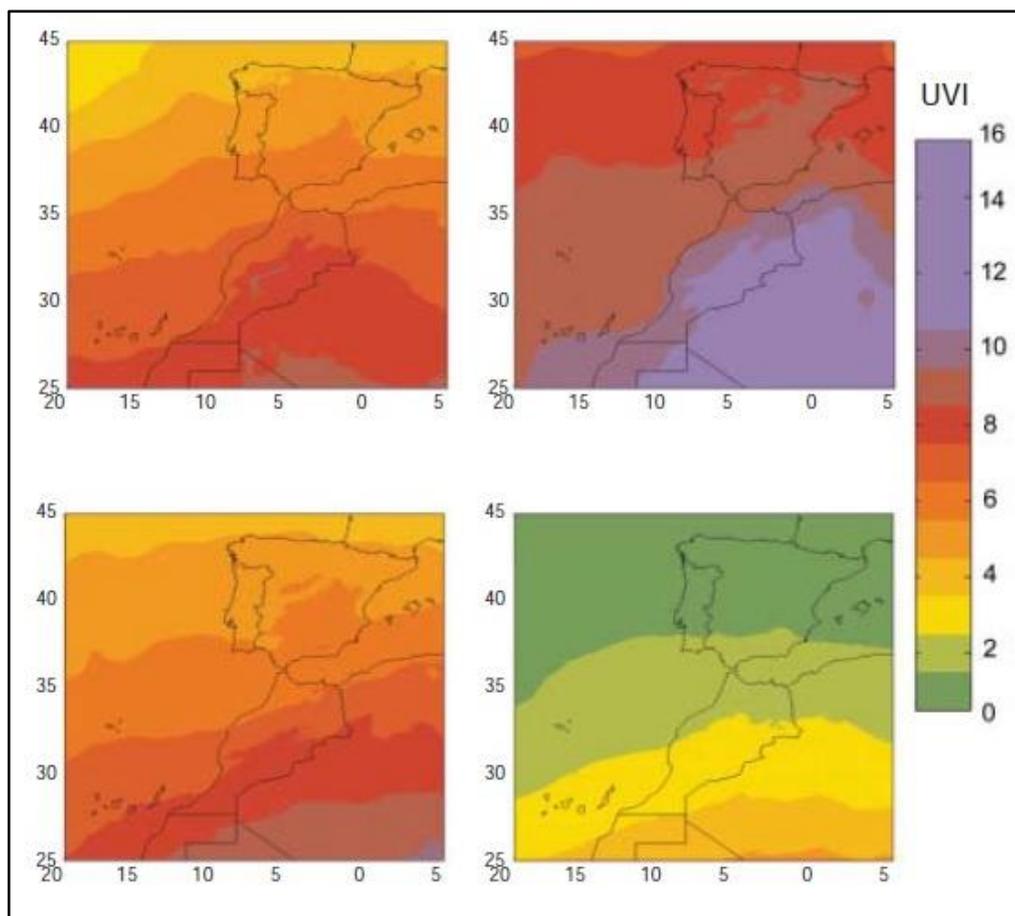


Figura 2.7.: Distribución espacial del UVI modelado para toda España en primavera, verano, otoño e invierno, respectivamente, para cielos despejados y al mediodía, obtenida con el Modelo de Predicción del UVI del INM. Fuente: Virgilio Carreño, Alberto Redondas y Emilio Cuevas (Instituto Nacional de Meteorología). *Índice UV para la población*. España. Madrid, 2002.

### **2.4.2. Distribución geográfica del impacto**

Los principales factores de los altos índices de radiación ultravioleta en nuestro país son debidos a las altas temperaturas, la falta de nubosidad y el agotamiento de la capa de ozono. Estos factores tienen una distribución bastante clara aunque no sigue totalmente el mismo patrón de distribución que la radiación solar ya que la altitud y la continentalidad tienen mucha mayor influencia que la latitud (Carreño, Redondas y Cuevas, 2002). Por ello, los valores más altos de índices de radiación UV se dan en la meseta sur y litoral sur mediterráneo. Por otro lado, los valores más bajos se dan en la meseta norte y la zona atlántica cantábrica (Gráfico 2.2.).

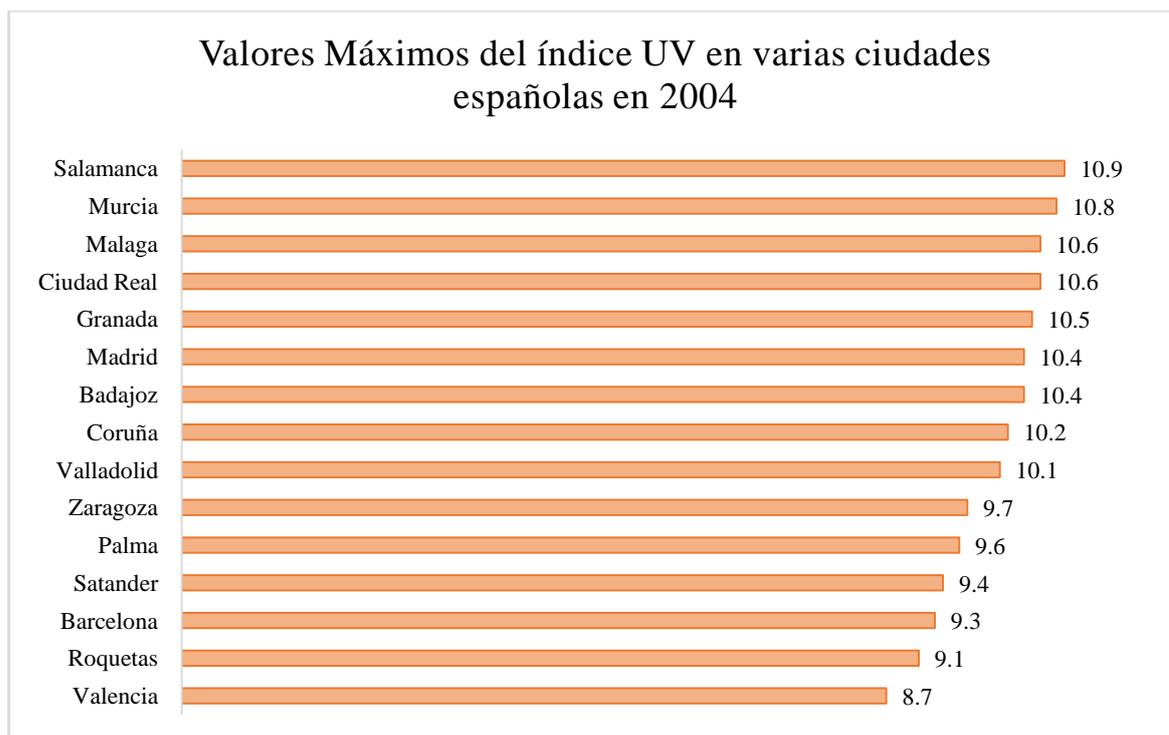


Gráfico 2.2.: Valores Máximos del índice UV en varias ciudades españolas en 2004. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente. 2004.

### **2.4.3. Consecuencias de los impactos**

El aumento del índice ultravioleta está haciendo que comiencen a aparecer numerosas enfermedades oculares y cánceres y quemaduras cutáneas en el caso de los humanos y animales y destrucción de células fotosintéticas en el caso de las especies vegetales. Los estudios en vegetales y animales no son tan demostrativos como los relacionados con la salud humana, de mayor impacto y repercusión para la sociedad. En este caso, destacarían enfermedades humanas tales como el cáncer de piel, el envejecimiento de la misma, cataratas y daños en el sistema inmunológico (González, 2005) siendo los hombres mayores de 50 años que se exponen a largos períodos de radiación a lo largo del día (jornaleros, albañiles, ganaderos, etc.) el tipo de población más vulnerable.

Por poner un ejemplo, según un estudio (González, 2005) entre los años 1990 y 2000 el número de casos de cáncer o melanoma maligno de piel ha ascendido hasta 250 casos mortales en dicho periodo. Existe un mayor número de víctimas, como se ha comentado con anterioridad, en la población mayor de 50 años, más susceptible a la radiación ultravioleta fruto de la pérdida de pigmentos de la piel (Cuadro 2.2.).

Año	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80 y más	Total
1990	0 (0,00%)	2 (0,003)	15 (0,22)	32 (0,05)	52 (0,10)	66 (0,15)	112 (0,26)	116 (0,41)	73 (0,53)	468 (1,72)
1991	0 (0,00%)	5 (0,008)	7 (0,01)	43 (0,07)	60 (0,12)	75 (0,18)	127 (0,30)	111 (0,39)	77 (0,55)	505 (1,62)
1992	0 (0,00%)	1 (0,001)	17 (0,02)	41 (0,06)	64 (0,12)	97 (0,23)	121 (0,28)	118 (0,42)	79 (0,57)	538 (1,70)
1993	0 (0,00%)	3 (0,005)	24 (0,03)	41 (0,06)	64 (0,12)	85 (0,20)	106 (0,25)	116 (0,41)	77 (0,55)	516 (1,62)
1994	0 (0,00%)	2 (0,002)	17 (0,02)	46 (0,07)	79 (0,15)	88 (0,21)	130 (0,30)	103 (0,36)	122 (0,88)	587 (1,99)
1995	0 (0,00%)	4 (0,007)	23 (0,03)	55 (0,09)	74 (0,14)	102 (0,24)	138 (0,32)	125 (0,44)	118 (0,85)	639 (2,11)
1996	0 (0,00%)	0 (0,000)	11 (0,01)	43 (0,07)	79 (0,15)	98 (0,23)	133 (0,31)	154 (0,54)	123 (0,89)	641 (2,20)
1997	0 (0,00%)	2 (0,003)	13 (0,01)	43 (0,07)	75 (0,15)	81 (0,19)	121 (0,28)	162 (0,57)	112 (0,81)	609 (2,08)
1998	0 (0,00%)	10 (0,179)	26 (0,03)	59 (0,09)	99 (0,19)	109 (0,26)	148 (0,35)	169 (0,60)	118 (0,85)	738 (2,54)
1999	0 (0,00%)	2 (0,003)	19 (0,02)	53 (0,08)	81 (0,16)	99 (0,23)	135 (0,32)	168 (0,59)	121 (0,87)	678 (2,27)
2000	1 (0,004)	3 (0,005)	16 (0,02)	49 (0,08)	62 (0,12)	96 (0,23)	148 (0,35)	183 (0,65)	143 (1,03)	701 (2,48)

Cuadro 2.2.: Cifras absolutas de mortalidad y tasa de mortalidad por grupos de edad (por 100.000 habitantes). Melanoma o cáncer maligno de piel en el período 1990-2000. Fuente: GONZALEZ PEREZ, JESÚS. M. (2005); “Melanoma maligno de piel en España: el riesgo en los territorios atlánticos y mediterráneos. Una aproximación desde la geografía de la salud”. Revista de Geografía.

## 2.5. PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

La pérdida de biodiversidad y los componentes que la agrupan (especies, biomas, ecosistemas, etc.) junto con la desertificación y el cambio climático han generado un cambio natural global acelerado. No sólo se pierde el valor intrínseco de la naturaleza sino que se deterioran los bienes y servicios que los ecosistemas proporcionan a las sociedades (Álvarez y Zamorano, 2007). Es por ello que la conservación de la biodiversidad es clave de cara al futuro de nuestro planeta ya que existe una correlación significativa entre la degradación de los ecosistemas, la pérdida de especies animales y vegetales, la globalización de los mercados y la pobreza.

España posee un gran número de especies endémicas ya que se encuentran más del 80% del total de especies vegetales de Europa y más del 50% de especies animales. Esta gran biodiversidad se ve claramente reflejada en el gran número de hectáreas que protege la Red

Natura 2000<sup>4</sup> alcanzando el 25% de la superficie total española. En la actualidad en nuestro país, el porcentaje de especies amenazadas según el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas corresponde a aves (47%), flora (22%), mamíferos (10%), reptiles (8%), invertebrados (7%), anfibios (4%) y peces (2%) (Gráfico 2.3.).

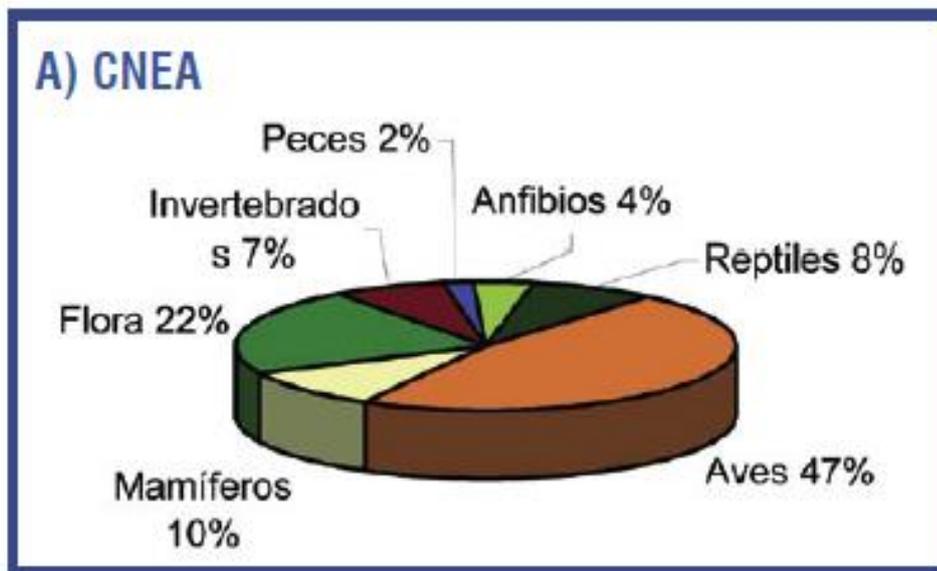


Gráfico 2.3.: Distribución de especies amenazadas en España según el CNEA. Fuente: ALVAREZ-URIA. P. & ZAMORANO. C. (2007): *La biodiversidad en España*.

### **2.5.1. Impactos en ecosistemas**

Los ecosistemas españoles son muy vulnerables a la pérdida de diversidad debido a su fragilidad ecológica. Son ecosistemas con características climáticas de transición en los que cualquier tipo de modificación ambiental provocará un cambio ecológico significativo dentro de ellos. A continuación se muestran los impactos en los ecosistemas, terrestres, acuáticos continentales:

2.5.1.1. Ecosistemas terrestres: los impactos producidos por los cambios ambientales dentro de los ecosistemas terrestres son muy diferentes dependiendo a la región bioclimática que analicemos. En las regiones atlánticas y montañosas los cambios se verán limitados por el aumento de las temperaturas mientras que tanto en las regiones mediterránea y canaria, la falta de recursos hídricos constituirá un impacto perjudicial dentro de dichos ecosistemas. Además, la productividad agrícola y edáfica aumentará en la región atlántica y montañosa mientras que disminuirá en el resto de España. En cuanto a la biodiversidad de los mismos,

<sup>4</sup> Red Natura 2000 es una red ecológica europea de áreas de conservación de la biodiversidad. Su finalidad es asegurar la supervivencia a largo plazo de las especies y los tipos de hábitat en Europa, contribuyendo a detener la pérdida de biodiversidad. Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

los cambios ambientales alterarán la fenología e interacciones entre especies, produciendo migraciones altitudinales, extinciones locales, introducción de especies invasoras, incremento de las plagas y aumento del impacto de las perturbaciones, tanto naturales como de origen antrópico.

Bajo estas premisas, los ecosistemas que se encuentren en su límite ecológico son los que se verán más afectados por los cambios ambientales. Dos ejemplos son claros (OECC, 2005):

A) Los melojares de “*Quercus pyrenaica*” se expandirán a expensas de robledales y bosques atlánticos y los fragmentos aislados de estos últimos que quedan dispersos en rincones del Sistema Central tenderán a desaparecer.

B) Los componentes bóreo-alpinos de los pastizales de alta montaña en el Pirineo catalán son y serán los más afectados por el calentamiento.

2.5.1.2. Ecosistemas acuáticos continentales: poseen una gran diversidad de ecotipos y son singulares en cuanto a flora y fauna respecto del resto de ecosistemas acuáticos continentales europeos templados y fríos aunque su adaptación es bastante limitada para afrontar cambios en el ambiente. Con un gran nivel de certeza se puede asegurar que el cambio climático y los cambios en los sistemas hidrológicos provoquen que estos ecosistemas pasen de ser permanentes a estacionales y, en algunos casos, desaparezcan por completo. Por consiguiente, su biodiversidad se verá reducida y sus ciclos biogeoquímicos se alterarán aunque la magnitud de estos cambios no puede precisarse con exactitud (Álvarez y Zamorano, 2007).

Los ecosistemas que más se verán afectados serán los humedales endorreicos como las Tablas de Daimiel, los lagos, los ríos y los arroyos de ambientes montañosos, las lagunas, los ambientes que dependan de aguas subterráneas y los humedales costeros. Por ejemplo, el ecosistema acuático de Doñana, ubicado en las costas andaluzas que baña el océano atlántico, verá modificaciones en su hidroperiodo, tasas de colmatación, ciclos biogeoquímicos y composición de sus comunidades biológicas.

## **2.5.2. Impactos en las especies**

Tras el estudio sobre cómo afectan los cambios ambientales a los ecosistemas españoles, hay que integrar dentro de estos los seres vivos que los componen. Son muchas las variedades de especies vegetales y animales las que se encuentran amenazadas y en riesgo de extinción.

2.5.2.1. Biodiversidad vegetal: se han podido estimar dos tipos de tendencia claras de cambios ambientales respecto a la vegetación. Por un lado, la “mediterraneización” de los ambientes atlánticos norteños y la “aridificación” de los ambientes mediterráneos ambos debidos a factores tales como la erosión edáfica, cambios en los ciclos hidrológicos y aumento de las temperaturas y régimen de pluviosidad derivados del cambio climático. De estas modelizaciones se derivan impactos indirectos que son el incremento de la incidencia y devastación de los incendios forestales y la desaparición de la vegetación costera debido al ascenso del nivel del mar (OECC, 2005).

Nuestro país posee una gran variedad florística vulnerable a este tipo de cambios. La vegetación de alta montaña, los bosques y arbustivos caducifolios sensibles a la sequía estival, los bosques esclerófilos y lauroides del sur y suroeste peninsular y la vegetación litoral se cuentan entre los tipos más vulnerables.

2.5.2.2. Biodiversidad animal: España es el país de la Unión Europea que más especies animales posee y el que mayor número de endemismos posee. Es por ello que los cambios ambientales provocarán cambios fenológicos y migratorios en numerosas especies (OECC, 2005) además de un desajuste biológico entre predadores y presas consecuencia de los cambios climáticos. Otra consecuencia directa es el desplazamiento de numerosas especies locales hacia ambientes septentrionales así como la desaparición de las especies endémicas de la España atlántica y montañosa. En los cursos fluviales, las especies termófilas se desplazarán río arriba disminuyendo la proporción de especies de aguas frías e, indirectamente, la pérdida de biodiversidad provocará una mayor virulencia de parásitos y un gran aumento de especies invasoras.

Las zonas costeras, los humedales, los cursos de aguas permanentes y estacionales, los pastizales y las zonas de alta montaña son hábitats muy vulnerables a los cambios. Son estas últimas las que mayor riesgo de pérdida biológica pueden presentar ya que en ellas residen una gran mayoría de especies endémicas que no pueden adaptarse a otro ecosistema que no sea el suyo. Con los cambios ambientales las poblaciones importantes podrán desaparecer a corto y medio plazo. A largo plazo la totalidad de las especies endémicas de nuestro país serán sustituidas por especies invasoras que puedan adaptarse a los nuevos ecosistemas emergentes. Varios ejemplos de especies amenazadas con su posible extinción en nuestro país son el urogallo cantábrico (“*Tetrao urogallus cantabricus*”) y el oso pardo europeo (“*Ursus arctos arctos*”) en el norte peninsular y el Lince Ibérico (“*Lynx pardinus*”), el Avetoro común (“*Botaurus stellaris*”) y numerosas especies de reptiles como la Salamandra penibética (“*Salamandra salamandra longirostris*”), la Lagartija carpetana (“*Lacerta monticola cyreni*”) y la lagartija de Valverde (“*Algyroides marchi*”) en el sur peninsular (Álvarez y Zamorano, 2007).

## **BLOQUE III: ESTUDIO DE CASOS, EJEMPLOS DE ENFERMEDADES**

En el siguiente bloque se estudian tres casos distintos de enfermedades emergentes producidos en el ámbito animal, humano y vegetal. En el caso de los humanos hablaremos del virus del dengue, en los animales del virus de la lengua azul y en los vegetales, el virus de la tristeza de los cítricos. Las tres enfermedades tienen un factor común y es que son virus producidos por patógenos adaptados al entorno ambiental de nuestro país y cuyo desarrollo evolutivo ya tiene o tendrá una repercusión importante en el presente siglo si las predicciones ambientales descritas en el bloque anterior se cumplen.

### **3.1. VIRUS DEL DENGUE**

El dengue es un virus del tipo flavivirus del que existen cuatro serotipos diferentes que producen infecciones tanto asintomáticas como cuadros hemorrágicos potencialmente letales. Es transmitido por la picadura del mosquito “*Aedes aegypti*” y, en menor grado, “*Aedes albopictus*” y cada año en el mundo se producen entre 250-500 mil. casos graves de los cuales hay un 40% de mortalidad en los casos sin tratamiento y entre el 1 y 5% en los casos tratados.

Es una enfermedad que se localiza fundamentalmente en ambientes urbanos (entre el 70 y el 80% de las epidemias mundiales) ante la que no hay una cura eficaz. Su extensión potencial es mundial debido a la globalización y el comercio internacional pero endémico de zonas de latitudes tropicales y ecuatoriales. En los últimos años se está trasladando a regiones de mayores latitudes en las que los casos pasan de ser importados a ser autóctonos. La Figura 3.1. muestra la distribución del dengue endémico en el mundo y posibles zonas de expansión.

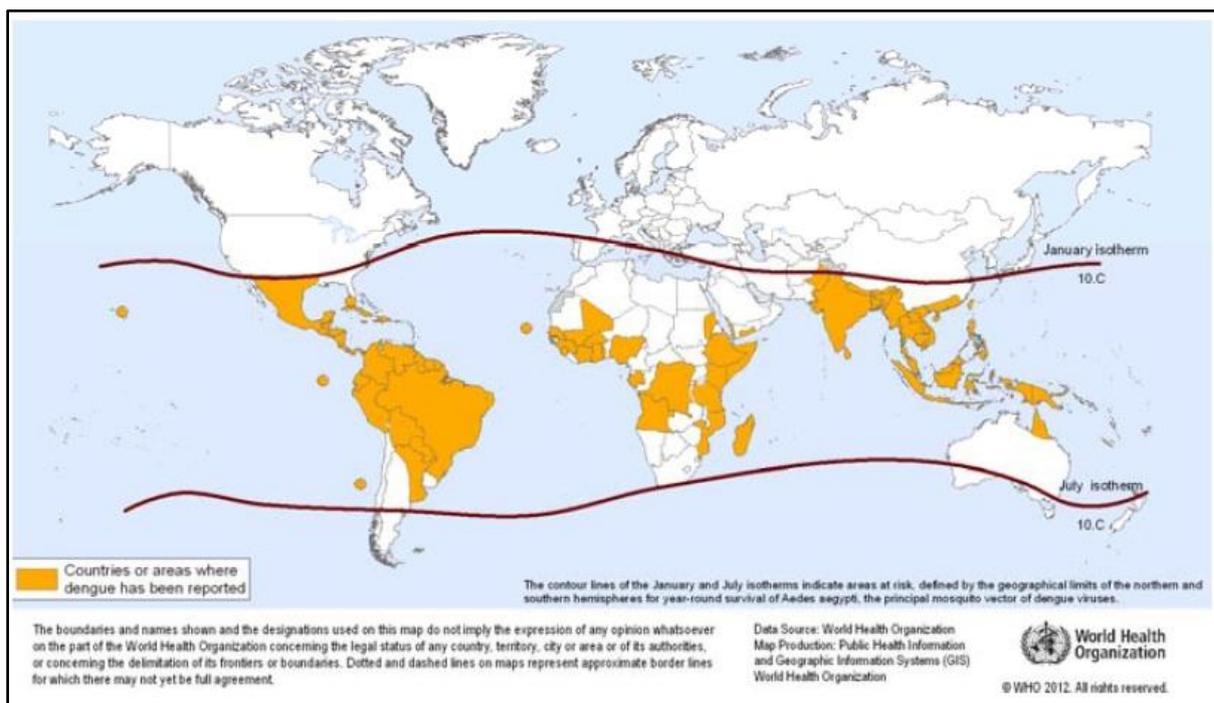


Figura 3.1.: Distribución del dengue y límites de la misma en el mundo. Fuente: Organización Mundial de Salud. 2012.

### **3.1.1. Factores de distribución y posible localización**

En España no existen casos documentados de transmisión de tipo local del dengue, pero el riesgo es muy alto ya que se dan unas circunstancias ambientales bastante apropiadas para la expansión y establecimiento de ambos vectores de transmisión. Las altas temperaturas en verano y el gran número de núcleos urbanos que se localizan a lo largo de toda nuestra geografía hacen idóneo el contexto ambiental para la llegada y reproducción de dichos vectores en las calles y parques urbanos.

Aunque el “*Aedes aegypti*” haya desaparecido en nuestro país hace décadas, se ha confirmado la presencia de “*Aedes albopictus*” en el litoral mediterráneo oriental, principalmente en Cataluña y Comunidad Valenciana (Figura 3.2.).

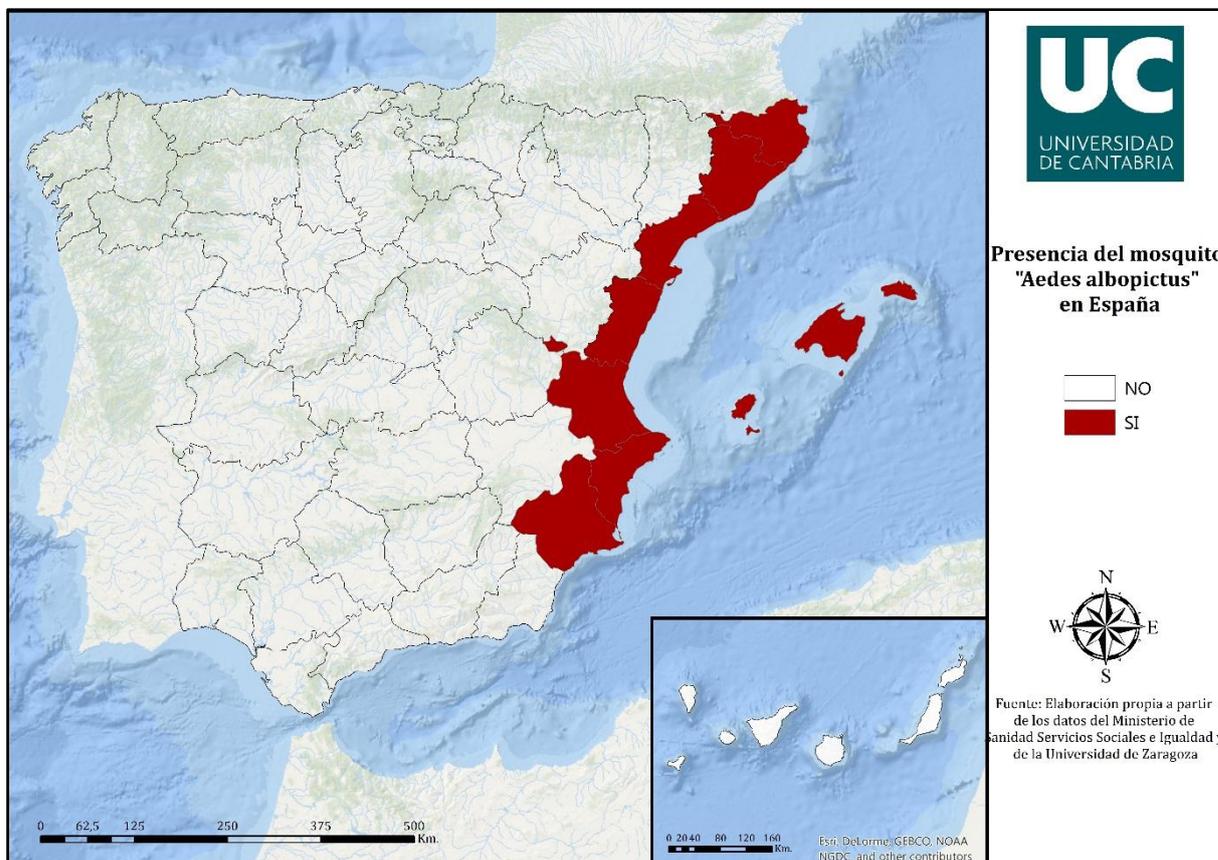


Figura 3.2.: Distribución del mosquito “*Aedes albopictus*” en nuestro país en el año 2014.

De cara a evaluar el potencial de riesgo de la presencia de este vector en el resto de la Península, siendo las condiciones climáticas idóneas para el desarrollo del vector las siguientes: Precipitación anual mayor de 500mm, más de 60 días de lluvia al año, temperatura media del mes frío superior a 0°C, temperatura media del mes más cálido superior a 20°C y temperatura media anual mayor a 11°C.

Además, la abundancia de vegetación y humedad propician la incubación y hábitat del reservorio. Es por ello, que las zonas más susceptibles de expansión futura de este vector en España serían toda la región atlántica, las regiones montañosas, Cataluña, delta del Ebro, cuenca del Tajo, cuenca del Guadiana y desembocadura del río Guadalquivir (Figura 3.3.).

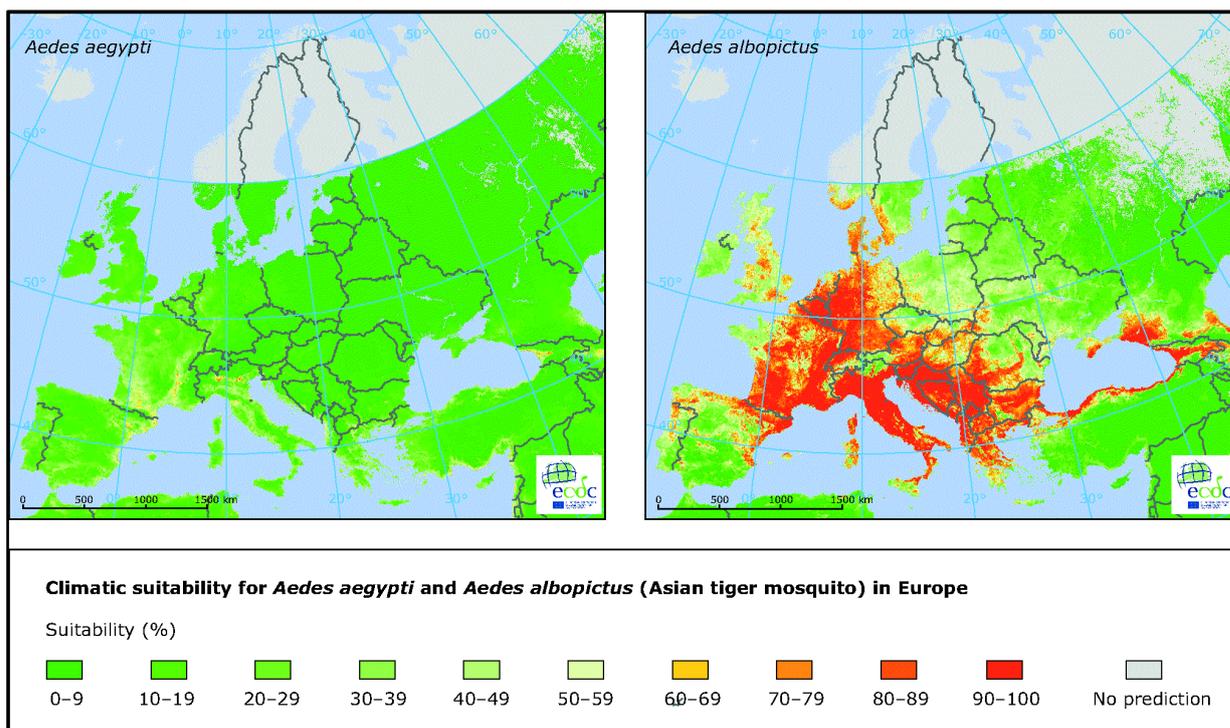


Figura 3.3.: Posible distribución de los mosquitos "*Aedes aegypti*" y "*Aedes albopictus*" en Europa. Fuente: European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). <http://www.ecdc.europa.eu/en/Pages/home.aspx>

### **3.1.2. Factores sociodemográficos y cuadro clínico**

El riesgo de propagación y de epidemia no solo es atribuido a factores físicos o ambientales sino que también entran en escena otros factores de tipo sociodemográfico que motivan el establecimiento del vector en lugares determinados. Factores tales como la densidad poblacional, muy alta en regiones metropolitanas, como ya se indicaba en el Bloque I de este estudio. La localización espacial y estacional de la misma y los hábitos y tradiciones culturales influyen también en el emplazamiento de los vectores de transmisión. Es por ello que la gran densidad de población localizada en toda la costa litoral mediterránea en los meses estivales, consecuencia del turismo, junto con el aumento de temperaturas hacen que dicha área sea una zona de mucho riesgo de propagación de la enfermedad. Además, la cultura de la población española, caracterizada por realizar la mayor parte de su actividad en las calles y grandes espacios abiertos, añade un nuevo factor de riesgo a las propagaciones (CCAES, 2013).

El desarrollo urbano en los extrarradios de las ciudades donde anteriormente no había actividad humana, ha dado lugar a un aumento de contacto entre el hombre y el vector. Estas zonas periféricas se han urbanizado en su mayoría con viviendas unifamiliares, provistas de zonas ajardinadas que permiten pasar más tiempo al aire libre y donde, el vector presente en

España, “*Aedes albopictus*” se ha adaptado y encontrado lugares de cría. Estos lugares son adecuados tanto para la puesta de huevos, su desecación al sol y desarrollo larvario en las zonas de clima mediterráneo, como para su eclosión tras el riego por aspersión producido por el hombre, o las lluvias naturales. Como consecuencia, la densidad vectorial aumenta y con ello la probabilidad de contacto (CCAES, 2013).

Existen diferencias entre la primera infección y las infecciones sucesivas siendo éstas cada vez más graves. El comienzo suele ser súbito, con fiebre (+38°C), escalofríos y dolores musculares de articulaciones grandes (rodillas, caderas, hombros, etc.) por lo que ha sido llamada en numerosas ocasiones la fiebre “quebrantahuesos”. Pueden existir conjuntivitis y ganglios inflamados. La fiebre dura uno o dos días y a partir del quinto aparece piel enrojecida y ronchas que generan picores. En la analítica es característica la disminución de glóbulos blancos. La mortalidad del dengue es inferior al 0,5% pero, en cambio, su morbilidad es elevada (hasta un 90%). La recuperación de la enfermedad, suele ser completa entre dos y cuatro semanas aunque no hay tratamiento curativo o vacuna. Existe otra forma clínica mortal denominado dengue hemorrágico que afecta preferentemente a la población infantil y cuyos síntomas son fiebre, dolor abdominal, vómitos y hemorragias. Con tratamiento, la mortalidad de este tipo disminuye considerablemente por lo que, en nuestro país, el peligro es mínimo debido a las buenas infraestructuras sanitarias que posee (Farreras y Rozman, 2009).

La población más vulnerable suele ser la población localizada en zonas urbanas aunque también se han visto casos de poblaciones rurales afectadas. En grupos de edad, tanto la población infantil resulta mucho más afectada que la población que supera los 65 años de edad afectando de igual manera a hombres y mujeres (INE, 2014). Es por ello que, en nuestro país y siguiendo con las predicciones demográficas de años próximos, habrá un gran porcentaje de población mayor afectada localizada sobre todo en grandes áreas metropolitanas. Hasta el presente solo se pueden constatar dos casos lo cual no valida que en un futuro no existan casos endémicos del virus.

## 3.2. VIRUS DE LENGUA AZUL

El virus de lengua azul, también llamado fiebre catarral ovina, es un tipo de enfermedad vírica de carácter infeccioso pero no contagioso que afecta a los rumiantes sobre todo a los ovinos. Es una enfermedad que no posee ninguna repercusión sobre el ser humano y vegetales y que es transmitida por diferentes especies de mosquitos del género “*Culicoides*”, principalmente el mosquito “*Culicoides imicola*” que se distribuye a lo largo de todo el planeta y que, desde los años noventa, se encuentra asentado por toda el área mediterránea. Es particularmente letal en poblaciones ganaderas ovinas no controladas y sin ningún tipo de gestión sanitaria previa.

### 3.2.1. Factores de distribución del “*Culicoides imicola*”

La distribución del “*Culicoides imicola*” en España (Figura 3.4.) se encuentra muy limitada por la temperatura ya que este vector sólo se localiza en lugares en el que las temperaturas medias y no son superiores a 12,5°C. Aun así intervienen otros factores tales como la velocidad del viento que afecta a la actividad y mortalidad de los adultos; el volumen de las precipitaciones; el tipo de suelo que influye en la calidad del sitio de reproducción; la presencia de anfitriones; y la dispersión de las especies que permiten a las poblaciones a sobrevivir en condiciones no óptimas.

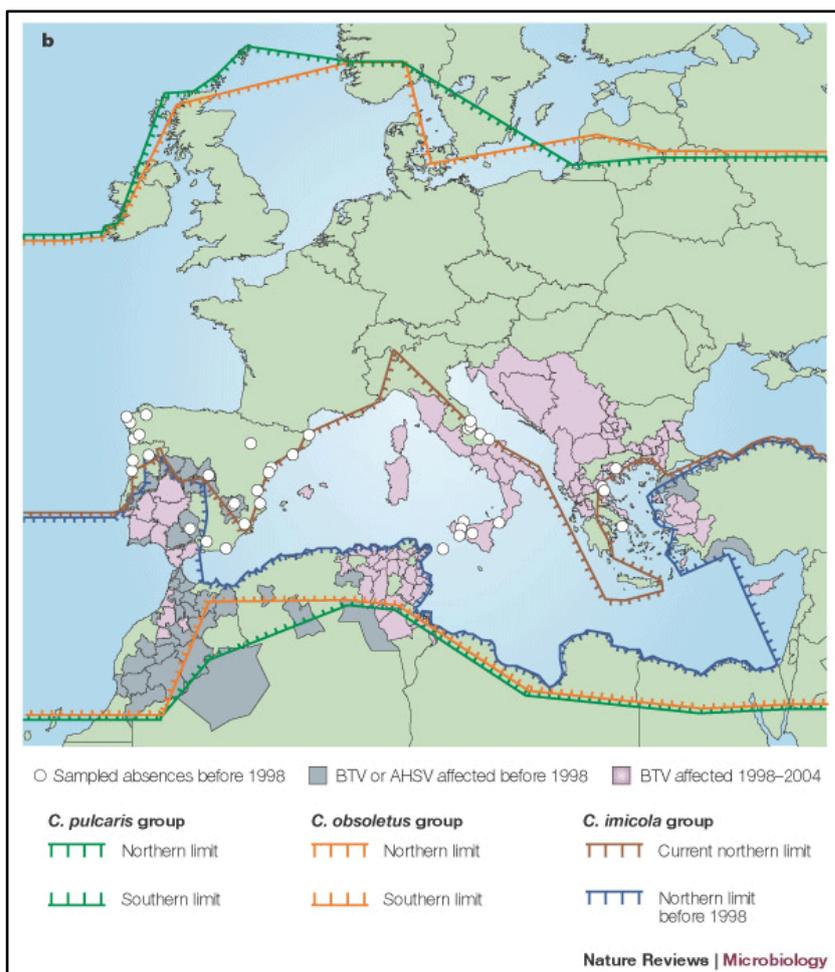


Figura 3.4.: Mapa de distribución de los principales mosquitos del género “*Culicoides*” en el área mediterránea en el año 1998 y en el 2005.  
Fuente: Bethan V. Purse, Philip S. Mellor, David J. Rogers, Alan R. Samuel, Peter P. C. Mertens & Matthew Baylis (2005): *Climate change and the recent emergence of bluetongue in Europe.*

Es por ello que en nuestro país podría extenderse en zonas susceptibles a este aumento de temperatura como es Andalucía, Extremadura y el sureste de la Península (Murcia y Alicante) pero, sin embargo, puede haber condiciones menos favorables para su expansión cuando las precipitaciones no superan los 300 mm como sucede, por ejemplo, en Almería. Aun así las altas temperaturas en verano combinadas con las suaves temperaturas de invierno influyen en las tasas de crecimiento de las poblaciones además el número de meses al año con una temperatura media  $\geq 12,5^{\circ}\text{C}$  proporciona un claro indicador de la probabilidad de crecimiento de la población y persistencia en un sitio.

Las predicciones y modelos establecidos por los expertos del IPCC (2001) vislumbran un aumento de la temperatura media mundial en el año 2100 de  $5,8^{\circ}\text{C}$  que desplazaría las poblaciones de “*Culicoides imicola*” a latitudes más altas. Sin embargo, las predicciones de distribución espacial en virtud del calentamiento global, que no tienen en cuenta el resto de factores de distribución, pueden variar las distribuciones modélicas establecidas (Wittmann, Mellor & Bayle, 2001).

### **3.2.2. Factores de distribución espacial**

Se han descubierto veinticuatro serotipos distintos del virus de lengua azul de los cuales seis de ellos diferentes se han localizado en países de la Unión Europea (1, 2, 4, 8, 9 y 16). En nuestro país se han detectado cuatro de esos seis serotipos (1, 2, 4 y 8) pero debido a nuestra posición geográfica y climática y debido a los intercambios comerciales el riesgo de aparición de más serotipos es bastante acusado. La aparición de la enfermedad en España no se data hasta el año 1956 en donde es detectado el serotipo 10 del virus en el suroeste peninsular y donde fue erradicado en apenas cuatro años. Fue en el año 2000 cuando se volvió a notificar un nuevo foco del virus, esta vez del serotipo 2, en las islas Baleares en una explotación ganadera ovina generando 505 nuevos casos de virus de lengua azul con un 7,78% de mortalidad y con un índice de morbilidad de 14,07% (MARM, 2008).

Fue durante los primeros años del siglo XXI en donde la expansión del virus se hizo más efectiva, nuevo primer caso del virus en la península en el año 2004 en Cádiz, aunque su control también fue más exhaustivo. La enfermedad se expandió rápidamente por toda la Península Ibérica llegando por primera vez al norte en el año 2007 (Figura 3.5.) (MARM, 2008).



Figura 3.5.: Lengua azul. Distribución de la enfermedad en España en el año 2008. Fuente: MARM, 2008

En la actualidad sólo quedan algunos focos establecidos en Andalucía, Extremadura y Castilla-La Mancha (Cuadro 3.1.). En los próximos años se prevé que la resistencia del virus a las vacunas y el aumento de la incidencia del cambio ambiental global en España provocarán un gran aumento de casos localizados por toda la geografía peninsular.

CCAA	PROVINCIA	FOCOS
ANDALUCÍA	CÁDIZ	2
	CÓRDOBA	109
	JAÉN	8
	SEVILLA	35
CASTILLA-LA MANCHA	CIUDAD REAL	53
EXTREMADURA	BADAJOS	24
<b>TOTAL</b>		<b>231</b>

Cuadro 3.1.: Número de casos del virus de lengua azul en España a 7 de Noviembre de 2014.

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

### 3.2.3 Cuadro clínico y consecuencias

Los síntomas de la enfermedad observada entre ovinos y caprinos son distintos, afectando en mucha mayor medida a los ovinos que a estos últimos. En la oveja, aunque los efectos son distintos dependiendo de la raza y tipo de serotipo de la enfermedad, el periodo de incubación de la enfermedad es de entre 7 y 10 días y los principales síntomas son los siguientes: fiebre (hasta 42°C), hemorragias y ulceración del tejido oral y nasal, salivación excesiva, descarga nasal, tumefacción de los labios, lengua y mandíbula, inflamación encima de la pezuña y cojera, debilidad, depresión, pérdida de peso, diarrea profusa, vómitos, neumonía, lengua «azul» como resultado de la cianosis, abortos y pérdida parcial o completa de la lana. La morbilidad es de hasta el 100 % en ovinos altamente susceptibles y la mortalidad entre el 2 y el 50 %, frecuentemente el 10 %. (MARM, 2008).

Una de las principales consecuencias son las pérdidas económicas derivadas de la enfermedad, que van desde un corte en el flujo comercial de ganado hasta el coste económico sanitario generado por la prevención, vigilancia, control, restricciones, pruebas sanitarias y vacunaciones. Indirectamente, la enfermedad causa importantes pérdidas en el sector, ya que los animales rinden menos, producen menos leche y engordan más despacio.

### 3.3. ENFERMEDAD DE LA TRISTEZA DE LOS CÍTRICOS

Siempre son destacadas las enfermedades de humanos y animales a la hora de estudiar los cambios ambientales a lo largo de todo el planeta pero también se debe tener en cuenta las enfermedades relacionadas con el mundo vegetal. En este sentido la repercusión de este tipo de enfermedades se ha incrementado de manera exponencial en los últimos decenios. Este tipo de enfermedades tienen graves impactos biológicos y económicos para los ecosistemas y las poblaciones locales ya que pueden acabar con cosechas enteras.

La enfermedad de la tristeza de los cítricos es uno de estos casos. Es un tipo de enfermedad re emergente que ha afectado en nuestro país en el último siglo desde su aparición a mediados del siglo XX. Se intentó controlar en el último cuarto de siglo pero su reincidencia debido a la modificación genética del vector, resistencia a insecticidas y control de plagas, está provocando que sea una enfermedad re emergente que puede llegar a afectar de gran manera a las nuevas poblaciones de cítricos injertadas.

#### **3.3.1. Factores de distribución del vector y síntomas en los cítricos**

La expansión de la enfermedad en España es debido a dos tipos de pulgones importados desde el sureste asiático, preferentemente China, y que han sobrevivido en el ecosistema gracias a la nueva situación climática imperante. Por un lado tenemos el pulgón del algodón (“*Aphis gossypii*”) localizado en todo el ámbito mediterráneo y cuya aparición data de los años 50 y, por otro lado, el pulgón negro de los cítricos (“*Toxoptera citricidus*”) ubicado en toda la España atlántica (Hermoso de Mendoza, Álvarez, Michelena, González y Cambra, 2008).

El primer brote apareció en el año 1956 y hasta la actualidad se han detectado más de 45 millones de árboles muertos, cifra que representa alrededor de un tercio de la totalidad de las especies que se pueden ver afectadas por este tipo de virus además de una gran pérdida de productividad en los cultivos infectados. Los principales tipos de árboles afectados por este virus son los cítricos como los limoneros, mandarinos y sobre todo naranjos (“*Citrus spp.*”), naranjos enanos (“*Fortunella spp.*”), naranjos trifoliados y plantas de su género (“*Poncirus spp.*”) y los híbridos de todas ellas.

Los daños causados por ambos son bastante distintos ya que el segundo es mucho más devastador que el primero aunque su establecimiento en la Península Ibérica es bastante incierto y menor ya que se encuentra frente a numerosos enemigos naturales que impide su establecimiento y expansión a otras zonas peninsulares meridionales (Hermoso de Mendoza, Álvarez, Michelena, González y Cambra, 2008).

Los síntomas apreciables del virus de los cítricos son los siguientes: los árboles florecen fuera de estación y exageradamente, los frutos son pequeños y numerosos, pérdida clara de brillo e intensidad de las hojas, clorosis en nerviaduras y variadas clorosis muy parecidas a carencias nutricionales.

El proceso del virus es lento y acusado, hojas que van perdiendo tamaño, defoliación clara sobre todo en los extremos de los brotes y color verde de las hojas mucho más plomizo y, finalmente, hay una decadencia y defoliación general del árbol. Los árboles mueren en dos o tres semanas después de adquirir el virus en situaciones extremas pero, en circunstancias normales, los árboles pueden durar secos varios años.

### **3.3.2. Impactos económicos y ecológicos**

España es el primer productor europeo de cítricos y el quinto mundial solo detrás de Brasil, Estados Unidos, China y México dedicando unas 300.000 Has a este tipo de cultivo generando unos 6 millones de toneladas anuales y siendo las naranjas (53% de la producción total), mandarinas (35%) y limones (11%) las principales frutas cultivadas (FAO, 2008).



Gráfico 3.1.: Principales productores de cítricos a nivel global. Fuente: "US Agricultural Reports" y FAO (2008).

La localización de dichos cultivos se sitúa en el litoral costero mediterráneo del este, sobre todo en la Comunidad Valenciana, y sur peninsular habiendo pequeñas plantaciones en el resto del territorio nacional.

La Comunidad Valencia fue la más afectada por el virus ya que miles de cosechas se perdieron dejando sin ingresos a la gran mayoría de fruticultores valencianos. Para paliar las pérdidas ecológicas y económicas se puso en marcha en el año 1975 un programa sanitario en el que se obligó a plantar árboles exclusivamente certificados como libres de CTV e injertados sobre patrones tolerantes plantando más de 100 millones de árboles certificados sustituyendo alrededor del 75% de las plantaciones de cítricos españolas.

Los impactos ecológicos son mucho más difíciles de cuantificar que los económicos pero tienen graves efectos en el medio ambiente y en la sociedad. Estos impactos van desde cambios en las estructuras celulares vegetales, aislamiento de especies debido a la pérdida de masa arbórea, cambios en las rutas migratorias de aves y degradación edáfica severa, acidez del suelo.

## **BLOQUE IV: CONCLUSIONES**

Como se ha demostrado en este proyecto, los cambios ambientales no son hechos predictivos sino realidades que pueden afectar de gran manera a los seres vivos residentes en nuestro país. Asimismo, las enfermedades emergentes que pueden aparecer son una nueva amenaza a la que debe enfrentarse y no solo en la salud humana, ya que tanto las especies animales como vegetales tienen una gran importancia ecológica y económica para los seres humanos. De entre todos los cambios ambientales estudiados en dicho proyecto, toma especial relevancia el cambio climático, motor de producción de los principales cambios ambientales derivados. Las variaciones en la temperatura y precipitación motivan al resto de cambios ambientales globales a afectar de diferente manera las principales características abióticas y bióticas de los ecosistemas sustentados de la Tierra.

Los cambios en los ciclos hidrológicos, en los suelos, la incidencia de los índices rayos UV, cambios en los sistemas alimentarios y la pérdida de biodiversidad derivada de todos ellos son cambios suscitados por el cambio climático y, por consiguiente, se interrelacionan

entre sí todos los cambios, relacionándose más el cambio climático y los índices rayos UV y, por otro lado, el cambio climático con los cambios en los ciclos hidrológicos, usos de suelo, sistemas agrarios y pérdida de biodiversidad. Todos ellos tienen consecuencias negativas en los seres vivos y en las transformaciones de los ecosistemas dejando la Península Ibérica y Baleares como una zona bastante afectada por los cambios descritos con anterioridad.

Las buenas infraestructuras sanitarias que posee España son clave a la hora de sobrellevar este nuevo panorama pero los costes económicos y sociales pueden ser bastante altos sino se toman medidas y estrategias de mitigación y adaptaciones a esta nueva situación ambiental, prioridad que debe afrontar el gobierno español de manera inmediata.

Pero no solo se deben tomar medidas sanitarias con celeridad sino que, mediante la cooperación mundial, se tienen que reducir la generación de elementos que puedan alterar el ambiente de manera significativa para que los ecosistemas puedan recuperar sus características ecológicas primarias y se mantenga el equilibrio natural. Organizaciones mundiales tales como la OMS o el IPCC tienen que tomar mucho más partido en esta nueva realidad e imponer a los estados reducciones paulatinas de contaminantes que hagan que las hipótesis futuras presentes en este proyecto no se hagan realidad.

En definitiva, las políticas ambientales en años posteriores tienen que ser pieza clave en materia de protección del medio ambiente para que próximas generaciones no se encuentren sumidas en un país y en un planeta totalmente desconocido al que conocemos en la actualidad.

## ÍNDICE DE FIGURAS, GRÁFICOS Y CUADROS

### Figuras

Figura 1.1.: Cambios ambientales e interrelación con la salud de los seres vivos	5
Figura 1.2.: Caracterización del área de estudio	9
Figura 1.3.: Caracterización climática según Koppen-Geiger	12
Figura 1.4.: Densidad de población en el área de estudio en el año 2013	15
Figuras 2.1. y 2.2.: Cambios en las T máx. y mín. en los próximos 85 años	18
Figura 2.3.: Cambios en la precipitación media en los próximos 85 años	19
Figura 2.4.: T máx. por CA en los meses de Julio y Agosto en el año 2003	21
Figura 2.5.: Distribución espacial de los brotes por enfermedades hídricas	25
Figura 2.6.: Mapa de riesgo de desertificación derivado de la pérdida de suelo	27
Figura 2.7.: Distribución espacial del UVI modelado para toda España en primavera, verano, otoño e invierno, respectivamente, para cielos despejados y al mediodía, obtenida con el Modelo de Predicción del UVI del INM	31
Figura 3.1.: Distribución del dengue y límites de la misma en el mundo	38
Figura 3.2.: Distribución del mosquito “ <i>Aedes albopictus</i> ” en el año 2014	39
Figura 3.3.: Posible distribución de los mosquitos “ <i>Aedes aegypti</i> ” y “ <i>Aedes albopictus</i> ” en Europa	40
Figura 3.4.: Mapa de distribución de los principales mosquitos del género “ <i>Culicoides</i> ” en el área mediterránea en el año 1998 y en el 2005	43
Figura 3.5.: Lengua azul. Distribución de la enfermedad en España	44

### Gráficos

Gráfico 1.1.: Población total distribuida por CCAA en el área de estudio, año 2013	13
Gráfico 1.2.: Pirámide de población en el área de estudio, año 2013	14
Gráfico 2.1.: Distribución estacional de los brotes por infecciones hídricas	24
Gráfico 2.2.: Valores máx. del índice UV en varias ciudades españolas en 2004	32
Gráfico 2.3.: Distribución de especies amenazadas en España según el CNEA	34
Gráfico 3.1.: Principales productores de cítricos a nivel global	47

### Cuadros

Cuadro 2.1.: Posibles escenarios climáticos en España	17
---	----

Cuadro 2.2.: Cifras absolutas de mortalidad y tasa de mortalidad por grupos de edad (por 100.000 hab.). Melanoma o cáncer maligno de piel en el período 1990-2000	33
Cuadro 3.1.: Número de casos del virus de lengua azul en España	45

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Abiótico (Factor):** Son todos los fenómenos físicos (presión atmosférica, lluvia, aire, suelo, etc.) y químicos (componentes de las rocas, minerales, salinidad, etc.) que afectan a los organismos dentro de un ecosistema.

**Agente etiológico:** Entidad biológica, física o química capaz de causar enfermedad.

**Biótico (Factor):** Comprenden todos los seres vivos presentes en un ecosistema y las interacciones que se forman entre ellos: vegetales, animales, seres humanos y microorganismos.

**Dípteros (“Diptera”):** son un orden de insectos neópteros caracterizados porque sus alas posteriores se han reducido a halterios, es decir, que poseen sólo dos alas membranosas y no cuatro como el resto de los insectos.

**Enfermedades emergentes:** nuevas infecciones que eran desconocidas hasta el momento y que son resultado de la aparición de nuevos agentes patógenos o bien de la evolución/modificación de un agente patógeno existente (virus, bacteria, parásito o prion), que se adapta a nuevas especies de hospedadores o nuevos vectores o que incrementa de su patogenicidad.

**Patógeno:** es todo agente biológico externo que se aloja en un ser biológico (llamado huésped) dañando de alguna manera su anatomía a partir de enfermedades o daños visibles o no.

**Resiliencia:** definida por Holling como la capacidad que poseen los ecosistemas naturales para absorber catástrofes sin alterar significativamente las características de dichos ecosistemas haciendo que pierdan funcionalidad y biodiversidad. Se ha podido observar que los ecosistemas más complejos, que poseen mayores interacciones entre sí, tienen resiliencias mayores ya que se componen de más mecanismos autos reguladores.

**Riesgo ambiental:** probabilidad de ocurrencia de un fenómeno que afecta directa o indirectamente al medio ambiente. Se trata de un peligro ambiental al que pueden estar sometidos los diversos elementos que se incluyen en el medio ambiente, incluidos los seres humanos. En la actualidad, y como consecuencia de la forma estructural de la sociedad actual a nivel global, se están produciendo cambios en la distribución y magnitud de los fenómenos naturales asociados al medio ambiente.

**Riesgo natural:** probabilidad de perder vidas humanas o riquezas naturales como consecuencia de algún desastre de un fenómeno natural o causado por el ser humano. Son fenómenos físicos de origen atmosférico, hidrológico, biológico, climatológico, geomorfológico, geológico y cósmico; que se pueden producir de manera lenta o rápida y afectar a un territorio en concreto o de manera global (riesgos naturales globales).

**Serotipo:** microorganismo que puede causar infección y que es clasificado de acuerdo a los antígenos que exhibe superficialmente en sus células. Un antígeno es una sustancia que cuando invade un organismo de tipo animal provoca una reacción defensiva del mismo. Los diferentes serotipos posibilita distinguir entre microorganismos ya que existen distintas poblaciones de una misma especie y cada especie puede poseer serotipos diferentes.

**Vector biológico:** es un agente, generalmente orgánico, que sirve como medio de transmisión de un organismo a otro. Son estudiados por ser causas de enfermedades pero también como posibles curas.

**Vulnerabilidad:** es un término que relacionamos con la mayor o menor exposición que tenga un territorio para ser afectado por un fenómeno ambiental. La vulnerabilidad varía de un territorio a otro, es decir, existirá mayor vulnerabilidad en territorios mucho más afectados por los fenómenos ambientales tales como ciclones, terremotos, periodos de precipitación intensa, etc. Además, el grado de vulnerabilidad implica la capacidad de los servicios de gestión de riesgo para actuar de manera eficiente frente al riesgo.

**Zoonosis:** grupo de enfermedades de los animales que se transmiten al ser humano por contagio directo con el animal enfermo a través de algún fluido corporal o mediante la presencia de algún intermediario como los mosquitos u otros insectos. También pueden ser contraídas por consumo de alimentos de origen animal o por consumo de frutas y verduras crudas mal lavadas.

## BLOQUE V: FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

ADDISCOTT, T. (1988): *Farmers, Fertilizers and the Nitrate Flood. New scientist*, 120.

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGIA DE ESPAÑA & INSTITUTO DE METEOROLOGIA DE PORTUGAL (2011): *Atlas climático Ibérico*

AGENCIA EUROPEA DE METEOROLOGIA (2011): *Los impactos del cambio climático en Europa: una evaluación basada en indicadores*. Madrid.

ALVAREZ-URIA. P. & ZAMORANO. C. (2007): *La biodiversidad en España*. Indicadores del observatorio de la sostenibilidad en España

BERRANG-FORD, L., FORD J.D. & PATERSON, J. (2010): “*Are we adapting to climate change?*” Editorial Elsevier.

BLUM, W. & SANTELISES, A.A. (1994): *A concept of sustainability and resilience based on soil functions*

CENTRO COMPLUTENSE DE ESTUDIOS E INFORMACIÓN MEDIOAMBIENTAL (CCEIM) (2012): *Cambio global en España 2020/50: Cambioclimático y salud*. Edita el CCEIM, Comisiones Obreras (CCOO) y la Sociedad Española de Sanidad Ambiental (SESA).

CENTRO DE COORDINACIÓN DE ALERTAS Y EMERGENCIAS SANITARIAS (CCAES) (MINISTERIO DE SANIDAD, SERVICIOS SOCIALES E IGUALDAD) (2013): *Evaluación del riesgo de introducción y circulación del virus de dengue en España*.

CENTRO NACIONAL DE EPIDEMIOLOGÍA & CIBER EPIDEMIOLOGÍA Y SALUD PÚBLICA (CIBERESP) (2008): *Vigilancia epidemiológica de brotes de transmisión hídrica en España. 1999-2006*. Boletín epidemiológico.

FARRERAS & ROZMAN (2009) *Medicina Interna (Decimosexta edición, volumen II)*. Ediciones Elsevier.

GONZALEZ PEREZ J.M. (2005): *Melanoma maligno de piel en España: el riesgo en los territorios atlánticos y mediterráneos. Una aproximación desde la geografía de la salud*. Revista de Geografía nº.4 pp. 49-74.

GREENPEACE (2009): *La crisis del clima: Evidencias del cambio climático en España*.

GRUPO DE EXPERTOS PARA LA EVALUACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES (EEAP) (2010): *Environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change*

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC) (2005): *La protección de la capa de ozono y el sistema climático mundial: Cuestiones relativas a los hidrofluorocarbonos y a los perfluorocarbonos*,

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC) (2001): *Cambio climático 2001, Impactos, adaptación y vulnerabilidad*.

HERMOSO DE MENDOZA, A., ÁLVAREZ, A., MICHELENA, J., GONZALEZ, P. & CAMBRA, M. (2008): *Dispersión, biología y enemigos naturales de "Toxoptera citricida" (Kirkaldy) (Hemiptera, Aphididae) en España*. Boletín sanitario de vegetación y plagas nº34 pp. 77-87.

HOLLING, C., S. (1973): *Resilience and Stability of Ecological Systems*. Rev. Ecol. Syst. 4:1-23.

INE (Instituto Nacional de Estadística) (2013). Datos demográficos. Ver en: [www.ine.es](http://www.ine.es)

JESSOP, N. M. (1975): *Biosfera, los seres vivos y su ambiente*. Barcelona. Ediciones Omega S. A.

KÖPPEN, W., (1936): *Das geographische System der Klimate*. En: *Handbuch der Klimatologie, band I, teil*. Editado por Köppen, W. and Geiger.

MARTIN DELGADO. M. M. & PITA TOLEDO. M. L. (2007): *Informe: Aguas y salud pública. Resumen ejecutivo*. Plan Nacional de Salud y Medio Ambiente.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (2011): *Los impactos del cambio climático en Europa: una evaluación basada en indicadores*. Edita el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

MORATA, A., (2014): *Guía de escenarios regionalizados de cambio climático sobre España a partir de los resultados del IPCC-AR4*. Edita el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

OFICINA ESPAÑOLA DE CAMBIO CLIMÁTICO (OECC) (2005): *Principales Conclusiones de la Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*. Edita el Ministerio de Medio Ambiente.

PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO (2014): *III informe de seguimiento*.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (2006): *Manual del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la Capa de Ozono*.

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FITOPATOLOGIA (2010): *Patógenos de plantas descritos en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA  
(MARM) (2008): *Lengua azul: Situación de la enfermedad en España y Europa*

WITTMAN, E.J., MELLOR, P.S. & BAYLIS, M. (2001): *Using climate data to map the potential distribution of Culicoides imicola (Diptera: Ceratopogonidae) in Europe.*