



Diagnóstico de Riesgos y Vulnerabilidades y adaptación al cambio climático en la isla de Gran Canaria

INVENTARIO DE VULNERABILIDAD Y RIESGOS DE LA BIODIVERSIDAD DE GRAN CANARIA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

**ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS
E INCENDIOS FORESTALES**

Índice

PRESENTACIÓN.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
1. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN CANARIAS.....	9
1.1. Impactos del cambio climático sobre la biodiversidad de Canarias.....	12
Proliferación y expansión de especies introducidas.....	13
Aumento del riesgo de incendios.....	15
Cambios en la resiliencia de los ecosistemas.....	16
Contracción del rango de distribución de especies y ecosistemas.....	17
2. ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS.....	20
2.1. Concepto de Especie Exótica Invasora.....	21
2.2. Especies exóticas invasoras en un contexto de cambio climático.....	22
2.2.1. Respuesta invasora de diferentes grupos taxonómicos al cambio climático.....	23
Flora.....	23
Invertebrados.....	25
Vertebrados.....	26
2.3. Etapas en los procesos de invasión biológica.....	26
Etapa de captación.....	27
Etapa de transporte.....	27
Etapa de liberación.....	27
Etapa de establecimiento.....	28
Etapa de expansión.....	28
2.4. Coste social de las invasiones biológicas.....	29
2.5. Sectores socioeconómicos vinculados a las invasiones biológicas.....	30
Sector agropecuario.....	30
Gestión de los recursos naturales.....	30
Floricultura.....	31
Ganadería y actividad cinegética.....	31
Control biológico.....	32
Mascotas y animales de compañía y colección.....	32
Importación de madera.....	37
Turismo.....	37
2.6. Vías de introducción de las especies exóticas.....	37

2.7. Herramientas para la gestión de especies exóticas invasoras.....	41
Priorización de las especies exóticas, vías de entrada y territorio frente a las invasiones.....	42
Bases de datos con información sobre especies exóticas invasoras.....	45
Modelos predictivos de distribución de especies invasoras.....	47
Análisis de riesgos.....	48
Detección temprana.....	50
Planes de contingencia.....	51
Estrategias para el control de especies ya establecidas.....	52
Sensibilización, concienciación y educación.....	53
2.8. Marco legal. Competencias e implicación de las Administraciones en la gestión de especies invasoras.....	55
2.9. Impactos asociados a las especies invasoras.....	58
Afecciones a la salud o capacidad de hospedar a parásitos o patógenos conocidos.....	58
Afecciones a los hábitats.....	60
Afecciones a los espacios naturales protegidos.....	64
Afecciones a las especies amenazadas o protegidas.....	64
Riesgo de hibridación con especies nativas.....	66
Afecciones socioeconómicas.....	67
Agricultura y ganadería.....	67
Aumento en la frecuencia y/o intensidad de los incendios.....	69
2.10. Especies exóticas con potencial invasor en canarias.....	70
2.10.1. Bases de datos consideradas.....	72
2.10.2. Grupos taxonómicos.....	75
3. INCENDIOS FORESTALES.....	83
3.1. Aproximación al marco legal de los incendios forestales.....	84
Zonas de alto riesgo de incendio.....	86
Planes de Defensa en zonas de alto riesgo de incendios forestales de Canarias.....	88
3.2. Análisis territorial de Gran Canaria en relación con los incendios forestales.....	89
3.2.1. Medio físico.....	89
3.2.2. Climatología.....	90
3.2.3. Biodiversidad.....	91
Pisos de vegetación.....	92
Formaciones vegetales de las ZARIs.....	92
Hábitats de interés comunitario.....	94

Especies protegidas.....	95
Relación entre incendios y biodiversidad.....	197
3.2.4. Aspectos socioeconómicos.....	98
3.3. Caracterización de los incendios forestales.....	99
3.3.1 Tipología de los incendios forestales.....	99
Evolución de los grandes incendios forestales.....	101
3.3.2. Causas de los incendios forestales.....	103
3.3.3. Análisis por municipios.....	104
3.3.4. Estudio de la combustibilidad.....	106
3.3.5. Factores socioeconómicos.....	111
3.3.6. Factores atmosféricos.....	112
3.3.6.1. Meteorología.....	112
Alisios dominantes.....	112
Advecciones saharianas.....	113
Borrascas atlánticas.....	114
3.3.6.2. Clima y cambio climático.....	114
3.4. Análisis del riesgo de incendios forestales.....	115
3.4.1. Peligrosidad.....	115
3.4.2. Vulnerabilidad.....	121
3.4.3. Riesgo.....	124
Caracterización del riesgo en las zonas de alto riesgo de incendios forestales de Gran Canaria.....	124
3.5. Gestión del riesgo de incendios forestales en Gran Canaria.....	127
3.5.1. Objetivos.....	129
3.5.2. Estrategia.....	132
3.5.3. Medidas y actuaciones.....	133
3.5.3.1. Medidas y actuaciones para la prevención.....	133
Sensibilización e información.....	133
Modificación de la combustibilidad.....	134

Medidas y actuaciones de autoprotección en interfaz urbano-forestal.....	145
Mantenimiento y mejora de medios de apoyo a la prevención.....	146
Acciones de mejora del entorno socioeconómico.....	146
3.5.3.2. Medidas y actuaciones referentes a la detección y extinción.....	148
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	151
4.1. Cambio climático.....	151
4.2. Especies exóticas.....	152
4.3. Incendios forestales.....	153
BIBLIOGRAFÍA.....	156

PRESENTACIÓN

El presente trabajo se enmarca en el proyecto “Diagnóstico de riesgos y vulnerabilidades y adaptación al cambio climático en la isla de Gran Canaria”, elaborado por el Consejo Insular de la Energía de Gran Canaria (CIEGC) con el apoyo de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

El objetivo general del mencionado proyecto es “Diagnosticar con precisión impactos, grado de vulnerabilidad y respuestas específicas de adaptación que, derivados del calentamiento global, afecten a la totalidad de la población, territorio, sectores productivos e infraestructuras básicas de residencia y de abastecimiento energético e hídrico de Gran Canaria”.

Uno de los objetivos del proyecto (OE-3) es “Reducir amenazas del calentamiento global sobre la biodiversidad de Gran Canaria por expansión de especies foráneas y por riesgo de incendios”. Ligada a este objetivo específico se enmarca la actividad A-2, consistente en la “realización de inventarios del grado de vulnerabilidad y riesgos del cambio climático en Gran Canaria”.

Aquí se analiza la vulnerabilidad y riesgos del cambio climático en Gran Canaria respecto a la Biodiversidad, considerando tanto las especies exóticas invasoras como con la gestión del riesgo de incendios forestales. Para ello se ha recopilado información de diversas fuentes y referidas a ámbitos territoriales más o menos amplios, tratando de seleccionar, en lo posible, aquella relativa a la isla de Gran Canaria o al Archipiélago Canario.

INTRODUCCIÓN

El declive de la biodiversidad pone en riesgo la economía, los medios de vida, la seguridad alimentaria y la calidad de vida de las personas; por tanto, la influencia del cambio climático sobre la biodiversidad es tan irrefutable como que el estrés ambiental y las enfermedades afectan a la salud humana y a la esperanza de vida de una sociedad. (IPBES, 2018).

En todo el mundo se han dedicado grandes esfuerzos en los últimos años a comprender cómo afectará el cambio climático a la biodiversidad, con el fin de desarrollar estrategias de gestión compatibles con la conservación del patrimonio natural y, por tanto, beneficiosas para el desarrollo socioeconómico. No es una tarea sencilla: las especies son muchas, sus respuestas ante el proceso dinámico de cambio climático son numerosas, y además hay que añadir interacciones con otros elementos del cambio global relacionados con el modelo de desarrollo de las sociedades modernas.

Frente a la complejidad de la tarea de construir conocimiento y trasvasarlo a la sociedad, es fundamental y urgente promover y defender una gestión ambiental coherente con la estabilidad y el avance social, que permita salvaguardar nuestro patrimonio natural y los bienes y servicios ecosistémicos que éste nos ofrece y que garantizan el desarrollo socioeconómico.

Desafortunadamente, las investigaciones no siempre influyen de manera directa en la gestión o la toma de decisiones más adecuadas desde el punto de vista técnico. Sin embargo, la toma de decisiones debe estar apoyada en argumentos de solidez contrastada. Así pues, es evidente la necesidad de que científicos, gestores y sociedad establezcan cauces de comunicación adecuados en todos los sentidos (Moreno, 2016).

La adaptación debe implicar a la sociedad, principal beneficiaria de los bienes y servicios ecosistémicos. Es necesario apostar por políticas vinculadas a la educación ambiental y la ordenación del territorio para mejorar la capacidad de adaptación de la biodiversidad al cambio climático y prevenir sus impactos (Martín Esquivel *et al.*, 2013).

No actuar de forma firme frente al cambio climático tiene un coste elevado, tanto para la salud como para la economía. La inversión a realizar sería ámpliamente rentabilizada por los ahorros en los sistemas globales, particularmente en el campo de la salud (Herrero, 2018).

1. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN CANARIAS

Se asume que es prácticamente inevitable un calentamiento de al menos 2 °C en la temperatura del planeta y, como sucede en otras zonas, Canarias también sufre las consecuencias del calentamiento global. Algunos autores sostienen que, salvo que haya un cambio radical en la tónica de emisiones de gases de efecto invernadero, el calentamiento podría alcanzar 4 °C (Martín Esquivel *et al.*, 2013).

Estudios recientes concluyen que tanto en Tenerife (Martín *et al.*, 2012) como en Gran Canaria (Luque *et al.*, 2014), la tasa de **incremento de temperatura media anual** ha sido de 0.09 °C/década durante el periodo 1944-2010; sin embargo, al considerar sólo el periodo 1970-2010 la tasa de calentamiento crece hasta un incremento de 0.17 °C/década. El patrón de calentamiento observado tanto en Gran Canaria como en Tenerife indica que **el calentamiento es mayor en las horas nocturnas que en las diurnas, y más intenso en las cumbres**, donde el efecto atemperante del océano y la nubosidad son menores, mientras que en la costa se encuentra más atenuado y se asemeja al calentamiento del mar en superficie (Martín *et al.*, 2011). Esto coincide con el patrón del calentamiento global, que muestra que las últimas décadas han sido las más cálidas desde que se tienen registros; la primera década del siglo XXI fue más cálida que la década previa, y ésta, a su vez, más que la anterior (Martín Esquivel *et al.*, 2013). Las Figuras 1 y 2 muestran las anomalías de temperatura media anual en Tenerife y Gran Canaria durante el periodo 1940-2010.

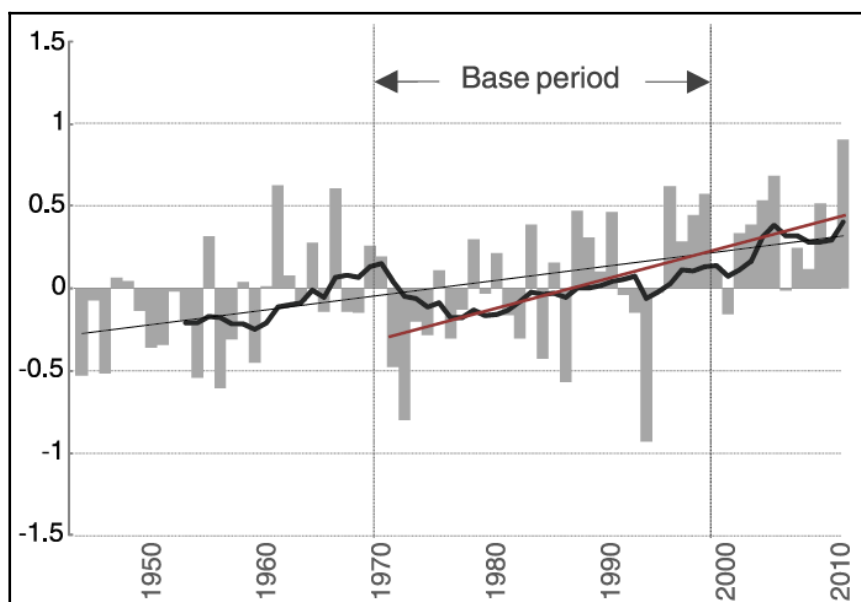


Figura 1. Anomalías de temperatura media anual en Tenerife entre 1944 y 2010 (Martín *et al.*, 2012).

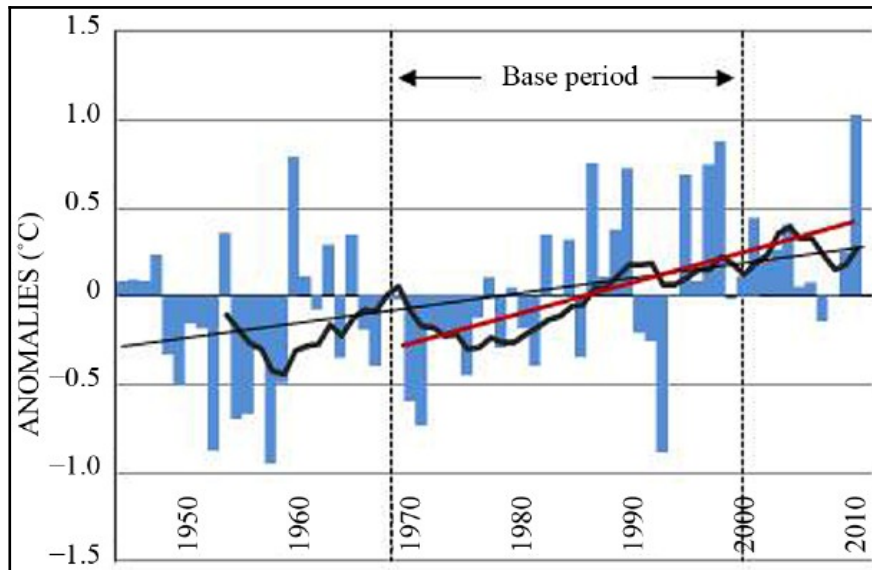


Figura 2. Anomalías de temperatura media anual en Gran Canaria entre 1944 y 2010 (Luque *et al.*, 2014).

La Figura 3 muestra la distribución de la tendencia de aumento de temperatura media anual en la isla de Gran Canaria y su relación con la distribución de especies protegidas y hábitats de interés comunitario.

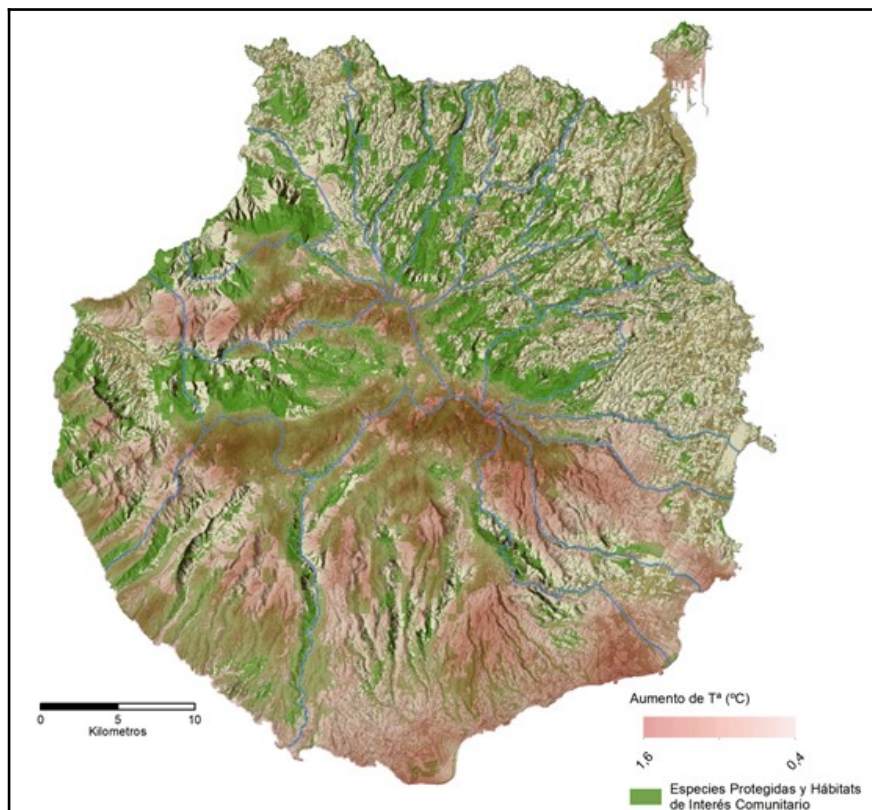


Figura 3. Distribución de la tendencia de aumento de temperatura media anual en la isla de Gran Canaria y su relación con la distribución de especies protegidas y hábitats de interés comunitario.

(elaboración propia. Fuentes: Santana, 2013; Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias; Hábitats naturales de interés comunitario).

La ola de calor es un fenómeno meteorológico que de forma simple se define como un conjunto de varios días sucesivos extremadamente cálidos (Moreno, 2005). En Canarias, los episodios de ola de calor se manifiestan como aumentos pronunciados de temperatura, con temperaturas máximas superiores a 30°C, superando los 35°C en algún momento, y mínimas superiores a 22°C. El aumento brusco de temperatura durante la ola de calor va unido a un descenso de humedad relativa, del 80% a menos de 25% en tan sólo siete horas; aumenta la insolación y predominan las calmas. Del estudio de las temperaturas extremas máximas en Canarias se desprende que durante el periodo 1984-2006 hay una **tendencia creciente de la frecuencia de las olas de calor**; se diferencian dos sub-períodos homogéneos separados por una discontinuidad sucedida en 1994, de forma que **el número anual de olas de calor sucedidas en Canarias se ha cuadruplicado desde 1994**, particularmente debido a un incremento de las olas de calor sucedidas a comienzos del otoño, apuntando a una **prolongación de la época estival** (Sanz *et al.*, 2007). La Figura 4 muestra la evolución de frecuencia anual de olas de calor en Canarias durante los últimos años.

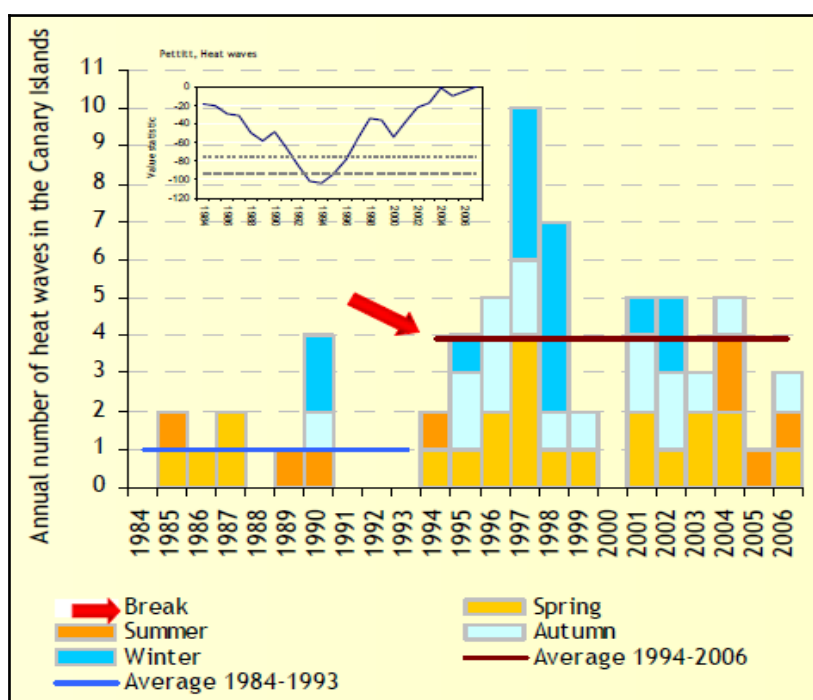


Figura 4. Número de olas de calor en Canarias entre 1984 y 2006. Las líneas horizontales indican el valor promedio en los dos subperíodos separados por una discontinuidad en 1994 (Sanz *et al.*, 2007).

A nivel ecológico, una ola de calor puede tener un impacto notable sobre un organismo activo pero no aclimatado al calor y un impacto mínimo sobre un organismo en fase de resistencia o que esté bien aclimatado si el evento de ola de calor ha estado precedido por un periodo de calentamiento progresivo. En todo caso, la recurrencia de eventos extremos como las olas de calor y las sequías suponen un **impacto ecológico acumulativo**, con situaciones umbral a partir de las que el impacto del clima es desproporcionadamente alto (Moreno, 2005).

Respecto a la precipitación media anual en Canarias, es muy variable. Según la información

disponible, **las precipitaciones anuales tienden a disminuir** aunque este patrón sólo es estadísticamente significativo en las laderas de barlovento de Gran Canaria y Tenerife (García-Herrera *et al.*, 2003; Martín Esquivel *et al.*, 2013). Un descenso en la precipitación se traduce en **escorrentías menos frecuentes y más erosivas**, así como **menos infiltración y recarga de acuíferos**, lo que afecta a la salud de los ecosistemas, incrementa el riesgo de incendios y puede reducir el éxito de las campañas de reforestación.

En relación con el aumento de temperaturas y disminución de precipitaciones, un estudio del Ministerio de Medio Ambiente concluye que **Canarias es uno de los lugares donde más se notarán los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos**, con una disminución de disponibilidad del 10% o del 25%, según se considere sólo el aumento de temperatura o se considere también el descenso de precipitaciones, respectivamente (Ministerio de Medio Ambiente, 2000).

También se han detectado **cambios en la dirección de los vientos**, sobre todo un aumento en la frecuencia de vientos de componente este en otoño/invierno (Alonso-Pérez *et al.*, 2011), con las consiguientes **advecciones de polvo sahariano**, que se suceden prácticamente en cualquier estación del año. Este cambio en la procedencia de las masas de aire disminuye la humedad y suele suponer un aumento de la temperatura, siendo más comunes las olas de calor y, con ellas, el **riesgo de incendios forestales** (Martín Esquivel *et al.*, 2013).

1.1. Impactos del cambio climático sobre la biodiversidad de Canarias

La alteraciones en las condiciones ambientales producidas por el cambio climático ocasionarán **desequilibrios ecológicos** en las relaciones entre especies que, a su vez, supondrán una retroalimentación positiva del desequilibrio, con resultados indeseables vinculados al **aumento de vulnerabilidad** al cambio climático, tanto de la biodiversidad como del modelo socioeconómico. Una **planificación adecuada de la adaptación**, del conjunto de elementos que conforman el archipiélago canario, incluida la sociedad y su capacidad de promover cambios para acoplarse al nuevo clima construyendo infraestructuras de defensa, facilitando desplazamientos de especies y comunidades naturales, adecuando la ordenación del territorio para disminuir los riesgos y muchas otras medidas de adaptación, puede **mejorar la capacidad de adaptación intrínseca del sistema y disminuir su vulnerabilidad** (Martín Esquivel *et al.*, 2013).

Los impactos se producen por las variables climáticas sobre los elementos del sistema de interés, y se definen en base a su probabilidad y a sus consecuencias. Antes de identificar las medidas de adaptación hay que hacer una valoración de los impactos y de los riesgos u oportunidades derivados de ellos; es estratégico **identificar los impactos por los que la sociedad estaría dispuesta a realizar un esfuerzo y tomar medidas cautelares**. Es posible que el cambio climático produzca también impactos positivos que proporcionen oportunidades de desarrollo ambiental, social y económico.

Los impactos del cambio climático, algunos relacionados directa e indirectamente con los incendios forestales y las especies invasoras, supondrán una parte significativa del producto interior bruto. Los costes de adaptación aumentan exponencialmente con el tiempo; **una inversión temprana en adaptación permite ahorrar recursos en el futuro** (Stern, 2006).

En 2013 el Gobierno de Canarias desarrolló una evaluación preliminar de capacidad de adaptación y de la vulnerabilidad ante el cambio climático en las Islas Canarias a través del Proyecto Clima-Impacto, considerando elementos significativos de los sectores natural (especies exóticas, especies nativas y hábitats naturales), social (salud, edificación, infraestructuras, energía y agua) y económico (sectores turístico, agropecuario, pesquero y forestal) a escala de Canarias. El trabajo partía de la recopilación bibliográfica de evidencias y análisis de información (Nazco & Martín, 2013), para posteriormente buscar el consenso a través de un taller con numerosos expertos de distintos ámbitos. Se analizó la probabilidad de los impactos esperados, las consecuencias sobre cada elemento, su vulnerabilidad, el riesgo derivado y la capacidad de adaptación de los distintos elementos (Martín Esquivel *et al.*, 2013). A partir de los resultados de dicho trabajo, respecto a los impactos sobre la biodiversidad, cabe destacar los siguientes:

- Proliferación y expansión de especies introducidas.
- Aumento del riesgo de incendios.
- Cambios en la resiliencia de los ecosistemas.
- Contracción del rango de distribución de especies y ecosistemas.

Proliferación y expansión de especies introducidas

El cambio climático afecta a las vías de entrada de las especies invasoras, así como a los procesos de establecimiento, dispersión y colonización de nuevos hábitats. Incluso, algunas especies introducidas que actualmente no muestran tal comportamiento, se tornarán en invasoras por las consecuencias del cambio climático; especialmente aquellas de naturaleza termófila (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011). Unido a los cambios de uso del suelo, la fragmentación del hábitat y otras perturbaciones de los ecosistemas como los incendios forestales o alteraciones del territorio vinculadas al desarrollo socioeconómico favorecen el establecimiento de mayor cantidad de especies introducidas.

El cambio climático supone un régimen de perturbaciones que al interactuar con especies exóticas introducidas altera la estructura, composición de especies, productividad y funcionamiento de los ecosistemas, de modo que **aumenta el riesgo de invasiones biológicas** (Martín Esquivel, 2013). Además, **especies exóticas introducidas en épocas pasadas podrían comenzar a expresar un carácter invasor** si las nuevas condiciones las hicieran más competitivas o aumentaran su tasa de propagación (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011). Así, el cambio climático favorecerá la proliferación de determinadas especies exóticas invasoras y plagas que adquirirán mayor protagonismo que en la actualidad (Valladares, 2008).

La aparición y expansión de especies introducidas se relaciona también con el aumento de la incidencia de **enfermedades vegetales**, especialmente aquellas provenientes de regiones cálidas. Los patógenos, una vez introducidos en las islas, pueden llegar a expandirse rápidamente por las zonas cálidas y, progresivamente, colonizar las medianías. A modo de ejemplo se puede citar casos como el picudo rojo (*Rhynchophorus ferrugineus*) o el picudo de las palmeras (*Diocalandra frumenti*), dos especies de insectos que afectan a los palmerales, uno de los hábitats más emblemáticos y de interés prioritario en Canarias; también la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*), plaga de gran impacto económico para el cultivo de la papa; o la psila de los ficus (*Macrohormotoma gladiata*), plaga que afecta a las zonas ajardinadas de zonas bajas y que progresivamente va apareciendo en jardines urbanos de medianías (Salas, 2013).

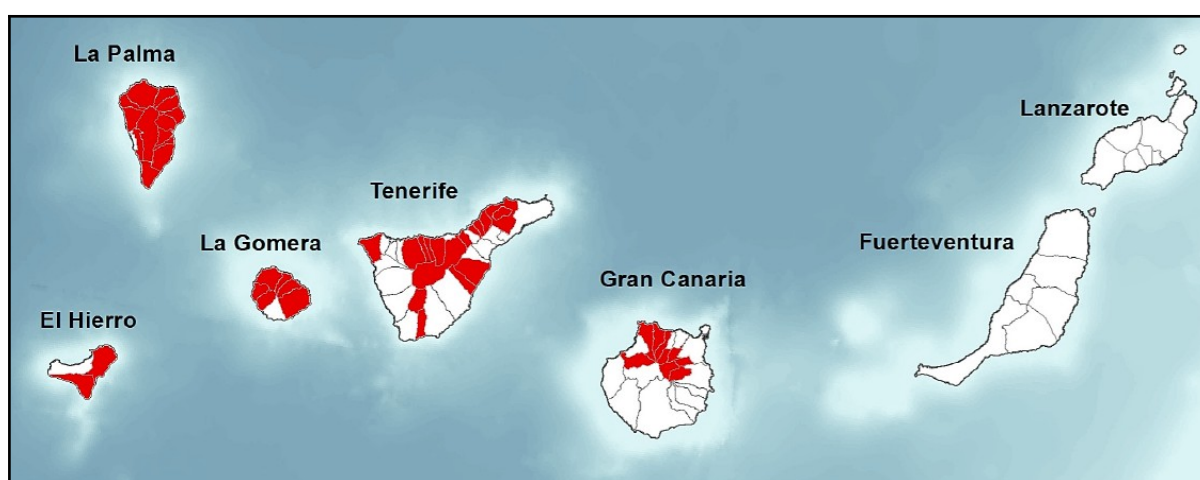


Figura 5. Distribución de la polilla guatemalteca de la papa (*Tecia solanivora*) en los municipios de Canarias en abril de 2016, (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2018).

Existe un consenso general respecto a que el cambio climático favorecerá las especies exóticas invasoras, aunque definir a cuáles y cómo es una tarea compleja que requiere de la elaboración de un conocimiento dinámico: para el caso de una determinada especie exótica establecida, su distribución puede (o no) estar en equilibrio con el clima actual, y el cambio climático podría favorecer su adaptación al territorio de invasión o su capacidad de expansión en el territorio. Por otro lado, además de la alteración directa producida por el clima, el cambio climático afecta indirectamente a las invasiones a través de otros factores como la resistencia de un ecosistema a ser invadido, las interacciones ecológicas, y cambios en las vías de entrada al territorio de las especies exóticas o en sus vectores de dispersión (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011).

La casuística de las invasiones biológicas debe ser considerada y gestionada especie por especie, máxime en un contexto de cambio climático. El proceso de gestión será enriquecedor; los aprendizajes y experiencias vinculados a cada elemento (especies, ecosistemas, vías de dispersión de las especies) pasan a formar parte de las capacidades para hacer frente a retos de gestión de nuevas invasiones biológicas.

Aumento del riesgo de incendios

Resulta difícil establecer relaciones directas entre incendios y cambio climático, debido a la complejidad del problema de los incendios forestales en España: enorme variabilidad espacial y temporal, cambios socioeconómicos, demográficos y paisajísticos, modificaciones de las políticas forestales y desarrollo de sistemas de extinción de incendios. En todo caso, el cambio climático se ha sumado a una situación estructural de los montes españoles caracterizada por el aumento de superficie forestal, en particular, un aumento de las masas jóvenes, inestables y con poca o nula gestión, fruto del abandono del medio rural y de los aprovechamientos forestales. No se debe pasar por alto además que los incendios son emisores de gases de efecto invernadero, causantes del cambio climático que a su vez incrementa la vulnerabilidad de los bosques; así, **los incendios forestales de alta intensidad y el cambio climático son dos fenómenos que se retroalimentan** (Greenpeace, 2009).

Se espera también que, como consecuencia del abandono de tierras marginales, el reemplazo de vegetación mesofítica por otra más xerofítica, junto con el desarrollo de matorrales en zonas quemadas, aumenta la inflamabilidad del territorio (Moreno, 2005). Por otro lado, se espera que el cambio climático provoque la aridificación de algunas áreas, lo que reduciría la acumulación de combustible a largo plazo (Moreno, 2005) pero retrasaría su descomposición.

En el contexto de cambio climático, **se espera que se incrementen las zonas de alto riesgo de incendios**, la duración de la **época de peligro**, la frecuencia de las **igniciones** y la frecuencia de **incendios** (Moreno, 2005). En particular, los incendios de alta intensidad son extremadamente dañinos, peligrosos e inasumibles para los sistemas de extinción si no se dan las condiciones ambientales adecuadas para tratar de controlarlos. Así, los grandes incendios forestales y, de entre ellos, los incendios de alta intensidad, van a seguir superando la capacidad de los sistemas de extinción de incendios (Greenpeace, 2009).

En Canarias, el aumento de la temperatura y las olas de calor, la disminución de la humedad ambiental debido a la incidencia de vientos de componente este y el incremento en la velocidad del viento son circunstancias muy relacionadas con la magnitud de los incendios, especialmente en la época estival y se espera una **prolongación de la temporada de peligro de incendio** (González-Calvo *et al.*, 2008; Marzol, 2001; Nazco & Martín, 2013). Cuando se combinan eventos de **ola de calor** con **invasiones de polvo sahariano**, el riesgo de incendio aumenta hasta cuatro veces respecto a las condiciones normales dominadas por los alisios. Así, casi el 95% de la superficie calcinada en las islas se produce bajo situaciones saharianas de elevadas temperaturas (Dorta, 1995; Dorta, 2001). Dos de los incendios forestales más graves ocurridos recientemente se produjeron en 2007, cuando el fuego se extendió ampliamente por las islas de Tenerife y Gran Canaria arrasando extensas áreas boscosas y su biodiversidad endémica (Martín Esquivel *et al.*, 2013).

Los incendios forestales de 4ª y 5ª generación, también llamados **fuegos de interfaz urbano-forestal** y **mega-fuegos**, respectivamente, son una de las amenazas actuales y

futuras para nuestro patrimonio natural e intereses económicos. Su desarrollo está vinculado a los **fenómenos meteorológicos adversos** y a la frecuencia de **días de altas temperaturas**, dos variables estrechamente relacionadas con el **cambio climático** (Padrón & Barranco, 2014).

La importancia del fuego como amenaza a los ecosistemas y su biodiversidad ha sido constatada en Canarias. Se espera que el cambio climático altere la estructura y composición de las comunidades nativas, el **funcionamiento de los ecosistemas** y la distribución y dinámica temporal de los combustibles forestales, contribuyendo a la **alteración del régimen de incendios**. Por su parte, el **aumento de frecuencia de los incendios puede favorecer a determinadas especies vegetales, algunas invasoras**, en detrimento de otras, generando perturbaciones que incrementan el riesgo de invasiones biológicas (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011; Garzón-Machado *et al.*, 2012; Suárez *et al.*, 2012).

El aumento en la frecuencia de incendios daña la cobertura vegetal y estructura del suelo, responsables de frenar la **erosión** (Neris *et al.*, 2012). De este modo, tras los incendios, las lluvias torrenciales podrían acelerar los procesos erosivos, lo que a su vez reduciría la fertilidad de los suelos, la capacidad del territorio para ofrecer servicios ecosistémicos y el espacio disponible en el medio natural para el ocio, de los que depende el modelo de desarrollo socioeconómico canario.

Finalmente, los incendios forestales intensos y recurrentes ponen en peligro la **integridad física de las personas** y ocasionan cuantiosas **pérdidas económicas**, a veces con importantes consecuencias en el sector agrícola. Además, los incendios de alta intensidad son cada vez más frecuentes en interfaz urbano-forestal, zonas urbanizadas inmersas en áreas forestales; supone un peligro para la población y sus bienes que ocasiona emergencias de protección civil muy complicadas de gestionar (Greenpeace, 2009).

Cambios en la resiliencia de los ecosistemas

La prolongación de periodos secos causada por aumento de temperaturas y disminución de precipitaciones puede reducir la resiliencia de los ecosistemas, definida como su capacidad para absorber los impactos y recuperarse de las alteraciones, especialmente relevante respecto a las **afecciones producidas por incendios forestales y especies exóticas invasoras** (Petit & Prudent, 2008).

La fisiología de las especies forestales puede verse profundamente afectada por el cambio climático, derivando en **bosques más vulnerables frente a fenómenos adversos** (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011). La disminución del contenido hídrico en el suelo puede producir cambios en la densidad del arbolado o de especies, lo que en puede llegar a derivar a una conversión de la masa arbolada a matorrales y vegetación de menor porte. La productividad primaria aumenta inicialmente, para disminuir conforme discurra el siglo XXI. Se espera una disminución en la producción de madera acompañado de un aumento del retorno de

materia orgánica al suelo que, en condiciones de aridez, se degrada lentamente. En consecuencia, aumentará la inflamabilidad de los combustibles, el riesgo de incendio, las plagas y enfermedades forestales, y se espera una **fragmentación espacial de las masas forestales** (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011). Si a causa del cambio climático el incremento de temperatura sobrepasa los 3°C, la tasa de fijación de carbono será menor que la tasa de liberación debido a la descomposición de la materia orgánica de los suelos forestales, y los bosques dejarían de comportarse como sumideros netos de carbono (Greenpeace, 2009). Las disminuciones de la cubierta vegetal y de la materia orgánica del suelo incrementan además el riesgo de **erosión** (Moreno, 2005).

Cuanto más árida es el área considerada, más tarda la vegetación en recuperarse tras sequías múltiples y prolongadas y/o incendios, debido al tiempo necesario para producir nueva biomasa y porque a menudo los factores anteriores producen la degradación del suelo, especialmente si hay sobreexplotación durante los periodos secos o si ha recurrencia de los incendios. Cabe destacar que la erosión es una amenaza menos inmediata en zonas con terrazas de origen agrícola que en zonas similares sin terrazas (Valladares, 2008).

Es posible que se apueste fomentar el uso de especies vegetales exóticas más eficientes bajo condiciones de estrés hídrico o de mayor concentración de dióxido de carbono para contrarrestar la pérdida de productividad de las formaciones forestales. Por otra parte, los mercados de carbono y la necesidad de compensar las emisiones industriales de gases de efecto invernadero podrían fomentar el desarrollo de monocultivos de especies exóticas de crecimiento rápido como *pinus radiata*, *Eucaliptus spp.* o *Populus spp.* para utilizarlos como sumideros de carbono. Esta situación podría aventajar a las especies exóticas invasoras con mayor tolerancia o mejor adaptadas a las nuevas condiciones, especialmente en los **ecosistemas más vulnerables** como los de **cumbre, zonas áridas y cauces húmedos** (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011).

Nuevos estudios ecológicos revelan constantemente nuevos patrones, así como modificaciones y excepciones a las respuestas conocidas de las especies y de los ecosistemas terrestres a la creciente sequía y al calentamiento. Es necesario **el desarrollo de líneas de investigación que aporten predicciones** de los efectos indirectos del cambio climático que pudieran producir procesos en cascada de degradación ambiental (Nazco & Martín 2013).

Contracción del rango de distribución de especies y ecosistemas

Los modelos predictivos desarrollados para analizar la respuesta de los pisos de vegetación de Canarias frente al cambio climático apuntan a que **los ecosistemas de medianías y cumbres tendrían que ascender a zonas más altas y frescas para poder hacer frente al aumento de temperatura y disminución de la precipitación**, tal como se observa en otros ecosistemas montañosos del planeta (del Arco & Garzón, 2012; Foster, 2011). Formaciones como el tabaibal costero verían aumentado su rango de distribución potencial como consecuencia del calentamiento global y disminución de las precipitaciones, a costa de

ocupar el territorio actualmente ocupado por formaciones vegetales de **bosque termoesclerófilo** y **laurisilva**, especialmente amenazados ya por el desarrollo socio-económico sobre el territorio.

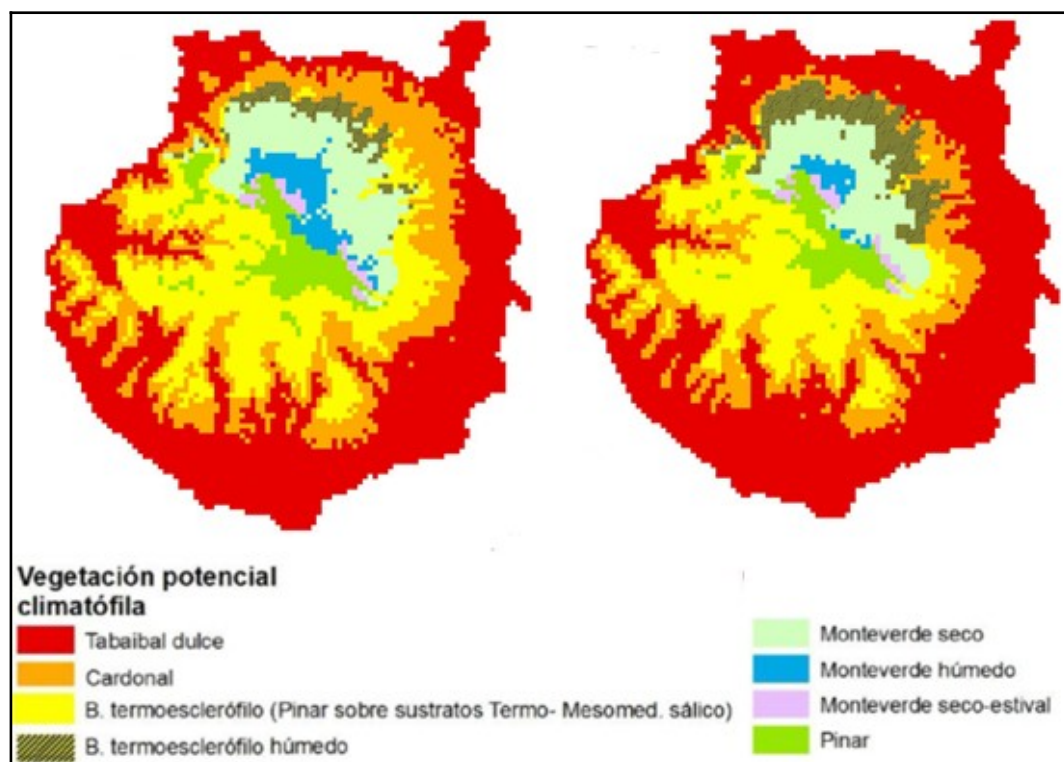


Figura 6. Distribución potencial de los pisos de vegetación de Gran Canaria en condiciones climáticas actuales (izquierda) y bajo un incremento de 2°C en la Temperatura media anual (derecha) (del Arco & Garzón, 2012).

El desplazamiento esperado de especies y ecosistemas hacia cotas superiores para adaptarse a las nuevas condiciones climáticas tiene como consecuencia la **reducción de la superficie de ocupación disponible**, que en zonas montañosas disminuye con la altitud. Por tanto, la colonización en altura podría implicar una pérdida de superficie en el rango de ocupación de especies y ecosistemas; esto sería especialmente negativo en el caso de **endemismos de montaña**. En casos en que los cambios climáticos sean más rápidos que la propia capacidad de las especies o comunidades para desplazarse a cotas superiores, la pérdida de idoneidad en las cotas inferiores de su rango de distribución también redundaría en una reducción del territorio habitable para las especies afectadas (Martín Esquivel *et al.*, 2013).

Las **repoblaciones forestales** son una herramienta útil para favorecer el desplazamiento altitudinal de los ecosistemas; sin embargo, la disminución de la precipitación o el aumento de la torrencialidad de las lluvias pone en peligro las campañas de reforestación, sobre todo aquellas realizadas antes de final de año y que se apoyan en las expectativas de precipitación. Por ejemplo, en el año 2000, un programa de reforestación con 100.000

árboles en las cumbres de Tenerife sólo pudo ejecutarse en un 18%, siendo necesario recurrir al riego manual con cubas, incrementando el costo de la actuación (Martín Esquivel *et al.*, 2013).

2. ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS

Una especie invasora es aquella **especie exótica** que se introduce o establece en un ecosistema o hábitat natural o seminatural, y que es un **agente de cambio y amenaza para la diversidad biológica nativa**, ya sea por su comportamiento invasor o por el riesgo de contaminación genética.

Sólo una pequeña parte de las especies exóticas son invasoras, el resto de especies introducidas no generan unas consecuencias tan nefastas para la biodiversidad o la estabilidad socioeconómica.

En la Unión Europea hay registradas más de 120.000 especies exóticas, de las que el 10-15% son consideradas invasoras. Los grupos taxonómicos más numerosos son las plantas terrestres y los invertebrados, con 6.658 y 2.740 especies, respectivamente (DAISIE European Invasive Species Gateway).

Las especies exóticas invasoras son un grave problema ecológico. Pueden dañar gravemente los ecosistemas y causar la extinción de especies necesarias para mantener su equilibrio. Suponen la **segunda causa más grave de pérdida de biodiversidad en el mundo**, sólo superada por la alteración del territorio.

Además de los daños a la biodiversidad, las especies exóticas invasoras causan anualmente en Europa **daños estimados en más de 12.000 millones de euros**, relacionados principalmente con riesgos de salud pública, daños a las infraestructuras y pérdidas en la la producción agrícola, ganadera y forestal.

El reto de gestión es estratégico para la Unión Europea. Aunque muchos Estados miembros de la Unión europea dedican cuantiosos recursos económicos a hacer frente al problema, los esfuerzos no dan resultados si se limitan exclusivamente al ámbito nacional (Rodríguez Luengo, 2014a).

Canarias presenta gran variedad de hábitats y especies propios, muchas de las especies endémicas han evolucionado en condiciones de aislamiento y son especialmente frágiles frente a la predación, las modificaciones ambientales propiciadas por las especies exóticas invasoras o a la ruptura de barreras físicas entre especies, ya que al trasladar endemismos propios de una isla a otra, donde no están presentes de forma natural, se corre el riesgo de generar híbridos que de otro modo nunca se hubieran producido. Cualquier actuación que minimice o evite los efectos de la introducción de especies exóticas invasoras en su territorio favorece la conservación de su biodiversidad (González Artiles, 2017).

A continuación se profundiza en la relación entre especies invasoras y cambio climático, se describen las etapas que se suceden en las invasiones biológicas, el coste social de las invasiones, los sectores socio-económicos vinculados, las vías de introducción de especies, herramientas para la gestión de las especies exóticas invasoras y su marco legal, y algunos de los impactos asociados a las especies invasoras.

Posteriormente se presenta un análisis de diferentes bases de datos que caracterizan las especies invasoras presentes en Canarias y en Gran Canaria, incluyendo su distribución por grupos taxonómicos.

2.1. Concepto de Especie Exótica Invasora

Especie exótica es aquella que ha sido trasladada fuera de su rango de distribución natural, voluntaria o involuntariamente, por la acción humana. Para el desarrollo de este trabajo se considera como **especie exótica invasora** aquella que, introducida directa o indirectamente por mediación humana, ejerce un impacto negativo sobre la biodiversidad autóctona, pudiendo causar, además, perjuicios económicos o sanitarios en la región donde haya sido introducida (IUCN, 2000; Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011).

La introducción de especies exóticas está muy vinculado al transporte de mercancías y desarrollo económico (Rando, 2014a). Conllevan riesgos para la salud humana, dañan los ecosistemas y la provisión de servicios ecosistémicos y reducen los rendimientos de la agricultura, el sector forestal y la pesca. A escala de la Unión europea, sólo las pérdidas ocasionadas al sector primario y las infraestructuras ascienden a miles de millones de euros (Rodríguez Luengo, 2014a; Unión europea, 2014).

Los impactos de las especies exóticas invasoras son la segunda causa más grave de **pérdida de biodiversidad** a nivel mundial, y pueden desglosarse en competencia por el alimento y los hábitats, depredación, vectores de enfermedades, hibridación y cambios en las condiciones de los hábitats. Sobre los **servicios ecosistémicos** producen interferencia sobre los ciclos de nutrientes y la polinización, erosión y desarrollo de los suelos, afectan al aprovisionamiento de recursos como la madera, a la regulación del ciclo hídrico, y producen interferencias sobre servicios culturales como los valores estéticos y paisajísticos. Afectan a la **economía** y las **infraestructuras**: pérdidas sobre los cultivos comerciales de la agricultura, forestería y acuicultura; daños a infraestructuras relacionados con obstrucción de conducciones y así como alteración de actividades recreativas ocasionada por el deterioro del paisaje que reduce el potencial turístico. Finalmente, los impactos sobre la **salud humana** se relacionan con vectores de enfermedades, fuentes de alergia, asma, dermatitis y abrasiones cutáneas (Unión europea, 2014).

Especial mención merecen **los ejemplares híbridos, animales de compañía (exóticos o no), domésticos y de producción asilvestrados** en el marco de gestión que se desarrolla actualmente en Canarias. Son considerados normativamente como especies exóticas invasoras que **también deben ser objeto de control** debido a que la afección generada en las especies y ecosistemas canarios es equivalente a la que producen las especies invasoras en sentido estricto (González Artiles, 2017).

Predecir qué especies se convertirán en invasoras en una determinada región es complejo.

Diversas estrategias de gestión ambiental han tratado de identificar posibles rasgos que permitan discernir si una especie introducida en un nuevo territorio probablemente se convertirá en invasora o si resultará inocua. Sin embargo, a menudo las listas de rasgos genéricos conducen a falsos positivos y falsos negativos respecto a la catalogación como invasoras. Dependiendo de la realidad de cada territorio y de la naturaleza de las especies analizadas, especies que debían comportarse como invasoras no lo habían hecho, y otras consideradas como inocuas a priori se han convertido en invasoras que producen los daños y problemas comentados anteriormente. Realizar grandes esfuerzos exclusivamente desde este enfoque podría ser contraproducente, derivando en inseguridad para la elaboración de fórmulas de gestión relevantes (Wittenberg, 2001).

Un indicador significativo del potencial invasor de una determinada especie es si ésta se ha convertido en invasora en otro lugar, bajo condiciones climáticas y ambientales similares, y siempre de forma orientativa, sin ser un indicio concluyente por sí mismo. **Ningún rasgo biológico es determinante por sí solo para predecir el riesgo de invasión**, son varias las características que deben considerarse para prever qué especies introducidas serán favorecidas por el cambio climático y, de éstas, cuales presentan el potencial para convertirse en invasoras (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011). No hay sustituto que reemplace a la **investigación biológica intensiva de las especies**, incluyendo sus entornos naturales, las zonas donde han sido o pueden llegar a ser introducidas, así como de los ecosistemas relacionados. En todo caso es **necesario potenciar procedimientos de evaluación de los riesgos de cada especie** (Wittenberg & Cock, 2001).

2.2. Especies exóticas invasoras en un contexto de cambio climático

De forma general se puede afirmar que **el cambio climático favorecerá las especies exóticas invasoras**. Se espera que especies introducidas que actualmente ven limitada su distribución tengan más oportunidades para establecerse y llegar a ser invasoras bajo condiciones más favorables o debido a que especies nativas se vean perjudicadas por los cambios en el clima. Predecir la respuesta de cada especie es complejo, dado que no sería homogénea en cada ecosistema y se trata de analizar escenarios cuyas características ambientales y socioeconómicas están aún en pleno desarrollo y previsiblemente lejos de estabilizarse. Además, la **escasez de estudios regionales y locales que relacionen el cambio climático con el comportamiento de las especies exóticas** sólo permiten avanzar hipótesis sobre el posible comportamiento invasor de estas especies que deberían confirmarse mediante investigaciones *ad hoc*, elaboradas para cada especie en particular. En todo caso, **los ecosistemas insulares son más vulnerables al cambio climático y a las invasiones biológicas** y posiblemente sufrirán las consecuencias más negativas (Capdevila-Argüelles, 2011).

Debe aplicarse el **principio de prudencia**, partiendo de la base de que las especies exóticas suponen problemas y amenazas potenciales para la gestión del patrimonio natural y para el disfrute de los servicios ecosistémicos que nuestra rica y frágil biodiversidad nos ofrece. Mientras se avanza en el conocimiento de la problemática causada por el cambio climático y las especies invasoras hay que ejercer un **estricto control de las vías de introducción** para prevenir nuevas introducciones, así como emprender iniciativas de **gestión en áreas**

potenciales de invasión para evitar su establecimiento y expansión y mitigar sus efectos en zonas ya invadidas y que constituyan fuentes de dispersión (Capdevila-Argüelles, 2011).

2.2.1. Respuesta invasora de diferentes grupos taxonómicos al cambio climático

Flora

Es probable que el cambio climático produzca alteraciones graves en las comunidades nativas y cambios en su composición, estructura y funciones, abriendo el camino a las **especies oportunistas** (Thuiller *et al.*, 2007). El cambio climático implica nuevas condiciones ambientales, alteración de los ecosistemas y de las relaciones entre especies, lo que favorecerá a muchas especies exóticas vegetales, dando lugar a **nuevas invasiones** y facilitando la **propagación de las ya establecidas**, especialmente de aquellas cuyo desarrollo se vea favorecido por el aumento de temperaturas y cambios en la dinámica anual de precipitaciones y de evapotranspiración, así como por el aumento de CO₂ (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011).

La concentración de **CO₂ atmosférico** está en aumento, y se espera que continúe aumentando hasta duplicar los valores de hace 200 años (IPCC, 2007). La respuesta de las plantas ante un aumento de la disponibilidad de CO₂ atmosférico puede favorecer a algunas especies sobre otras, produciendo cambios en los ecosistemas y aumentando la probabilidad de las invasiones (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011). La eficiencia en el uso del agua de las plantas es proporcional a la disponibilidad de CO₂ atmosférico, lo que puede suponer una ventaja para especies actualmente limitadas por la disponibilidad de agua (Dukes, 2000). Esta generalización respecto a la concentración de CO₂ atmosférico debe ser modulada para cada especie exótica de interés, puesto que las especies vegetales tienen diferentes estrategias de aprovechamiento del CO₂, moduladas por otros factores ambientales (agua, nutrientes, disponibilidad de luz, temperatura, etc) y por las comunidades vegetales en las que se desarrollan las especies (Dukes, 2000).

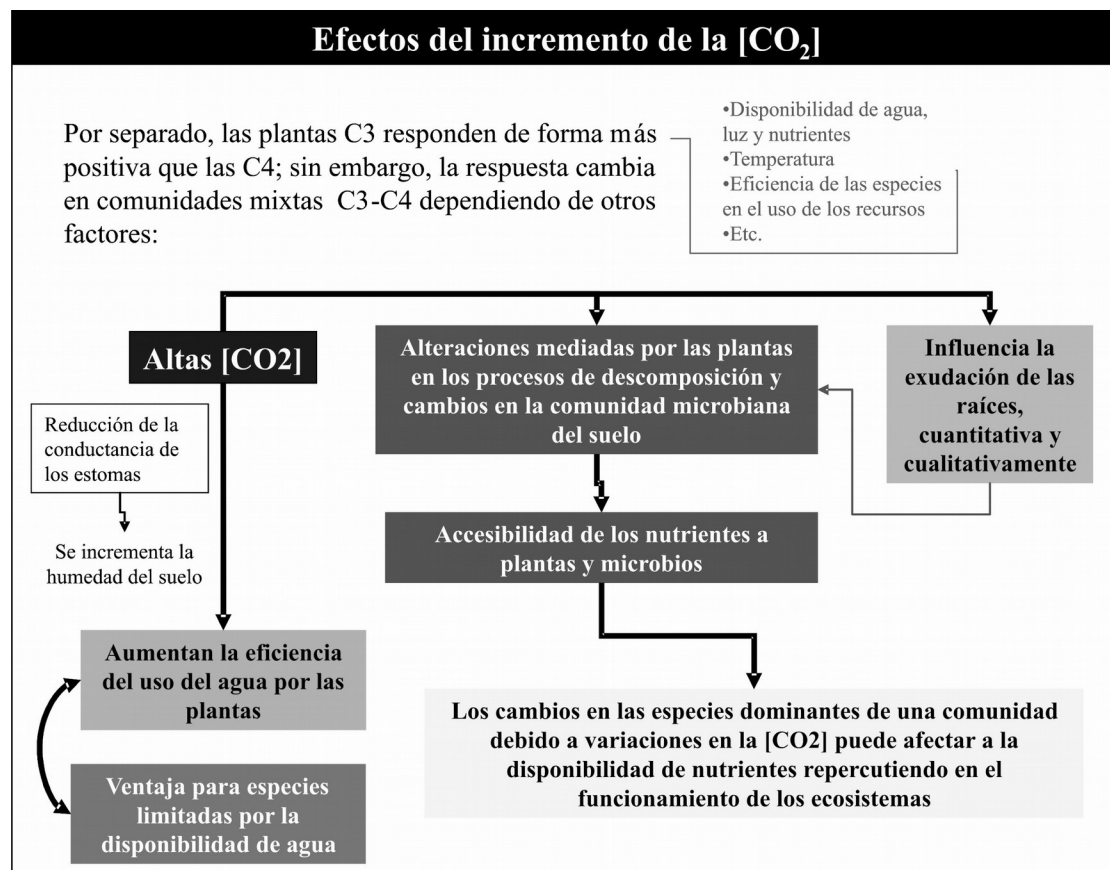


Figura 7. Efectos del incremento de la concentración de CO₂ atmosférico sobre especies vegetales y ecosistemas (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011).

Para aquellas especies invasoras provenientes de zonas cálidas, una estación de crecimiento más larga y el **aumento de temperatura** puede dar como resultado mayor área de distribución y poblaciones de mayor tamaño, especialmente en regiones con un gradiente altitudinal tan marcado como Canarias; además, es posible que algunas de las especies ya introducidas pasen a expresar un comportamiento invasor.

En relación con los **incendios forestales**, el aumento de su riesgo, frecuencia e intensidad, los cambios de los regímenes del fuego, junto con la pérdida de aquellas especies vegetales peor adaptadas al mismo, genera oportunidades para que las especies exóticas colonicen, invadan y dominen nuevas áreas, estableciendo un mecanismo de retroalimentación positivo en el que las plantas invasoras cambian los regímenes del fuego e incrementan su competitividad frente a otras especies autóctonas (Brooks *et al.*, 2004; Garzón-Machado *et al.*, 2012).

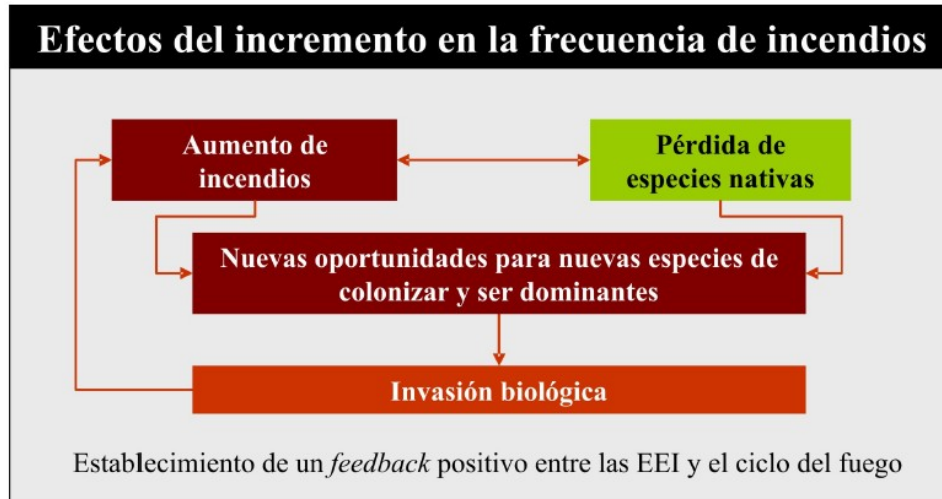


Figura 8. Ciclo de retroalimentación positiva entre los incendios forestales y las especies exóticas invasoras vegetales (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011).

Eventos extremos perturbadores como tormentas, olas de calor o sequías aumentan el riesgo de nuevas invasiones (Thuiller *et al.*, 2007), especialmente alrededor de **zonas antropizadas** donde las condiciones ambientales son más favorables para actuar como reservorios de especies introducidas, como explotaciones agrarias, bordes de carretera, jardines particulares, núcleos urbanos y caseríos, (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011).

Invertebrados

Según el *Atlas de biodiversidad de Canarias* (Martín Esquivel, 2010), alrededor del 45% de las especies introducidas en Canarias pertenecen al grupo de los invertebrados, aunque no todas hayan expresado un comportamiento invasor.

Entre los invertebrados, los insectos están muy influenciados por el clima, de forma que algunas especies expandirán y otras contraerán sus áreas de distribución. Dado que **los invertebrados tienen relativa facilidad para introducirse en Canarias como polizones vinculados al transporte de mercancías**, es de esperar que aquellas especies generalistas y con elevada plasticidad fenotípica, algunas ya introducidas en Canarias, podrían ser favorecidas por el cambio climático, exhibiendo un carácter invasor en el futuro. Es previsible que las especies cosmopolitas, presentes en un amplio rango de latitudes y con un amplio rango de especies anfitrionas, se adapten bien a los cambios climáticos locales y a los cambios respecto a las especies anfitrionas disponibles (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011).

El ciclo de vida de los invertebrados suele estar relacionado con acoplamientos fenológicos respecto a las épocas de brotación y floración vegetal, y se esperan desacoplamientos fenológicos progresivamente más marcados por los cambios en el clima. Las **especies exóticas generalistas** y aquellas cuya plasticidad fenológica les permita un mejor acoplamiento con las plantas hospedadoras podrían llegar a convertirse en especies invasoras más eficientes (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011).

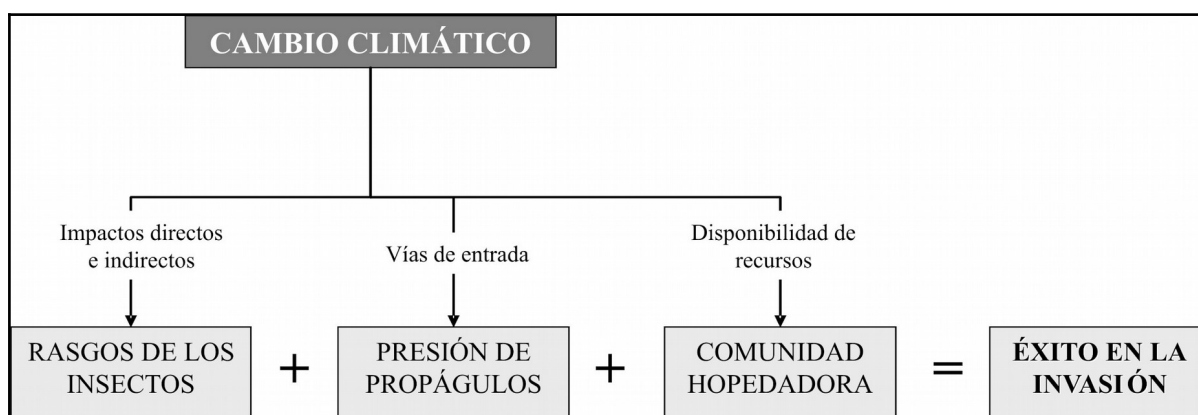


Figura 9. Parámetros del proceso de invasión de los insectos que son influidos por el cambio climático (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011).

Vertebrados

El principal indicador que destaca para estimar la probabilidad de establecimiento de vertebrados es el grado de **similitud climática** entre las áreas de distribución natural y las áreas de invasión (Rando, 2014a).

Respecto a las aves exóticas, estudios realizados en islas indican que su capacidad de establecimiento guarda una fuerte relación con las condiciones climáticas, el **éxito de establecimiento en otros lugares** y el **número de propágulos** o **esfuerzo de introducción**. Por otro lado, se sugiere que las especies introducidas con un marcado carácter migratorio muestran menor capacidad de establecimiento (Bomford, 2008).

Respecto a los mamíferos exóticos, estudios realizados en islas apuntan a que los factores relacionados con su éxito de introducción son la similitud climática respecto a las regiones de origen, un **área de distribución mundial relativamente amplia**, mayor cantidad de introducciones exitosas en otras regiones, mayor número de propágulos o esfuerzo de introducción y **disponibilidad de hábitats adecuados** en el área de introducción (Bomford, 2008).

2.3. Etapas en los procesos de invasión biológica

Las etapas de una invasión biológica pueden ordenarse como: captación la especie en su área de origen o en un área de dispersión previa, transporte, liberación, establecimiento y expansión (Rando, 2014a). Los efectos del cambio climático afectarán a todas las etapas de invasión mencionadas, incluso de forma indirecta a través de alteraciones socioeconómicas que afecten a las vías de entrada y vectores de introducción (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011).

Se observa la necesidad e importancia de **trabajar en la articulación a escala insular de los diferentes elementos del marco competencial de gestión de especies exóticas**.

Etapa de captación

La captación, primera etapa de la invasión, puede producirse en territorios lejanos, dentro o fuera de la Unión Europea, así como en el ámbito territorial de Canarias. Asimismo, a escala del archipiélago, la captación puede realizarse en otra isla o dentro de la propia isla, en zonas donde la especie exótica ya se haya establecido o haya sido liberada.

Una gestión efectiva de las potenciales invasiones biológicas debe considerar el **registro, seguimiento y control en puntos críticos de posible propágulos introducidos asociados a bienes y personas**. A escala insular, incluso un borde de carretera o una cuenca hidrográfica alledaña podrían ser la zona fuente donde se produzca la captación.

Etapa de transporte

Los propágulos de las especies son diversos, así como lo son sus estrategias de dispersión, de las cuales pueden sacar partido durante la etapa de transporte: desde el movimiento de polizones y contaminantes vinculados a mercancías en barcos, aviones o tráfico rodado, hasta el transporte intencionado en relación con la agricultura, ganadería o la tenencia de mascotas (Capdevila Argüelles *et al.*, 2006; Rando, 2014a; Wittenberg & Cock, 2001).

Es complicado articular la prevención del transporte de las especies exóticas. En cualquier caso, el Real Decreto 630/2013 establece que la inclusión de una especie en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras conlleva la prohibición de su transporte, incluyendo el comercio exterior.

Etapa de liberación

De forma **intencionada**, la liberación puede producirse vinculada a intereses cinegéticos, de control biológico o la suelta deliberada de mascotas. De forma **no intencionada**, puede producirse por escapes accidentales vinculados a jardines, explotaciones agropecuarias, zoológicos, tenencia de mascotas, etc.

Muchas especies se han importado en España para su aprovechamiento en criaderos, para uso alimentario o industrial y, sea de forma intencionada o accidental, se han producido escapes o liberaciones que han conducido al establecimiento de poblaciones en el medio natural. Otro ejemplo es el caso del comercio y movimiento de especies a consecuencia de la demanda de mascotas y plantas ornamentales que, con demasiada frecuencia terminan siendo liberadas en parques o en el medio natural (Capdevila Argüelles *et al.*, 2006).

Respecto al marco legal, la Ley 42/2007, a partir de su modificación por la Ley 33/2015, establece, en su artículo 54, que **la Administración General del Estado prohibirá la importación o introducción de especies o subespecies alóctonas cuando sean susceptibles de competir con las especies silvestres autóctonas**, alterar su pureza genética o los equilibrios ecológicos. Además, según el artículo 8 del Real Decreto 630/2013, **sólo se autorizará la liberación por primera vez de una especie alóctona no incluida en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras en el caso de contar con un análisis de riesgos**

favorable y una autorización previa administrativa de la autoridad competente en materia de medio ambiente.

Etapa de establecimiento

El establecimiento o naturalización se refiere al asentamiento permanente de poblaciones viables de una especie en una nueva región en la ha sido liberada.

Entre los factores que determinan el éxito de establecimiento de poblaciones destaca la **similitud climática** respecto a la región de origen. Otros factores importantes son la disponibilidad de **recursos** para completar el ciclo de vida de la especie introducida; la escasez o **ausencia de depredadores, parásitos y enfermedades; invasiones encadenadas**, referido al establecimiento previo de otras especies invasoras que faciliten las condiciones adecuadas para la nueva especie introducida que trata de establecerse; y la **presión de propágulos** o esfuerzo de introducción o frecuencia con que la especie es liberada en un área (Rando *et al.*, 2014a).

A modo de ejemplo cercano, como es el caso de la invasión de la culebra real de California (*Lampropeltis getula ssp. californiae*), **una vez la especie ha establecido poblaciones, su control insular es realmente difícil** (RD 630/2013b).

En ocasiones, especies exóticas son introducidas durante décadas, y no llegan a establecerse hasta pasado un largo periodo, por lo que el ritmo de establecimiento varía según las especies y su adaptación (Wittenberg & Cock, 2001). En todo caso, **el ritmo de establecimiento de especies exóticas tiende a acelerarse en las últimas décadas** y todas las introducciones, incluidas las accidentales, deben ser motivo de preocupación (Wittenberg & Cock, 2001) y, cuanto menos, atención; máxime en un contexto de múltiples alteraciones sobre el medio natural, incluyendo los efectos del cambio climático.

Puesto que algunas especies exóticas establecidas se volverán invasoras si el cambio climático incrementa su capacidad competitiva o su tasa de propagación, **la valoración de riesgo de invasión debería realizarse a nivel de cada especie** (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011).

Etapa de expansión

Según las condiciones ambientales, las especies exóticas naturalizadas pueden permanecer más o menos tiempo en la etapa de estabilización y eventualmente expandir o ampliar su rango geográfico. Antes de que se produzca la expansión, la especie puede experimentar un periodo de latencia en la que se observan pocos individuos, escasa dispersión y efectos poco apreciables sobre la biodiversidad local. Algunas explicaciones a este fenómeno son no haber alcanzado un determinado umbral en el tamaño poblacional o falta de determinadas condiciones ambientales más favorables. Este periodo de latencia puede durar décadas, antes de que se observe un **crecimiento exponencial, tanto en número de individuos como en rango de distribución**. Dado que la expansión no siempre se produce desde los primeros

momentos, es fácil infravalorar la amenaza que supone una especie introducida (Rando, 2014a).

En Canarias, por ejemplo, la dispersión del **rabo de gato** (*Pennisetum setaceum*) es favorecida por la alteración del territorio y la red de corredores que suponen las infraestructuras de carreteras.

Aunque no es el único factor a tener en cuenta, **el cambio climático favorece la expansión del área de distribución de determinadas especies** ya establecidas. Ésto sucede con las garrapatas del género *Hyalomma*, presente en Canarias, y relacionadas con la transmisión de enfermedades graves como la fiebre viral hemorrágica de Congo-Crimea, cuya expansión del área de distribución a gran escala durante las últimas décadas se relaciona con el cambio climático (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011). Se espera que el cambio climático contribuya a aumentar el área de distribución de ciertos vectores de transmisión de enfermedades; dependiendo del escenario, las garrapatas africanas podrían incrementar su distribución en 1-9 millones de km² entre 1990 y 2100 (Cumming & Van Vuuren, 2006).

2.4. Coste social de las invasiones biológicas

Aunque no todas las especies exóticas introducidas son problemáticas y algunas producen beneficios económicos significativos, el coste anual de la gestión de especies exóticas invasoras ya supera los **12.000 millones de euros en la Unión Europea**, y esta cifra está en aumento. Una vez que estas especies son introducidas, escapan de territorios confinados o son liberadas, reparar el daño causado requiere medios humanos e importantes gastos financieros para su control o erradicación (Unión Europea, 2014). **Los costes crecen exponencialmente con el tiempo** si no se evita de forma eficaz e inmediata que determinadas especies tengan la oportunidad de extenderse y causar daños mayores (Unión Europea, 2014).

El análisis de un centenar de especies exóticas invasoras representativas de diferentes grupos taxonómicos a escala de la Unión Europea apunta los principales impactos negativos de las invasiones biológicas (Capdevila-Argüelles, 2011):

- **Impactos desproporcionadamente altos sobre la biodiversidad insular**, reservorio de recursos para el **desarrollo socioeconómico local**.
- **Ámplio impacto ecológico sobre las especies autóctonas y los hábitats**, con muchas especies invasoras identificadas como amenazas directas para muchas especies y hábitats amenazados de la Unión Europea.
- **Daños a servicios ecosistémicos fundamentales para el desarrollo económico y los procesos productivos, el bienestar humano, el turismo y actividades recreativas**.
- Daños en los procesos de funcionamiento de los ecosistemas, esenciales para mantener los servicios ecosistémicos que brindan.

- Impactos socio-económicos adicionales sobre individuos y comunidades, afectando a la **salud humana, empleo, turismo, actividades recreativas** y al **patrimonio natural y cultural**.

En general, en la Unión Europea, quienes se benefician de introducir especies invasoras tienen pocos incentivos para minimizar los riesgos de la invasión. Sin embargo, **los costes y daños suelen recaer sobre grupos amplios de población**, como el sector primario, las administraciones públicas, el conjunto de la sociedad (Unión europea, 2014) o el turismo. Cuanto antes se gestione el problema, menor es el coste para todos los afectados (Unión europea, 2014).

2.5. Sectores socioeconómicos vinculados a las invasiones biológicas

Sector agropecuario

Muchos **cultivos** son utilizados fuera de su área de distribución natural por razones económicas, para la diversificación agrícola y para asegurar el abastecimiento agrícola. Aunque resulten productivos y aparentemente rentables, algunas especies pueden poner en peligro la biodiversidad local si se establecen en áreas naturales (Wittenberg & Cock, 2001). También puede ser un vector de introducción de otras **plagas**; entre la biomasa pueden encontrarse variedad de invertebrados en diversos estados de inmadurez, así como numerosas semillas de especies vegetales.

Requiere especial atención el caso de explotaciones agrícolas o forestales vinculadas al cultivo de especies con vocación de **biocombustibles**, debido a que estas especies suelen presentar características comunes con las especies exóticas invasoras: alta eficiencia en el uso del agua, estrategia de rápido crecimiento para competir con otras plantas, etc. Tal es el caso de especies como la caña (*Arundo donax*), tunera (*Opuntia ficus-indica*), eucaliptos (*Eucalyptus spp.*) o jatrofa (*Jatropha curca*).

Respecto al control de ejemplares de **animales domésticos y de producción asilvestrados** en Gran Canaria, como gallinas, gallos, pavos reales y palomas, las acciones que se están realizando por parte del Cabildo Insular se justifican por el efecto negativo de las gallinas sobre la regeneración natural del monte verde y por el riesgo de transmisión de enfermedades a las especies nativas, como las palomas rabiche del Centro de Cría de Osorio o aquellos ejemplares de esta especie que han sido liberados y proliferan en el medio natural. En esa zona se retiraron más de 150 gallinas, gallos y pollos, así como más de 35 palomas. El control de los pavos reales se gestiona desde el Gobierno de Canarias a raíz de las quejas ciudadanas por molestias y daños a los cultivos (González Artiles, 2017).

Gestión de los recursos naturales

En ocasiones se utilizan plantas exóticas para mejorar las características del suelo, para controlar la erosión o estabilizar el suelo en torno a infraestructuras.

La **silvicultura** tiene una relación con las especies exóticas invasoras similar a la de la agricultura. Muchas especies arbóreas son utilizadas en silvicultura, agro-silvicultura o silvicultura de conservación por sus cualidades de rápido crecimiento, mayor resistencia o producción de madera. Algunas de estas especies exóticas pueden comportarse como especies invasoras si llegan a establecerse y propagarse en el medio natural (Wittenberg & Cock, 2001).

Floricultura

En ocasiones las especies invasoras son introducidas con fines ornamentales. Este es el caso del **rabo de gato**, (*Pennisetum setaceum*), introducida en Canarias 1943 como planta ornamental (Rodríguez Delgado *et al.*, 2009), naturalizada desde 1960 y que en la actualidad está ampliamente naturalizada debido a su fácil dispersión de semillas por el viento, especialmente en torno a las carreteras gracias a las turbulencias de aire creadas por los vehículos; se ha convertido en una especie invasora especialmente problemática en laderas expuestas a solana y barlovento (Real Decreto 630/2013b).

Recientemente, a través del *Servicio de Control de Especies Exóticas en la isla de Gran Canaria* encomendado a Gesplan, el Cabildo de Gran Canaria ha promovido acciones de erradicación de una población de rabo de gato (*Pennisetum setaceum*) asentada en la finca insular de La Tornera, en el Paisaje Protegido de Tafira, con la idea de restaurar la vegetación nativa y testar la eficacia de las acciones de erradicación. Asimismo, se han localizado poblaciones incipientes en la Montaña de Guía y en zonas altas de dicho municipio, por lo que las acciones de erradicación han sido llevadas derivadas a la *Red de detección e intervención de especies exóticas invasoras en Canarias. Experiencia Piloto* encomendada a Gesplan por el Gobierno de Canarias (González Artiles, 2017).

Ganadería y actividad cinegética

La colonización humana del territorio suele acompañarse de la introducción de aves y mamíferos en torno a los asentamientos para su aprovechamiento como recurso. En la historia de la navegación era costumbre llevar animales de granja a islas deshabitadas y dejarlos en libertad para disponer de alimento en visitas posteriores. Junto con estas introducciones, se han introducido otras especies depredadoras como la **rata** (*Rattus spp.*) o el **gato** (*Felis silvestris catus*). Libres de sus enemigos naturales, algunos de estos animales se comportan como especies invasoras (Wittenberg & Cock, 2011; Silva *et al.* 2008).

En Canarias el ganado ejerce un fuerte impacto negativo sobre la biodiversidad desde la colonización prehispánica, y actualmente es importante de individuos o rebaños de tamaño variable en determinadas localidades. La herbivoría que ejercen tanto el conejo como los ejemplares asilvestrados y domésticos sin control de cabras y ovejas constituyen uno de los principales factores de amenaza de los hábitats y las especies amenazadas de Canarias (Silva *et al.* 2008).

Herbívoros como la cabra (*Capra hircus*), la oveja (*Ovis aries*) o el conejo (*Oryctolagus*

cuniculus) han sido ampliamente introducidos para su aprovechamiento en islas oceánicas, donde la biodiversidad ha evolucionado sin la presencia de herbívoros y las especies vegetales carecen de mecanismos de defensa. En general, **la introducción de herbívoros en islas tiene consecuencias desastrosas para la biodiversidad**.

Por su parte, los **conejos** (*Oryctolagus cuniculus*) están presentes en todos los hábitats naturales de Canarias, reducen la cobertura vegetal y aumentan la erosión del suelo. Muestran cierta preferencia por los hábitats alterados en los que se desarrolla la cobertura herbácea y son más escasos en los bosques húmedos. Aunque actualmente producen entre dos y cuatro camadas/año, pueden llegar a producir 12 camadas/año. Sus poblaciones se ven favorecidas por aumentos de temperatura y disminuciones en la precipitación, lo que se asocia al cambio de escenario climático esperado para Canarias (Cabrera & Rodríguez, 2009).

En relación con las **cabras asilvestradas**, recientemente se ha llevado a cabo la protección de la reforestación realizada en la Montaña de los Cedros en el marco del proyecto Life Guguy, engorándose más de 550 plantas mediante la colocación de protectores metálicos reforzados con hierros de 1,5 m de longitud para evitar o minimizar temporalmente los daños que el ganado asilvestrado produce a las repoblaciones (González Artiles, 2017).

Control biológico

Las introducciones de organismos para control biológico han ocasionado **daños a especies a las que no estaba previsto que afectasen**. Aunque actualmente las medidas de seguridad relativas al control biológico son más rigurosas, una introducción suele suponer una decisión permanente y un agente de control biológico introducido puede tener éxito en el medio natural y propagarse por áreas no previstas (Wittenberg & Cock, 2001).

En el Reino Unido han comenzado a observarse agentes de control biológico exóticos fuera de los invernaderos donde se utilizan *Macrolophus caliginosus* y *Neoseiulus californicus* para controlar plagas (Capdevila Argüelles *et al.*, 2011). En Canarias se encuentran otras especies de ambos géneros, sin embargo, sus especies presentes son nativas canarias (Gobierno de Canarias).

La **cochinilla menor de los cítricos** (*Orthezia insignis*) es una especie exótica establecida en Canarias (Gobierno de Canarias, 2014). En ocasiones se ha propuesto esta especie para el control biológico de otras especies invasoras en Canarias. Sin embargo, se ha comprobado que esta cochinilla produce daños al salado (*Schizogyne sericea*), especie endémica importante para los ecosistemas costeros. Por otro lado, esta especie ha producido plagas en árboles urbanos de Santa Cruz de Tenerife y es considerada una plaga importante en casi todo el mundo (Salas, 2016).

Mascotas y animales de compañía y colección

En el caso de las especies de animales domésticos que todavía no están presentes en una

región, se deben **aplicar reglas de importación basadas en evaluaciones de riesgos**. Las especies de animales domésticos ya introducidas, si por cualquier razón ya no son deseados suelen ser liberados con “buena intención”. Entre enero y octubre de 2012, la Fundación Neotrópico realizó 49 capturas de mascotas abandonadas o escapadas en Tenerife, la mayoría relativas a reptiles (Rodríguez Luengo, 2014a). **La educación de la sociedad es la mejor herramienta para reducir al mínimo estas liberaciones**. Los propietarios deben estar informados de que las especies exóticas tendrán dificultades para sobrevivir en el nuevo entorno, o que sobrevivirán y supondrán un riesgo para las especies nativas Wittenberg & Cock, 2011).

Diversas especies animales son mantenidas en cautividad o usadas como mascotas a pesar de los riesgos para la salud humana vinculados a su agresividad o toxicidad, riesgo que en ocasiones se expresa vinculado a sueltas en la naturaleza o escapes accidentales (Rando, 2014a).

Entre las especies invasoras asentadas en Canarias como resultado de liberaciones voluntarias, abandonos o fugas, cabe destacar las siguientes: miná común (*Acridotheres tristis*), cangrejo de río americano (*Procambarus clarkii*), erizo moruno (*Atelerix algirus*), ardilla moruna (*Atlantoxerus getulus*), cotorra de Kramer (*Psittacula krameri*), cotorra de pecho gris (*Myiopsitta monachus*), tortuga de orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*), el murciélago egipcio de la fruta o zorro volador egipcio (*Rousettus aegyptiacus*) (de Urioste, 2003) o la culebra real de California (*Lampropeltis californiae*).

Los **mamíferos**, por su especial impacto, merecen atención especial. En las islas, los mamíferos que encuentran un nicho vacante suelen naturalizarse sin problemas. Unos pocos ejemplares de cualquier especie que vean cubiertas sus necesidades básicas serán capaces de llegar al medio natural y establecerse formando poblaciones reproductoras (Fundación Neotrópico, 2015).

En 1982 se importaron **erizos morunos** (*Atelerix algirus*) desde Marruecos a Fuerteventura. La primera cita de una población establecida en el medio natural en Canarias es de 1903, en Tenerife. El erizo moruno es una amenaza potencial para las aves esteparias que nidifican en el suelo y para reptiles e invertebrados endémicos amenazados (Delgado Castro, 2008). Actualmente es una especie invasora establecida en Tenerife, Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote (Gobierno de Canarias).

La **ardilla moruna** (*Atlantoxerus getulus*) fue importada como mascota desde Sidi Ifni a Fuerteventura en 1965. Ha colonizado con éxito Fuerteventura; aunque ha estado naturalizada en varias ocasiones en la isla de Gran Canaria, Tenerife, y han existido poblaciones incipientes en Lanzarote, actualmente se descarta su establecimiento en estas islas. Esta especie provoca alteraciones en la dispersión de semillas, reduciendo la efectividad de propagación de especies nativas y promoviendo la dispersión de otras especies introducidas como la tunera (*Opuntia maxima*), modificando la estructura de la vegetación y la sucesión de formaciones vegetales (de Urioste, 2003; López-Darias, 2008).

El **zorro volador egipcio** (*Rousettus aegyptacus*) es una especie introducida de murciélago exótico de carácter invasor en Canarias, y el primer caso registrado de una especie de murciélago exótico que logra asilvestrarse con éxito en Europa. A pesar de ser una especie de murciélago muy exhibida en zoológicos, no hay constancia de otras poblaciones asilvestradas. Su área natural se extiende sobre amplias zonas del mediterráneo oriental, así como la zona subsahariana de África. Los países más próximos a las islas Canarias donde se encuentra son Senegal y Gambia, a más de 2.000 km, y su introducción en Canarias ha estado relacionada con colecciones de fauna. En el año 2000 se detectó la presencia de una población asilvestrada en Tenerife. Su introducción en el medio natural fue ocasionada por **escapes de colonias mantenidas en centros zoológicos**. En pocos años la especie se extendió desde el norte hasta el sur de Tenerife. Es una especie muy generalista, que se adapta a una gran variedad de ambientes, incluyendo bosques tropicales húmedos, sabanas, bosques caducifolios y matorrales mediterráneos; se distingue por su gran plasticidad en cuanto a requerimientos ambientales y es capaz de sobrevivir con éxito en áreas mediterráneas (RD630/2013b). Por el clima y la disponibilidad de alimento y refugios, esta especie podría aclimatarse e invadir distintos ambientes de Canarias.

El **miná** (*Acridotheres tristis*) es una especie de ave originaria del sureste asiático que ha sido introducida en otras regiones, incluyendo islas en las que se ha convertido en una plaga. En Canarias cría en ambientes rurales y urbanos de Gran Canaria, Tenerife y La Palma y está presente en Fuerteventura y Lanzarote. En Tenerife, Gran Canaria y Fuerteventura se han desarrollado acciones de control o erradicación en los últimos años (SEO/BirdLife, 2011a). El género *Acridotheres* está incluido en el Catálogo español de especies exóticas invasoras; dadas la diversidad de condiciones climáticas y hábitats de Canarias, en caso de sucesivas liberaciones, las especies de este género pueden llegar a establecer poblaciones viables (Real Decreto 630/2013b).

La **cotorra de Kramer** (*Psittacula krameri*) es un ave exótica originaria de África y sur de Asia que habita regiones tropicales y subtropicales con bosques claros, donde se alimenta de semillas, frutos, flores y néctar (Shwartz & Shirley, 2007). En sus zonas de invasión en España, la especie ocupa casi exclusivamente hábitats urbanos o suburbanos donde la presencia de árboles con cavidades disponibles para nidificar son un factor para la expansión de la población, aunque en Canarias puede encontrarse también en zonas rurales. Alteran la estructura de la vegetación arbórea de las zonas invadidas, compiten con otras aves por el alimento, y con murciélagos, rapaces nocturnas y pájaros carpinteros por huecos de nidificación. En otras zonas producen daños en los cultivos y almacenamiento de granos, y puede transmitir enfermedades como la psittacosis (Real Decreto 630/2013b). En 1983 se menciona su nidificación como naturalizada en Canarias y actualmente mantiene poblaciones estables desde Tenerife hasta Lanzarote (Gobierno de Canarias; SEO/BirdLife, 2011b). La especie está considerada invasora en Canarias (Gobierno de Canarias), está catalogada como tal en el Catálogo español de especies exóticas invasoras (Real Decreto 630/2013a) y está reconocida como una de las 100 más peligrosas a nivel europeo según

DAISIE, portal web europeo proyectado para recopilar inventarios de especies exóticas invasoras en Europa (DAISIE European Invasive Species Gateway). Sin embargo, esta especie se encuentra frecuentemente en mercados y tiendas de mascotas de Canarias, de manera que la existencia de poblaciones asilvestradas se debe a escapes o sueltas deliberadas (SEO/BirdLife, 2011b).

La **cotorra argentina** o cotorra de pecho gris (*Myopsitta monachus*) es una ave exótica originaria de la mitad sur de Sudamérica que vive en formaciones vegetales diversas que les permiten una alimentación variada basada principalmente en semillas, aunque comen también frutos e insectos. Estas aves territoriales que forman colonias de más de 100 individuos construyen sus nidos en árboles y estructuras artificiales como torres de comunicaciones y tendidos eléctricos, donde pernoctan. En su área de distribución natural ha establecido nuevas colonias en zonas alteradas por el desarrollo socioeconómico dominante, lo que hace notar su capacidad de adaptación a otros climas y ecosistemas (RD 630/2013b). En Canarias comenzó a nidificar en la década de 1980, ocupando distintas islas, y actualmente está considerada como especie exótica invasora en La Palma, Tenerife, Gran Canaria y Fuerteventura (Gobierno de Canarias). Al contrario que otras especies introducidas similares, prefiere zonas más abiertas y desprovistas de vegetación, si bien requiere árboles o estructuras similares para instalar sus estructuras nidificatorias (SEO/BirdLife, 2011c). La especie está considerada invasora en Canarias (Gobierno de Canarias) y está catalogada como tal en el Catálogo español de especies exóticas invasoras (Real Decreto 630/2013a).

La Unión Europea es uno de los mayores mercados mundiales de **reptiles**, con un fuerte crecimiento desde 1990. Una proporción importante de los reptiles procede de la naturaleza, lo que ocasiona impactos negativos sobre las poblaciones silvestres. En concreto, se comercializan unas 8.000 especies pero sólo 500 figuran en alguno de los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, que regula alrededor de 30.000 especies (Rodríguez Luengo, 2014a; CITES, 1973).

La **culebra real de California** (*Lampropeltis getula ssp. californiae*) es una subespecie de serpiente invasora introducida en Gran Canaria originaria del norte de México y la mitad sur de la región pacífica de Estados Unidos. Mide entre 76 y 120 cm. Se distribuye desde el nivel del mar hasta los 1800 msnm, aunque la temperatura óptima para su actividad biológica está comprendida entre los 15 y 31 °C. Su hábitat nativo es bastante amplio: afloramientos rocosos, praderas, bosques y zonas abiertas, áreas semidesérticas, humedales y zonas suburbanas. Consume presas de sangre fría y caliente, incluyendo anfibios, reptiles y sus huevos, roedores, pequeñas aves y sus huevos (Gesplan, 2015; Mateo, 2008; RD 630/2013b). La especie está considerada invasora en Canarias (Gobierno de Canarias), y la familia *Colubridae*, a la que pertenece la especie, está catalogada como invasora en Canarias, Ibiza y Formentera según el Catálogo español de especies exóticas invasoras (Real Decreto 630/2013a), estando prohibida su posesión, transporte, tráfico y comercio. No en

vano, los ejemplares encontrados en el medio natural de Gran Canaria proceden del comercio de mascotas y posteriores escapes y liberaciones (Mateo, 2008). Los primeros ejemplares de culebra real de California (*Lampropeltis getula* ssp. *californiae*) se introdujeron en el medio natural y agrícola de Gran Canaria en 1998, desde entonces se ha dispersado rápidamente a pesar de que desde 2007 se hayan desarrollado actuaciones para su erradicación.

El proyecto *Life Lampropeltis* ha sido coordinado por Gesplan entre 2011 y 2015 con un **presupuesto de 1.025.863 €** y un equipo de trabajo conformado por el director técnico del proyecto, cuatro técnicos de campo, equipo de apoyo administrativo y más de 20 empresas contratadas. El principal objetivo del proyecto fue reducir la densidad y abundancia de la culebra real de California (*Lampropeltis getula* ssp. *californiae*) para minimizar su impacto sobre la biodiversidad de Gran Canaria. Otros objetivos del proyecto fueron el desarrollo e implementación de técnicas para su detección y captura, la mejora del conocimiento de la especie y su comportamiento invasor en Gran Canaria, promover la participación y concienciación de la población en la lucha contra la invasión, compartir el conocimiento adquirido para la lucha contra las especies invasoras de vertebrados en islas y proporcionar a la administración pública herramientas para manejar y prevenir las invasiones de vertebrados exóticos (Gesplan, 2015).

Actualmente **la población de serpientes invasoras no está controlada**, sólo se ha logrado ralentizar la expansión de la especie en las zonas núcleo de actuación y las acciones de control realizadas no han permitido evitar su impacto sobre la biodiversidad endémica. Además, se suceden capturas repetidas en zonas diferentes a las anteriores poblaciones, que podrían indicar la formación de nuevos núcleos de población. Sin embargo, ha supuesto un ejemplo de coordinación técnica y administrativa entre el Cabildo de Gran Canaria y el Gobierno de Canarias (Gesplan, 2015). Se implementaron diferentes métodos de captura de serpientes. **Entre 2007 y 2015 se capturaron 3.264 ejemplares.** La búsqueda y captura directa por parte de técnicos de campo resultó eficaz en los primeros momentos del proyecto Life, posteriormente su eficacia se redujo a consecuencia del éxito de la participación ciudadana y de la mejora de los sistemas de trampeo. Respecto a las técnicas de trampeo, se han utilizado tres tipos de **trampas**, las más eficaces han requerido un esfuerzo de 1.3 horas de técnico de campo por ejemplar capturado. El establecimiento de un **sistema de alerta temprana** supuso además **acercar al ciudadano** el equipo de trabajo del proyecto y disponer de información puntual de distribución de la población allí donde el equipo de trabajo no puede llegar o no se encuentra presente. Se ha comprobado la eficacia del uso de perros adiestrados y de cetrería, siendo los resultados menores a los esperados. Se elaboró un **manual de análisis de riesgos en el comercio de vertebrados exóticos**, herramienta útil para evaluar el riesgo de asentamiento y de plaga de las especies, y para estudios de impacto de las actividades que promuevan la introducción de especies potencialmente invasoras. La selección de métodos de captura efectivos, la implicación ciudadana, el intercambio fluido de información, el sistema de alerta temprana, el

conocimiento de la biología de la especie en Gran Canaria y el voluntariado se proponen como cimientos para revertir la invasión en el futuro (Gesplan, 2015).

Importación de madera

La madera puede albergar una enorme cantidad de especies de **invertebrados**. A través de la madera sin procesar y de los productos derivados de la madera se introducen plagas y patógenos que afectan a los bosques (Wittenberg & Cock, 2001).

En el este de Estados Unidos, hasta principios del siglo XX el castaño americano era muy abundante en los bosques de hoja caduca. Se trata de un árbol con valor económico por su madera, para la producción de muebles y la construcción. A principios de siglo XX se introdujo de manera accidental, desde China, un hongo invasor parásito denominado chancro (*Endothia parasitica*). Aunque el castaño americano no se han extinguido, sí ha desaparecido del ecosistema en general (Wittenberg & Cock, 2001).

Es necesario mantener rigurosas medidas de control y saneamiento en la importación de maderas. Los análisis de riesgos deben estudiar las posibles consecuencias de la introducción de las especies, valorando los impactos económicos y ambientales que las plagas pueden tener sobre los bosques; aunque supongan una inversión, estos análisis contribuyen a evitar la introducción de plagas (Wittenberg & Cock, 2001).

Turismo

Aunque considerado una actividad sostenible, el ecoturismo constituye una actividad de riesgo para las invasiones biológicas, al desarrollar su actividad en áreas con elevados valores de biodiversidad. Bajo los efectos del cambio climático y cambios socioeconómicos, la demanda y oferta de nuevas rutas turísticas generará una redistribución de los puntos con alto riesgo de entrada de especies exóticas invasoras (Capdevila-Argüelles, 2011).

En los ecosistemas dunares abundan los espacios abiertos que favorecen el rápido establecimiento de ciertas especies invasoras con elevado potencial colonizador en zonas sin vegetación. Por otro lado, en zonas turísticas costeras el continuo aporte de propágulos vegetales de diversos orígenes está asegurado gracias al uso recreativo y al turismo (Capdevila-Argüelles, 2011).

En cuanto a la salud pública, los desplazamientos humanos por turismo también pueden favorecer la importación de enfermedades (Capdevila-Argüelles, 2011).

2.6. Vías de introducción de las especies exóticas

Las vías o vectores de introducción son los medios por los que las especies son transportadas a nuevas áreas geográficas (Rando, 2014a). Así, las etapas de captación, transporte y liberación quedan directamente vinculadas a las vías y vectores de introducción.

Las vías de entrada de especies exóticas pueden dividirse en **intencionales e involuntarias**. Entre las vías intencionales destacan la alimentación, incluyendo agricultura y ganadería; jardinería y paisajismo, silvicultura, actividades cinegéticas y el comercio de mascotas. Entre las vías involuntarias puede mencionarse el transporte de mercancías, la importación de materiales y los movimientos de tierras para la construcción, y los flujos humanos de turistas y viajeros, incluyendo los medios de transporte utilizados, a cuyos bajos y ruedas pueden viajar adheridos multitud de propágulos como semillas o huevos de invertebrados (Vilà *et al.*, 2008).

Las Figuras 10, 11 y 12 muestran el número de especies exóticas invasoras introducidas en la Unión Europea a través de diferentes vías de entrada (DAISIE European Invasive Species Gateway).

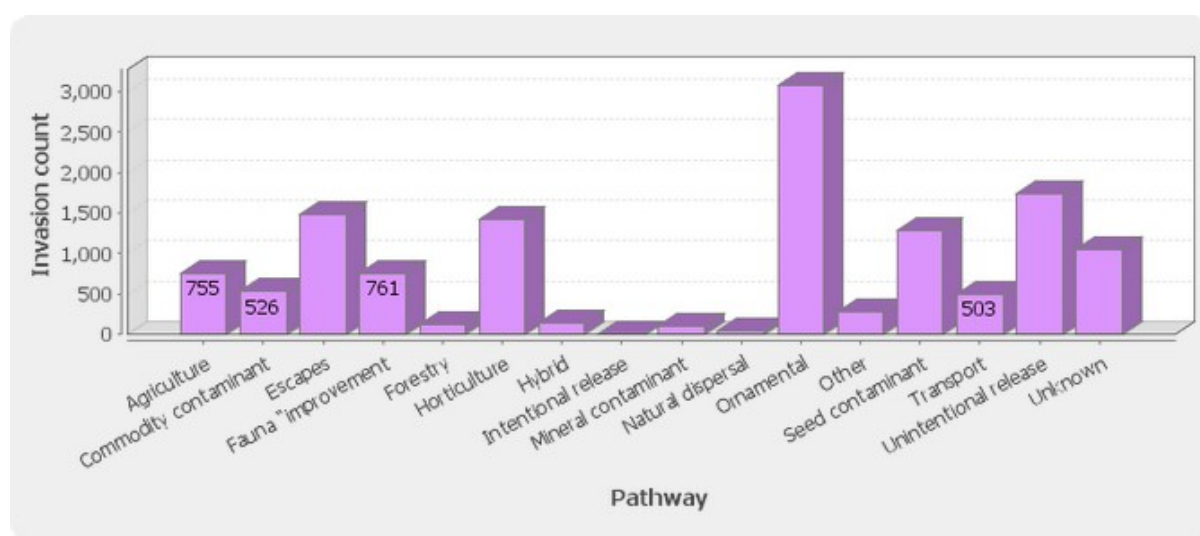


Figura 10. Número de plantas terrestres exóticas invasoras en la Unión Europea asociado a diferentes vectores de introducción (DAISIE European Invasive Species Gateway).

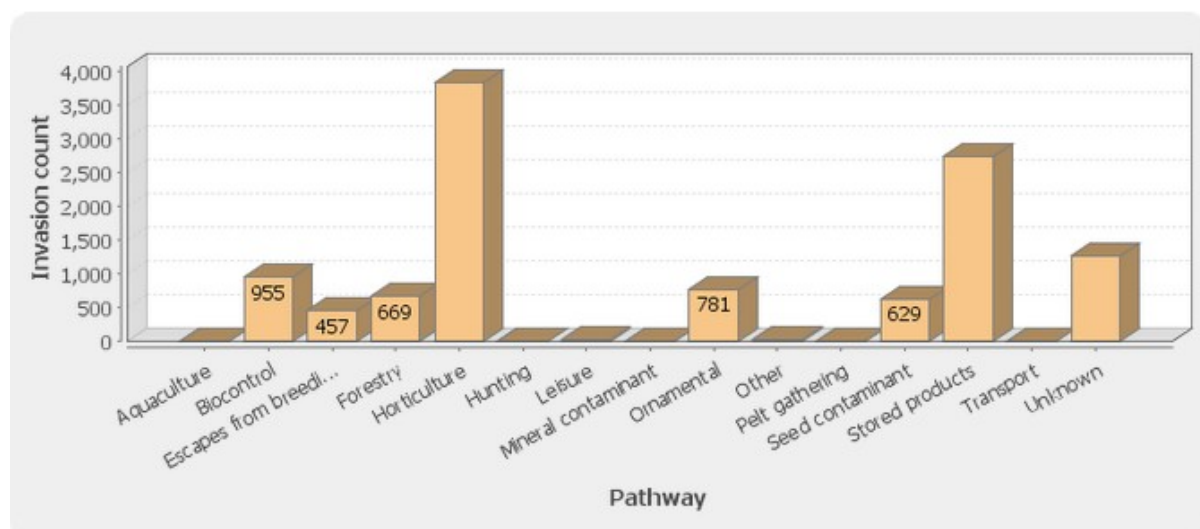


Figura 11. Número de invertebrados exóticos invasores en la Unión Europea asociado a diferentes vectores de introducción (DAISIE European Invasive Species Gateway).

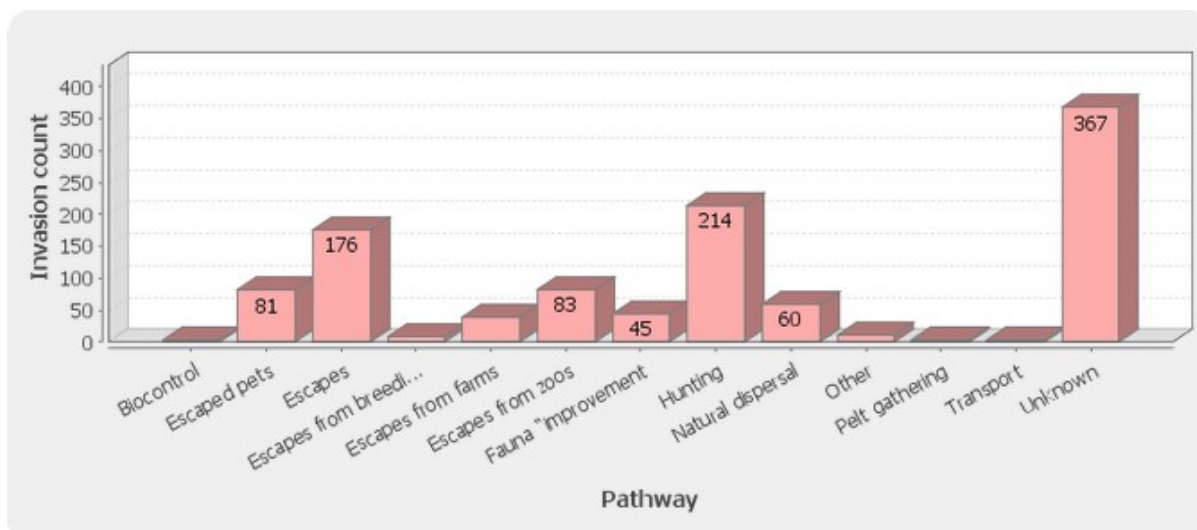


Figura 12. Número de vertebrados terrestres exóticos invasores en la Unión Europea asociado a diferentes vectores de introducción (DAISIE European Invasive Species Gateway).

Como se observa en las figuras anteriores, a escala de la Unión Europea la introducción de plantas terrestres invasoras se relaciona con la ornamentación, liberaciones no intencionales, escapes, horticultura; contaminación de semillas, transporte, etc.; la introducción de invertebrados terrestres invasores se relaciona especialmente con la horticultura y productos almacenados, pero también con el biocontrol, silvicultura y contaminación de semillas; mientras que muchas de las vías de introducción de vertebrados terrestres invasores se relacionan con la caza, escapes, escapes de zoos y escapes de mascotas, aunque otras tantas son vías de entrada desconocidas (DAISIE European Invasive Species Gateway).

A escala de Canarias, las vías de introducción se relacionan con puertos, puertos deportivos, aeropuertos y la red de carreteras. En relación con las rutas marítimas y aéreas, pueden ser interinsulares o de conexión con otras regiones de variable proximidad geográfica y similitud ambiental. La Figura 13 muestra la distribución de las vías de entrada y rutas de transporte y comunicación presentes en Canarias.

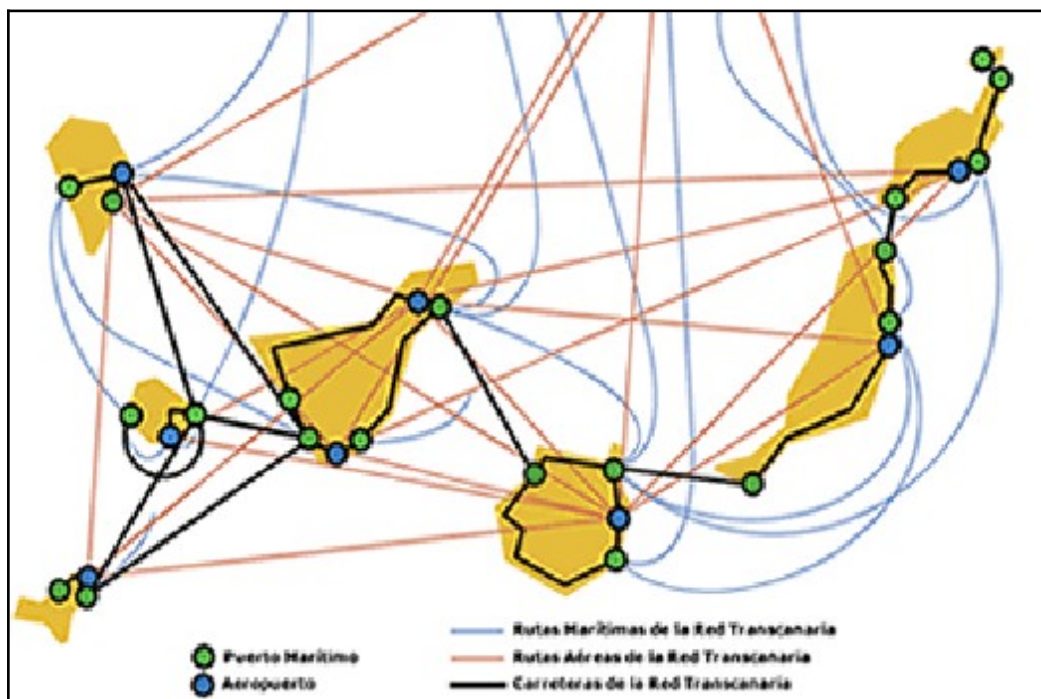


Figura 13. Principales vías de entrada y rutas de transporte y comunicación presentes en Canarias. Los puntos verdes y azules representan puertos y aeropuertos, respectivamente. Las líneas azules, rojas y negras representan rutas marítimas, aéreas y terrestres, respectivamente (Rodríguez Luengo, 2014).

Según un análisis referido a Canarias en el año 2010, respecto al tráfico aeroportuario se contabilizan 30.623.055 pasajeros, 302.589 aviones y 51.235 Tn de mercancías. Respecto al transporte terrestre se contabilizan 1.623.674 vehículos que realizan desplazamientos en 4.459 km de carreteras, además de los innumerables kilómetros de vías no asfaltadas. Respecto al transporte marítimo se contabilizan 6.357.671 pasajeros, 29.237 buques mercantes y 1.545.736 contenedores de mercancías (Rodríguez Luengo, 2014a).

Los puertos, gestionados por el Estado o por la Comunidad Autónoma, son la principal vía de entrada de especies exóticas en Canarias, de forma que las especies acceden al territorio terrestre insular a través de mercancías, pasajeros y vehículos (Rodríguez Luengo, 2014a).

Debido a las restricciones de personal y financieras, puede ocurrir que las inspecciones o cuarentenas necesarias en los puntos de control aduaneros sean ineficaces o no se cumplan, lo que aumenta los problemas relacionados con plagas que afecten al medio ambiente, a la agricultura y a la salud pública.

Es necesario **mejorar las inspecciones y/o cuarentenas de mercancías** para evitar las introducciones no intencionales. En caso de las especies introducidas intencionadamente (mascotas y animales de colección, especies usadas para el control biológico, especies de interés agronómico, etc.) es necesario **aplicar modelos de evaluación de riesgos** para valorar la posibilidad que tienen de convertirse en invasoras (Rando, 2014a). No siempre es fácil identificar especies exóticas invasoras, deben desarrollarse directrices e impartir **cursos**

de formación a los niveles oportunos para facilitar a las autoridades aduaneras su labor de detección; para ello, existen distintas fuentes de financiación de la Unión Europea, como el Programa de Desarrollo Rural, INTERREG, fondos LIFE, etc. (Unión Europea, 2014).

2.7. Herramientas para la gestión de especies exóticas invasoras

La prevención es la estrategia más económica, deseable y eficaz para la gestión de invasores dañinos **y debería ser la respuesta prioritaria** para reducir la frecuencia con que continúan llegando. Esta política se implementa mediante programas de inspección y exclusión en las fronteras. Todas las plantas y animales introducidos deberían ser examinados antes o en el momento de su llegada a los puntos de control (Wittenberg & Cock, 2001). Por otro lado, en el caso de las invasiones consideradas irreversibles se debe mitigar los impactos y expansión de las especies exóticas ya establecidas. La **detección temprana**, la **respuesta rápida** según el plan de contingencia y el intento de **erradicación** deberían aplicarse si la prevención falla. **El control o manejo a largo plazo debería ser la última opción** (Rando, 2014a).

La gestión de las especies exóticas debe implementarse sistemáticamente en la prevención y todas las etapas de invasión biológica: transporte, liberación, establecimiento y expansión (Rando, 2014a). En todo caso, **es mucho más barato, efectivo y eficiente gestionar las invasiones biológicas en las etapas tempranas del proceso** (Rando, 2014a).

Los **sistemas de información** sobre especies exóticas son indispensables para aglutinar, compartir, realizar predicciones y tomar decisiones respecto a la gestión de las invasiones en base a los datos disponibles sobre distribución actual y potencial invasor de las especies exóticas y datos sobre las alteraciones previstas por el cambio climático. Estas bases de datos suelen presentar **sesgos por grupos taxonómicos**, siendo más completa para plantas y vertebrados terrestres y más escasa para invertebrados o especies marinas (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011). Dado que cualquier especie es susceptible de ser transportada y llegar a convertirse en invasora en otras regiones, es necesario organizar y compartir el conocimiento de forma sistemática y armonizada, de forma que se faciliten sistemas de alerta temprana basados en predicciones sobre la potencialidad de las invasiones. Las fuentes de información de las bases de datos constituyen un importante punto de partida, pero la complejidad del problema requiere ampliar, estandarizar y manejar datos procedentes de múltiples fuentes (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011).

Cualquier sistema de información y gestión debe complementarse con herramientas derivadas de los sistemas de información geográfica (SIGs) que permitan integrar información sobre el territorio y realizar predicciones y estimaciones objetivas, considerando la distribución de la especie invasora e información ambiental y socioeconómica del territorio.

En el ámbito de Canarias, el Gobierno Autonómico ha encomendado a la empresa pública

GESPLAN la ejecución de una **experiencia piloto relativa a la Red de Detección e Intervención de Especies Exóticas Invasoras en Canarias** (Orden de 17 de julio de 2017). En el futuro, dicha red tendrá un ámbito regional y un ámbito insular, este último gestionado por los Cabildos. Uno de los objetivos perseguidos es la creación de un sistema de información e intervención para la vigilancia de especies exóticas invasoras en Canarias, incluyendo atención ciudadana, desarrollo de aplicaciones web para aportar avisos y alertas, bases de datos de especies exóticas e integración en redes sociales.

En el ámbito insular, el Cabildo, por medio de Gesplan, ejecuta actualmente el **Servicio de control de especies exóticas invasoras en la isla de Gran Canaria**, con los siguientes objetivos (González Artiles, 2017):

- Control de flora exótica en los Espacios Naturales Protegidos, así como en las áreas de influencia de los mismos.
- Plantación de especies autóctonas de sustitución en áreas ocupadas por flora exótica.
- Control de gatos asilvestrados en los espacios naturales protegidos.
- Control y erradicación de cabras asilvestradas en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Gran Canaria.
- Actuación sobre alertas de focos de especies de flora y fauna exótica aún no establecidas y que precisen de medidas de erradicación urgentes.
- Realización de estudios, asesoramientos u otras actuaciones no previstas inicialmente, por encargo de la Dirección Técnica.

Priorización de las especies exóticas, vías de entrada y territorio frente a las invasiones

La lucha contra las invasiones biológicas debe realizarse de forma sistemática, priorizando desde la prevención hasta las distintas etapas del proceso de invasión (McGeoch *et al.*, 2016).

La prevención a través de las vías de entrada de las especies exóticas es la primera y más importante medida de gestión prioritaria, de forma que los esfuerzos de detección temprana, respuesta rápida e intento de erradicación deberían ser complementarios a la prevención, y el manejo a largo plazo sólo debería contemplarse como último recurso (McGeoch *et al.*, 2016; Rando, 2014a).

Antes de que se produzca la invasión se debe priorizar el esfuerzo a la gestión adecuada de las **vías de entrada** para prevenir la introducción y establecimiento en el territorio, identificando las vías de entrada que suponen el mayor riesgo, las zonas más expuestas y más sensibles a las invasiones y las especies que suponen un mayor riesgo de invasión y de impactos significativos asociados. Se puede analizar los riesgos de vías de entrada genéricas,

dado que hay implicadas muchas especies y muchos vectores posibles. Los recursos son limitados y **se debe priorizar determinadas vías de entrada y tipos de especie sobre otras**, dependiendo de las amenazas más graves e inmediatas a las que se enfrenta la región (Wittenberg & Cock, 2001).

Una vez que se ha producido la invasión se debe priorizar la gestión a erradicar, contener o controlar adecuadamente las **zonas invadidas**, identificando las especies con mayor comportamiento invasor y mayor impacto y las zonas especialmente sensibles frente a las invasiones y que requieran especial protección.

Respecto a las **especies**, deben ser objeto de atención especial en la priorización de todas las etapas de invasión, haciendo uso de la mejor información disponible para la toma de decisiones, incluyendo modelos predictivos de distribución y mapas de riesgo (McGeoch *et al.*, 2016). A menudo conviene crear una estrategia de gestión global considerando varias amenazas conocidas o posibles y las vías de entrada que podrían utilizar para introducirse. Este método contribuye a asignar los recursos de forma eficiente y eficaz, para hacer frente a una serie de amenazas, tanto conocidas como no, a lo largo del tiempo (McGeoch *et al.*, 2016; Wittenberg & Cock, 2001).

Para poder tomar las decisiones de priorización adecuadas es necesario disponer **información de calidad**. Sobre las especies es necesario conocer qué especies invasoras están ya presentes, así como el origen, el rango de distribución y las evidencias de impacto conocidas de toda especie susceptible de ser considerada invasora. Respecto a las vías de entrada es necesario conocer aquellas relevantes para la introducción de especies en la zona de interés, actuales o potenciales, así como el propósito de las introducciones. Respecto a las zonas sensibles, será necesario disponer de listas y mapas de zonas de alto valor para la conservación y provisión de servicios ecosistémicos, especialmente de aquellos más expuestos a las invasiones (McGeoch *et al.*, 2016).

Cuando varias especies constituyen una amenaza, los análisis de riesgos pueden contribuir a establecer prioridades en el uso del tiempo y los recursos. El proceso de análisis de riesgos y sus resultados pueden servir para obtener o reforzar el apoyo social (Wittenberg & Cock, 2011). Con los datos disponibles será necesario **asignar prioridad relativa** a determinadas especies, vías de introducción y zonas sensibles para dedicar los esfuerzos de prevención y mitigación de los impactos.

A nivel europeo existe un listado de especies exóticas invasoras preocupantes, aquellas consideradas más dañinas entre las 1000-1800 especies invasoras presentes en Europa. Así es posible concentrar los esfuerzos en las especies que causan más daños y que requieren medidas específicas. Este sistema por prioridades permite desarrollar el sistema de gestión de las invasiones gradualmente y aprender de la experiencia. Las decisiones de incluir una especie en la lista se basan en evaluaciones de riesgos sustentadas en evidencias, siguiendo criterios acordados, de modo que los resultados sean válidos para el conjunto de la Unión Europea (Unión Europea, 2014). Si una especie no está presente en la lista de especies

exóticas invasoras preocupantes para la Unión Europea, cada país sigue siendo responsable de su gestión. No obstante, se prevén medidas provisionales para los Estados miembros que estén preocupados por la presencia o amenaza de especies que sean consideradas invasoras, aunque no figuren como preocupantes en el listado de la Unión Europea (Unión Europea, 2014).

Las acciones de seguimiento y lucha contra las especies exóticas deben orientarse a **reducir la frecuencia de las introducciones, mitigar los impactos** de las que se van estableciendo y expandiendo, y a **concienciar a la población** acerca de la problemática de las invasiones biológicas. En todo caso, **la postura menos aconsejable es la inacción** (Capdevila Argüelles *et al.*, 2006; Rando, 2014a).

En todo caso, **la erradicación sólo suele ser viable en territorios acotados y de pequeño tamaño**, como islotes (Nogales *et al.*, 2004; Rando, 2014a). Quizás también fuera posible plantear acciones de erradicación en etapas tempranas de la invasión, aunque para ello sería necesario contar con planes de contingencia más o menos generales que permitan cierta anticipación a cada casuística.

En el proyecto Life+Lampropeltis se aplica el **Manual para el análisis de riesgos** en el comercio de vertebrados exóticos a un listado de 74 especies. Las especies son clasificadas según las categorías de riesgo propuestas en el manual y posteriormente son ordenadas para crear una herramienta de control frente a la entrada de especies de vertebrados que puedan comportarse como invasores en ambientes insulares, teniendo en cuenta las particularidades biogeográficas y socioeconómicas, que sea compatible con el desarrollo económico y el comercio. El resultado se estructura en tres listas: negra, blanca y gris. La **lista negra** incluye especies de vertebrados exóticos invasores o con potencial invasor. Está orientada a prohibir las introducciones intencionales y evitar las introducciones no intencionales. Incluye las especies recogidas en el Catálogo español de especies exóticas invasoras (RD 630/2013a) y aquellas cuyo análisis de riesgos las ha clasificado como de riesgo *alto* o *extremo*. Esta lista negra se debe entender como abierta, ya que nuevos datos sobre las especies ya evaluadas pueden cambiar el conocimiento de su peligrosidad. La **lista blanca** incluye especies de vertebrados exóticos cuyo impacto potencial ha sido evaluados por medio del análisis de riesgos como *nulo* o *muy bajo*, de forma que su importación podría ser permitida, y sometida a reglamentación, según el caso. La **lista gris** incluye todas las especies de vertebrados exóticos que no están incluidas en las listas negra o blanca por no haber sido sometidas al análisis de riesgos, así como aquellas clasificadas como de riesgo *moderado*, para las cuales el análisis de riesgos no ha producido pruebas concluyentes para su inclusión en las listas blancas o negra. Debido al gran número de especies exóticas comercializadas, sólo unas pocas han sido consideradas, pero esta lista gris es de gran importancia, pues identifica algunas de las especies que requieren especial atención para definir su comportamiento invasor (Gesplan).

Las listas negras, por sí solas, quizás no son una herramienta adecuada; posiblemente, muchas especies nunca serán incluidas en estas listas negras y, sin embargo, se revelarán

como invasoras. Por otro lado, aunque las listas blancas son una herramienta útil y los requisitos para incluir una especie en una lista blanca son muy estrictos, tampoco son infalibles; los análisis de riesgos están sujetos a incertidumbre, algunas especies son admitidas como no-invasoras, introducidas y luego se tornan en invasoras (Wittenberg & Cock, 2001). Estas listas de especies facilitan la toma de decisiones sobre introducciones intencionales a las autoridades competentes, estableciendo la prioridad de vigilancia sobre especies que puedan constituir amenazas para la biodiversidad o de tipo económico-sanitario (Gesplan).

Bases de datos con información sobre especies exóticas invasoras

Existen numerosas organizaciones e iniciativas para facilitar y coordinar información orientada a la gestión de las invasiones biológicas, incluyendo su identificación, prevención y control, a múltiples escalas: internacional, europea, nacional y regional.

A continuación se ofrece una lista sucinta de fuentes de información, a modo de ejemplo, sin ser completa:

Mundial

- GISD ([Global Invasive Species Database](#)). Fuente de información sobre especies exóticas e invasoras que afectan negativamente a la biodiversidad, con el fin de concienciar globalmente sobre la problemática y facilitar experiencias y estrategias de prevención y control. Considera todos los grupos taxonómicos, desde microorganismos hasta animales y plantas.
- GIASIPartnership ([Global Invasive Alien Species Information Partnership](#)). En relación con el Convenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, pretende contribuir a implementar el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y la Meta 9 de Aichi: *“para 2020, se habrán identificado y priorizado las especies exóticas invasoras y vías de introducción, se habrán controlado o erradicado las especies prioritarias, y se habrán establecido medidas para gestionar las vías de introducción a fin de evitar su introducción y establecimiento”* (UNEP, 2010).

Europea

- DAISIE ([Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe](#)). Proyecto de información sobre invasiones biológicas para el desarrollo de una estrategia paneuropea con varios objetivos: (i) crear un inventario de especies que suponen amenazas de invasión en los medios terrestre, dulceacuícola y marino, (ii) proporcionar la base para la prevención y el control de las invasiones, a través de la comprensión de sus factores ambientales, sociales y económicos; (iii) evaluar y resumir los riesgos económicos y sanitarios y los impactos de las invasiones más extendidas y/o nocivas; (iv) establecer un marco de indicadores de alerta temprana en base a datos de distribución de las especies invasoras y de experiencias de los Estados miembros de la Unión Europea.

- EASIN ([European Alien Species Information Network](#)). Iniciativa del Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, creada en base al reconocimiento de la creciente amenaza que suponen las especies invasoras en Europa. Promueve la exploración de la información sobre especies invasoras existentes en Europa, para contener las invasiones, en el marco del Reglamento (UE) 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la prevención y la gestión de la introducción y propagación de especies exóticas invasoras. Permite tomar decisiones eficientes y con justificación científica con la que prestar asistencia a los Estados miembros.

Nacional

- [ANTHOS](#) (Sistema de información sobre las Plantas de España). Muestra información sobre la biodiversidad de las plantas de España, en un formato dirigido a una amplia gama de públicos.
- InvasIBER ([Especies exóticas invasoras de la Península Ibérica](#)). Creado a partir de un proyecto sobre los aspectos legales y de gestión y divulgación de la problemática de las especies exóticas invasoras, su objetivo es ofrecer una plataforma en internet, abierta a cualquier especialista interesado, de divulgación de esta problemática en la península ibérica. El objetivo principal de InvasIBER es establecer una base de datos de las principales especies invasoras.

Regional

- Proyecto BIOTA ([Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias](#)). constituye el registro oficial taxonómico de la biota del archipiélago. A tales efectos se crea como registro público de carácter administrativo, incluyéndose en él el listado y la distribución conocida de especies silvestres de plantas, hongos, animales y demás organismos vivos que de modo regular habitan o se reproducen en el Archipiélago y sus aguas, incluyendo las especies introducidas y las invasoras. Dentro de la finalidad y objetivos del BDBC están, entre otros, facilitar el acceso libre a la información por parte de las personas e instituciones interesadas y favorecer la divulgación de la biodiversidad.
- [Base de Datos de Especies Introducidas de Canarias](#). Creada en 2014 por el Gobierno de Canarias, la Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias tiene por finalidad recopilar y centralizar la información sobre de las especies exóticas presentes en Canarias (fechas de llegada, distribución, interacciones con las especies autóctonas, acciones de control de las que han sido objeto, etc.) con la intención de que se configure en una herramienta útil que asesore en los procesos decisorios de las políticas y actuaciones relativas a la conservación de la biodiversidad. Incluye más de 2.000 especies introducidas o invasoras y alrededor de 50 referencias y enlaces a diversas organizaciones e iniciativas en esta línea. Esta Base de datos carece de rango normativo por lo que la inclusión de una especie en ella tiene carácter meramente informativo.

Modelos predictivos de distribución de especies invasoras

Los modelos predictivos de distribución de especies se basan en relaciones estadísticas entre datos de distribución de las especies e información espacial de variables que caracterizan el territorio, especialmente las de tipo climático.

Debido a la importancia ecológica y económica de las invasiones biológicas, la aplicación de modelos predictivos y otras aproximaciones similares para el análisis de riesgos se han convertido en un área de investigación importante.

El uso de variables ambientales a diferentes escalas, incluyendo información sobre **clima y usos del territorio**, permite realizar predicciones de invasiones potenciales. Básicamente hay dos aproximaciones posibles: predecir la distribución geográfica potencial de una especie invasora en una nueva región en base a información sobre sus preferencias de hábitat en su área nativa o usar la información de los lugares donde se ha establecido como invasora para identificar zonas aún no invadidas con especial riesgo o especialmente sensibles. La interpretación cuidadosa de ambos resultados sobre la distribución potencial de la invasión puede ser muy informativa, precisando el grado en que una determinada especie invasora está limitada por las condiciones ambientales observables en su región de origen o en áreas ya invadidas, según sea el caso (Franklin & Miller, 2010).

Los modelos predictivos permiten otra aproximación alternativa para la gestión de las invasiones. Consiste en modelizar el clima de la región de interés y posteriormente compararlo con el clima de otras zonas del planeta para predecir la distribución global de condiciones climáticas similares, identificadas como zonas de procedencia de especies invasoras potenciales (Franklin & Miller, 2010).

Los modelos predictivos de distribución pueden ser útiles para el desarrollo de estudios epidemiológicos en el caso de la especie de interés esté relacionada con enfermedades que afecten a la biodiversidad local o a la salud humana (Franklin & Miller, 2010).

Así, los **modelos bioclimáticos** permiten crear mapas predictivos acerca de la distribución esperada de especies invasoras, tanto bajo condiciones climáticas actuales como bajo escenarios basados en condiciones de cambio climático. Sin embargo, los análisis basados en parámetros climáticos generalmente deben ser complementados con información acerca de las interacciones ecológicas entre especies, su capacidad de adaptación a nuevas condiciones ambientales, o su capacidad de dispersión en el territorio.

En todo caso, estos modelos predictivos suponen una **herramienta rápida, económica y flexible** para evaluar la capacidad de invasión de las especies, facilitan una primera aproximación a los riesgos y posibles consecuencias de la introducción de una especie y contribuyen a tomar decisiones objetivas y orientadas a una estrategia territorial de gestión de las invasiones (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011).

Análisis de riesgos

Las especies exóticas sobre las que no se dispone de suficiente información pueden suponer un grave riesgo, tanto ambiental como socioeconómico o sanitario. En el caso de islas oceánicas como el archipiélago canario, su biodiversidad es muy vulnerable frente a especies exóticas y es necesario ser rigurosos al aplicar el principio de precaución, pues las invasiones biológicas se relacionan directamente con el desarrollo socioeconómico y pueden llegar a producirse tras un periodo de latencia, a partir de invasiones encadenadas o ante alteraciones ambientales como las ocasionadas por el cambio climático (Rando, 2014a).

El análisis de riesgos predice la posibilidad de que una determinada especie se convierta en invasora y clasifica el riesgo según su importancia relativa. Si la especie ya se ha establecido, los modelos de impacto ecológico y análisis económicos y sociales pueden tener mayor relevancia como parte del análisis (Wittenberg & Cock, 2011).

El Real Decreto 630/2013 por el que se regula el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras define el análisis de riesgos como la evaluación científico-técnica de la **probabilidad** y de las **consecuencias** (del riesgo) de la introducción y el establecimiento de una especie exótica en el medio natural y de las **medidas de control** que pueden aplicarse para reducir esos riesgos.

A pesar de que se ha intentado identificar los rasgos que indican si una especie se comportará como invasora para discernir qué especies introducidas se convertirán en un problema en una determinada área de introducción, la experiencia acumulada indica que este enfoque no da buenos resultados para anticipar casos concretos. Se producen muchos falsos positivos y falsos negativos, y es difícil predecir a priori qué especies se convertirán en invasoras (Wittenberg & Cock, 2001).

Según Wittenberg & Cock (2001), para prevenir una eventual invasión futura por parte de una nueva especie, se recomienda:

- Evitar la importación de especies consideradas invasoras.
- Realizar **análisis de riesgos de establecimiento, propagación e impacto de la especie** en cuestión, sopesando las posibles ventajas frente a los riesgos de su introducción.
- Controlar el área circundante a las explotaciones para detectar la dispersión de ejemplares.
- Tomar en consideración las propuestas de los promotores y los análisis de los técnicos expertos, de forma que sea el responsable de la plantación el que se responsabilice de las medidas.

Aunque no es suficiente para tener un veredicto inequívoco respecto a la posibilidad de invasión, **estudiar las especies y registrar las experiencias** respecto a las invasiones es muy

útil. Los países que aplican programas de bioseguridad basados en análisis de riesgos consiguen reducir significativamente las invasiones biológicas, y es imprescindible **invertir en el desarrollo del conocimiento científico a nivel regional** para mejorar los resultados de gestión (Rando, 2014a).

Estos análisis de riesgos basados en evaluaciones objetivas estiman la **probabilidad de que una especie exótica se establezca en un nuevo territorio y su potencial para causar daños**. Se convierten así en guías para que las administraciones dispongan de criterios para la toma de decisiones que orienten las políticas de gestión, particularmente respecto a la importación, uso o tenencia y gestión de especies exóticas. En todo caso, estos análisis están sujetos a criterios metodológicos, falta de información o subjetividad en su interpretación técnica y, puesto que deben ser usados para el interés general de conservación de la biodiversidad, es preciso adoptar el principio de precaución frente a incertidumbres en las repercusiones futuras de las invasiones biológicas, sin necesidad de esperar a que los impactos negativos sean observables (Rando, 2014a). El análisis de riesgos es una herramienta que proporciona un proceso lógico para la toma de decisiones, pero de la que no se debe depender exclusivamente para afirmar rotundamente que una especie es invasora o es inofensiva (Wittenberg & Cock, 2001). En última instancia, **el nivel o umbral de riesgo aceptable para permitir la introducción de una especie o para no considerarla invasora una vez introducida es responsabilidad de las administraciones competentes** (Ley 42/2007).

Uno de los mejores indicadores para anticipar si una especie se convertirá en un problema es conocer en qué otras zonas la especie se ha comportado como invasora, especialmente si dichas zonas presentan condiciones climáticas y ambientales similares (Wittenberg & Cock, 2001). Sin embargo, muchas especies se adaptan a los hábitats presentes en las zonas invadidas. En el caso de análisis de riesgos de especies invasoras ya establecidas, características como su reproducción y dispersión, tolerancia frente a factores ambientales y capacidad de adaptación adquieren mayor relevancia, puesto que permiten predecir el ritmo de la propagación (Wittenberg & Cock, 2001).

Los análisis de riesgos son una herramienta para justificar la exclusión de especies potencialmente invasoras, así como para evaluar el impacto que tendrían si se establecieran. Facilitan la priorización en el uso del tiempo y los recursos. Si se consideran modelos económicos y ambientales permiten comprender los impactos, los costes y los beneficios, estimar las posibles consecuencias del establecimiento de una determinada plaga y promover el apoyo social (Wittenberg & Cock, 2001).

En el marco del Proyecto LIFE+Lampropeltis se ha desarrollado una aproximación preliminar al análisis de riesgos respecto a la introducción de vertebrados terrestres exóticos en el archipiélago canario (Rando, 2014a). La metodología de dicho trabajo considera variables relativas al riesgo para la salud pública, riesgo de establecimiento y riesgo de convertirse en plaga, usando datos procedentes de diversas fuentes y regiones geográficas. La información recopilada es categorizada según valores numéricos y, tras asignar valores umbrales,

clasifica a las especies en categorías de riesgo. En dicho trabajo, la evaluación del *riesgo de establecimiento* de los mamíferos y las aves considera la probabilidad de establecimiento de las especies y, por su parte, el *riesgo de plaga* considera la capacidad de éstas para extenderse en las islas en etapas posteriores a su establecimiento. Las principales variables que utiliza para estimar el *riesgo de establecimiento* son la similitud climática, el éxito de introducciones en otras regiones geográficas, el rango de distribución mundial y el grupo taxonómico; otras variables consideradas son la dieta, requerimientos de hábitat y el comportamiento migratorio. Respecto al valor relativo de los diferentes factores de análisis de la variable *riesgo de establecimiento*, para una especie que no posee antecedentes de invasión en otras islas, pero que se distribuya en zonas de alta similitud climática con Canarias, es lógico asumir que tendría alta probabilidad de asentamiento (Rando, 2014a). Un ejemplo que apoya este razonamiento es el de la ardilla moruna (*Atlantoxerus getulus*), una especie establecida y ampliamente distribuida en Fuerteventura, con el consiguiente riesgo para el resto de las islas y que, sin presentar historial como invasora en otras regiones, sí presenta una elevada similitud climática entre su región de origen y Canarias (Rando, 2014a; López-Darias, 2008). Las principales variables que utiliza para estimar el *riesgo de plaga* son el grupo taxonómico, el rango de distribución mundial, la dieta y alimentación, el comportamiento como plaga en otras regiones, la similitud climática, la capacidad para introducir y expandir enfermedades y parásitos, los daños y desperfectos a las propiedades, las molestias y los riesgos para las personas. En el caso de los reptiles, además, tienen especial interés si son venenosos o pueden causar lesiones, su capacidad de expansión tras ser liberados, si presentan altas densidades en su área de distribución natural o, en el caso de Canarias, el riesgo de hibridación con las especies de reptiles autóctonas (Rando, 2014a).

Detección temprana

Una vez que una especie exótica es introducida en una región, hay un breve periodo de tiempo en el que las probabilidades de que se establezca o no se establezca están equilibradas. Cuanto más tiempo permanezca sin ser detectada, más difícil será intervenir, menores las opciones de erradicarla o controlarla y más cara la gestión, de forma que **a medida que la especie se expande la erradicación deja de ser una opción** (Wittenberg & Cock, 2001).

La detección temprana de especies no autóctonas puede estar basada en un sistema de encuestas periódicas que permitan encontrar especies recientemente establecidas. El personal que realice las encuestas debe tener la formación necesaria, pues en el caso de determinados grupos taxonómicos sólo personal especializado serían capaces de identificar especies no autóctonas (Wittenberg & Cock, 2001).

El esfuerzo debe ser mayor en áreas importantes para la biodiversidad, zonas de dispersión y zonas próximas a los puntos de entrada y distribución. Cuando se han identificado amenazas concretas, se les debe dar prioridad, actuando en los focos de dispersión y

muestreando periódicamente en los posibles hábitats invadidos (Wittenberg & Cock, 2001).

En Canarias, las labores de vigilancia son ejercidas por el Servicio de Protección de la Naturaleza (SEPRONA), Policía Canaria y el Cuerpo de Agentes de Medio Ambiente perteneciente a los Cabildos Insulares y a la Agencia para la Protección del Medio Ambiente Urbano y Natural.

Según el **Real Decreto 630/2013** por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras, la Red de Alerta para la vigilancia de especies exóticas invasoras, integrada por los puntos focales designados por las comunidades autónomas, Administración General del Estado y la Oficina de Coordinación del Ministerio, debe facilitar la coordinación y la comunicación entre las administraciones. Para ello, los Puntos Focales deberán crear, dentro de su ámbito territorial, redes de alerta temprana (RD 630/2013a).

Planes de contingencia

Respecto a las invasiones emergentes, es imprescindible una actuación rápida en cuanto son detectadas, lo que reduce los recursos necesarios para lograr la erradicación, además de evitar nuevas invasiones (Rando, 2014a). Según el Reglamento de la Unión Europea, los Estados miembros deben crear un sistema de vigilancia que recopile y almacene datos fundamentales sobre las especies invasoras preocupantes para la Unión Europea presentes en su territorio. El sistema de vigilancia permite que un Estado miembro pueda alertar a la Comisión y a otros Estados miembros sobre una especie invasora preocupante para la Unión Europea tan pronto como sea detectada en su territorio; debe de garantizar las acciones inmediatas para erradicar la especie invasora de forma precoz, aplicando planes de contingencia antes de que tenga ocasión de expandirse y causar daños significativos, y permitir que los países evalúen la efectividad de las distintas técnicas de gestión desarrolladas para erradicar o gestionar las distintas especies invasoras (Unión Europea, 2014).

Una parte importante de la detección temprana son los planes de contingencia que determinan las medidas a tomar en cuanto se detecten las especies exóticas. Los planes de contingencia deben identificar a las partes interesadas y a los expertos que podrían ser consultados para preparar un plan detallado. Los planes de contingencia centrados en especies que suponen un gran riesgo pueden ser muy eficientes si incluyen una programación detallada del procedimiento a seguir. En principio, este plan debe elaborarse desde las invasiones en general hasta llegar a especies concretas, dada la diversidad de las posibles especies. La estructura general de estos planes se basa en un esquema que incluya los principios generales, las responsabilidades y las posibles partes interesadas que deberían acordar un plan detallado de respuesta a unas circunstancias concretas o a una posible especie o grupo invasor concreto que haya sido identificado y considerado de alto riesgo (Wittenberg & Cock, 2001).

A menudo conviene crear una estrategia de gestión global evaluando varias amenazas

conocidas o posibles y las vías de entrada que podrían utilizar para establecerse (Wittenberg & Cock, 2001).

Para que un plan de contingencia funcione, es importante la participación y el compromiso de todas las partes interesadas y en contacto con el territorio, así como que los recursos necesarios para ponerlo en práctica estén totalmente disponibles (Wittenberg & Cock, 2001).

Un buen plan de contingencia ejecutado en Canarias se aplicó sobre el zorro volador egipcio (*Rousettus aegyptiacus*). En 2002 se realizó una campaña de erradicación de esta especie de murciélago introducida en Tenerife en la que se capturaron 29 y 7 ejemplares en el norte y sur de la isla, respectivamente, incluyendo adultos, juveniles y crías. Durante 2004 y 2005 se capturaron sólo 2 ejemplares y se consideró que la especie “quedó prácticamente extinguida”. Entre 2008 y 2009 no se capturó ningún ejemplar. Las experiencias en Canarias y otras regiones indican que erradicar la especie del medio natural requiere costosos presupuestos y medios técnicos especializados. El Catálogo español de especies exóticas invasoras demanda la elaboración de un plan de actuaciones para evitar el asentamiento de nuevas poblaciones (RD630/2013b).

Estrategias para el control de especies ya establecidas

El control de las especies exóticas invasoras suele suponer un esfuerzo a largo plazo hasta empezar a obtener indicadores con los que valorar si se está produciendo una reducción de las invasiones (Gesplan, 2015). Sin embargo, aunque muchos Estados miembros de la Unión Europea se ven obligados a dedicar cuantiosos recursos económicos para hacer frente a este problema, sus esfuerzos no dan resultados si se limitan exclusivamente al ámbito nacional (Rodríguez Luengo, 2014a).

La respuesta y rápida erradicación evitan que las especies invasoras se establezcan el tiempo suficiente para integrarse y afectar a funciones clave de los ecosistemas. Por otro lado, para las especies que han estado establecidas durante largo tiempo, la erradicación sólo suele ser viable en ámbitos muy reducidos, como islotes de pequeño tamaño (Nogales *et al.* 2004).

Según establece el Reglamento de la Unión Europea, el objetivo en caso de que una especie invasora ya esté implantada es minimizar su impacto en la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, la salud humana y la economía, de forma que **cada región deberá poner en práctica medidas para controlar o contener las poblaciones de especies invasoras, o para erradicarlas por completo si es viable**. Por otro lado, se debe tomar las medidas adecuadas para **restaurar los hábitats** dañados por las especies invasoras, con el objetivo de acelerar su recuperación e impedir nuevas invasiones (Unión Europea, 2014). Las islas en regiones ultraperiféricas de la Unión europea como Canarias, están especialmente amenazadas por las especies exóticas invasoras, de forma que el Reglamento de la Unión Europea contempla considerar todas las especies invasoras problemáticas en dichas regiones como

preocupantes para la región (Unión Europea, 2014).

El **rabo de gato** (*Pennisetum setaceum*) llegó a ser muy abundante en La Palma, aunque gracias a las labores de erradicación llevadas a cabo por el Gobierno de Canarias y el Parque Nacional de La Caldera de Taburiente ha sido controlada pero no totalmente eliminada. En Tenerife y Gran Canaria han fracasado los esfuerzos por erradicarla, centrándose ahora en evitar su expansión hacia las zonas ecológicamente más valiosas (RD 630/2013b).

Entre los animales, en el caso de la **cotorra argentina** (*Myopsita monachus*) se han desarrollado programas de control de la invasión en Gran Canaria, aunque no han conseguido disminuir el tamaño de la población (SEO/BirdLife, 2011c). La captura de ejemplares no parece ser efectivo, por lo que distintas actuaciones de control desarrolladas en España están basadas en la destrucción de nidos, aunque en este caso los animales tienden a reinstalar los nidos en las mismas ubicaciones (RD 630/2013b).

En los últimos años, la **cotorra de Kramer** (*Psittacula krameri*) ha sido objeto de medidas de control en el sur de Gran Canaria mediante trampas y redes, mostrándose muy esquivas; los mejores resultados se han obtenido actuando directamente sobre los lugares de nidificación (RD 630/2013b).

Especialmente en el caso de animales exóticos poseídos como **mascotas**, cualquier medida de control sobre los ejemplares en libertad resultará ineficaz sin acabar antes con el origen del problema, centrado en las **importaciones**, la gran cantidad de individuos en cautividad y las precarias condiciones de **seguridad** frente a las fugas (RD 630/2013b).

Sensibilización, concienciación y educación

En los últimos años se percibe un aumento de acciones destinadas a concienciar al gran público acerca de la problemática asociada a las especies exóticas invasoras.

La educación del público es esencial para el buen funcionamiento de los programas de prevención y gestión. Ciertos proyectos que contaban con una base científica excelente han sido interrumpidos o cancelados debido a la falta de apoyo por parte de la sociedad. La comunicación transmite los resultados de la evaluación de riesgos, de forma que se puedan comprender claramente y se tomen decisiones racionales. La comunicación es necesaria para que la sociedad comprenda y apoye las medidas de control y erradicación. Así, la introducción deliberada de especies que suponen riesgos sólo deberían realizarse con el consentimiento informado de los ciudadanos (Wittenberg & Cock, 2001).

La educación de la sociedad debe orientarse a diversos grupos, según utilicen o estén familiarizados con el medio natural, como agricultores, operadores turísticos o población de costa, interior, medianías, cumbres, etc. (Wittenberg & Cock, 2001).

La comunicación puede basarse en información gráfica e interacciones personales, utilizar lemas, orientarse a sensibilizar, tener una componente práctica, campañas de voluntariado, etc. (Unión Europea, 2014).

En el marco del proyecto LIFE Lampropeltis se han realizado durante los últimos años más de 260 talleres divulgativos en los que participaron más de 6.800 personas de los sectores educativo, profesional y público en general, así como acciones de voluntariado con experiencias enriquecedoras tanto para los voluntarios como para el personal del proyecto. La **repercusión mediática** del proyecto se ha plasmado en más de 110 artículos en prensa, entrevistas radiofónicas y televisivas y un seminario internacional sobre gestión de reptiles exóticos invasores. Además, el establecimiento de un sistema de alerta temprana contribuye a acercar al ciudadano a la gestión de la invasión (Gesplan, 2015).

En el caso del **ganado asilvestrado en Gran Canaria**, la Comisión Europea ha aceptado recientemente el plan del Cabildo para la erradicación de las cabras y ovejas asilvestradas de la Reserva de Guguy sin el uso de abatidas. El Cabildo detectó una fuerte resistencia no solo de la población urbana alineada con la defensa de los derechos de los animales por encima de la defensa del ecosistema, sino también de la población rural local. Así la problemática ambiental de las cabras asilvestradas en los espacios naturales es más compleja, incluyendo dimensiones etnográficas y sociológicas. Muchos de los animales asilvestrados en realidad tienen dueño o son el resultado del abandono progresivo del medio rural y del pastoreo en particular. El Cabildo solicitó una prórroga para encontrar una solución que incluya la comunicación horizontal y la integración de la población local y de todos los grupos de interés, una solución integral, compartida y duradera. El Cabildo trabaja actualmente en el marco de acuerdos de colaboración con colectivos implicados para evitar que las cabras sean introducidas en el medio natural y para potenciar su erradicación, basada en **apañadas**. Paralelamente el Cabildo plantea una **campaña de pedagogía social** que traslade a la ciudadanía la gravedad del problema de las cabras asilvestradas y la necesidad de retirarlas de estos espacios naturales. La Comisión Europea ha concedido un plazo de seis meses para que el Cabildo demuestre la viabilidad de una medida que incluye la mediación y la integración de la población local rural en la búsqueda de una solución compartida para este gravísimo problema medioambiental de Gran Canaria. En todo caso, la Comisión Europea ha reiterado que la erradicación de las cabras *es un asunto fundamental para la sostenibilidad de las acciones de conservación y por ende para la supervivencia de los hábitats y especies de interés comunitario, varias de ellas presentes en la zona... la subvención del proyecto Life Guguy en su totalidad queda supeditada a la eliminación y a tener garantías de la exclusión permanente de la presencia de las cabras de la Reserva de Güigüi antes de finales de diciembre de 2018... si se demuestra que las medidas adoptadas hasta ese momento no han sido efectivas para tal fin, se deberá comenzar de forma inminente una campaña intensiva de abatida de las cabras mediante personal especializado*. (Cabildo de Gran Canaria, 2017c).

Para el **Plan de erradicación del picudo rojo** promovido por la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias se han realizado campañas de divulgación y sensibilización orientadas a la formación de los agentes implicados en el plan de erradicación, incluyendo técnicos y operarios de las diferentes administraciones públicas,

jardineros de complejos turísticos, empresas de jardinería, viveristas, etc. (Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018).

2.8. Marco legal. Competencias e implicación de las Administraciones en la gestión de especies invasoras

El **Reglamento 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo**, en línea con la Estrategia de biodiversidad de la Unión Europea para 2020, establece un marco de trabajo coordinado a escala de la Unión Europea para prevenir, minimizar y mitigar los impactos de las especies invasoras en la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, la economía y la salud humana. El objetivo es determinar y jerarquizar, por orden de prioridad, no más tarde de 2020, las especies exóticas invasoras y sus vías de introducción, controlar o erradicar las especies prioritarias y gestionar las vías de introducción para impedir la introducción de nuevas especies. Para ello, se fortalecen los regímenes fitosanitarios y de sanidad animal y se crea un instrumento especial para la gestión de las especies invasoras. Se distinguen tres tipos de medidas jerarquizadas en cuanto a prevención, alerta precoz y respuesta rápida, y gestión de especies exóticas invasoras ya implantadas (Reglamento 1143/2014).

Según el segundo informe nacional de España para el Convenio de diversidad biológica, hasta el año 2001 la prioridad relativa que otorgaba España a las especies exóticas invasoras era media o nula, excepto en el caso de aquellas especies cuyos impactos eran más reconocidos. Sin embargo, en los últimos años ha avanzado la gestión institucional respecto a la problemática causada por las especies invasoras (Capdevila *et al.*, 2006).

El marco competencial de gestión de las especies exóticas en la Comunidad Canaria es complicado, distribuido entre Gobierno de España, Gobierno de Canarias, Cabildos Insulares y Ayuntamientos.

A nivel nacional, el marco legal que ampara las actuaciones de control de las especies exóticas invasoras es la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, que remite a un desarrollo posterior que se concreta en el Real Decreto 630/2013, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras.

La **Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad**, tras su modificación por la Ley 33/2015, de 21 de septiembre, establece que el Ministerio de medio ambiente y las comunidades autónomas elaborarán estrategias con directrices de gestión, control y posible erradicación de las especies del Catálogo español de especies exóticas invasoras, otorgando mayor prioridad a aquellas especies que supongan un mayor riesgo para la conservación de la fauna, flora o hábitats amenazados, con **especial atención a la biodiversidad insular**. Además, crea el Fondo para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, con medidas destinadas a apoyar la consecución de los objetivos de la Ley, en particular **apoyar las acciones de control y eliminación de especies exóticas invasoras**.

El **Real Decreto 630/2013**, de 2 de agosto, por el que se regula el **Catálogo Español de**

Especies Exóticas Invasoras, traspone la normativa europea referente a la gestión de especies exóticas, en particular, la Directiva 2009/147/CE, relativa a la conservación de las aves silvestres, y la Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y la flora silvestres. Según el Real Decreto 630/2013 sólo se autorizará la liberación por primera vez de una especie alóctona no incluida en el Catálogo, en el caso de contar con un análisis de riesgos favorable y una autorización previa administrativa de la autoridad competente.

Las competencias Gobierno de España respecto a la gestión de especies exóticas son ejercidas a través de la Policía Nacional, Guardia Civil, Las Direcciones Territoriales y Provinciales de Comercio y las Áreas Funcionales de Agricultura y Pesca y de Sanidad y Política Social de la Delegación del Gobierno. Los Cuerpos de Seguridad tienen competencia sobre el tránsito de personas, las Direcciones Territoriales y Provinciales de Comercio ejercen de Autoridad administrativa CITES y el Área Funcional de Agricultura y Pesca de la Delegación del Gobierno tiene competencias sobre la inspección fronteriza de sanidad animal, sanidad vegetal y especies exóticas invasoras. Por su parte, el Área Funcional de Sanidad y Política Social de la Delegación del Gobierno tiene competencias sobre la inspección y el control higiénico-sanitario de barcos y aviones de transporte internacional y de los recintos portuarios y aeroportuarios, sobre la atención de emergencias de salud pública en aeropuertos y puertos de tráfico internacional y sobre la inspección fronteriza de mercancías con destino al uso o consumo humano precedente de terceros países (Rodríguez Luengo, 2014a).

Actualmente se encuentra en desarrollo un Proyecto de Orden Ministerial para **regular los procedimientos administrativos de autorización para la importación en el territorio nacional de especies alóctonas con el fin de preservar la biodiversidad autóctona española**, incluyendo un listado de taxones alóctonos susceptibles de competir con las especies silvestres autóctonas y alterar su pureza genética o los equilibrios ecológicos. En tal sentido, sería adecuado lograr que la normativa reconozca el carácter utraperiférico de Canarias, con el fin de que una especie autorizada a nivel nacional deba contar con una autorización autonómica para ser introducida en Canarias. En caso de que una especie que pretenda ser introducida no obtenga la pertinente autorización, dicha especie pasaría automáticamente al Catálogo español de especies exóticas invasoras.

A nivel autonómico, las competencias del Gobierno de Canarias se relacionan con la normativa relativa a los espacios naturales protegidos, caza y pesca, especies exóticas, protegidas y domésticas, sanidad animal, vegetal y humana, así como con la coordinación y alta inspección de competencias transferidas a los Cabildos Insulares.

Recientemente se ha publicado el **Decreto 30/2018**, de 5 de marzo, por el que se regula el régimen jurídico de la tenencia de animales potencialmente peligrosos en Canarias. En relación con la **seguridad de las personas y la salud pública**, el Decreto incluye un listado de animales potencialmente peligrosos cuya tenencia es prohibida por la alta posibilidad de producir lesiones graves o poner en peligro la vida de la víctima por traumatismos,

inoculación de toxinas, *shock* anafiláctico o transmisión de enfermedades. Incluye también un listado de animales potencialmente peligrosos cuya tenencia está permitida previa inscripción y licencia en el registro municipal, dado que su tenencia no comporta un riesgo mortal aunque sí podría crear situaciones que requieran atención sanitaria en caso de no adoptarse las medidas de seguridad adecuadas. (Decreto 30/2018).

En relación con la **ganadería**, la Orden de 20 de marzo de 2018, por la que se crea y regula el Registro de Explotaciones Ganaderas de Canarias. Esta Orden se adentra en el problema de gestión ambiental que supone el **ganado asilvestrado en Canarias**.

Existe más **normativa canaria en tramitación**. Se está desarrollando una iniciativa normativa para la regulación de la gestión de las especies exóticas invasoras en Canarias, y de creación del Catálogo Canario de Especies Exóticas Invasoras, acorde con la posibilidad que establece la legislación nacional relativa al patrimonio natural y al reglamento que desarrolla el Catálogo español de especies exóticas invasoras. En el Catálogo Canario de Especies Exóticas Invasoras se espera incluir, además de las especies presentes en el catálogo nacional, otras especies cuyas invasiones supongan un problema regional de gestión, incluyendo especies nativas de unas islas pero invasoras en otras. También pretende contemplar la problemática asociada a especies comercializadas que pueden crear híbridos y contaminación genética en caso de sueltas o escapes. También se estima necesario crear planes insulares para la gestión y priorización de especies exóticas invasoras, así como regular la Red de Alerta regional.

A nivel de la Unión europea, el Reglamento 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la prevención y la gestión de la introducción y propagación de especies exóticas invasoras dispone para las regiones ultraperiféricas como Canarias que *“A más tardar el 2 de enero de 2017, cada Estado miembro que cuente con regiones ultraperiféricas adaptará para cada una de esas regiones una lista de especies exóticas invasoras preocupantes en consulta con dichas regiones”*. En tal sentido, el Catálogo español de especies exóticas invasoras incluye varias especies a petición y para el ámbito de Canarias. Así, hasta cierto punto se cumple el mandato de la Unión europea; sin embargo, el Estado pretende crear una lista de unas 40 especies de animales y plantas exóticas no establecidas en Canarias, posiblemente con carácter preventivo, en las que se recogerían especies no incluidas en el Catálogo nacional.

Actualmente, a nivel insular, las competencias de los Cabildos se relacionan con la gestión de los espacios naturales protegidos, especies protegidas, actividad cinegética y gestión de especies exóticas (Rodríguez Luengo, 2014a).

A nivel municipal, según establece la Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local los ayuntamientos, en el ámbito de sus competencias, deben gestionar el medio ambiente urbano en parques y jardines públicos y en relación con la gestión de especies exóticas pueden disponer ordenanzas municipales sobre mascotas, ajardinado, etc.

2.9. Impactos asociados a las especies invasoras

Los problemas producidos por **las especies exóticas invasoras son especialmente graves en islas oceánicas**, cuya rica biodiversidad ha evolucionado aislada frente a depredadores, competidores, parásitos y patógenos de otras regiones continentales, muy adaptados para la competitividad biológica en sus regiones de procedencia. Así, la mayor parte de extinciones ocurridas desde el siglo XVII se han producido en islas, a pesar de representar menos del 5% de la superficie terrestre del planeta (Rando, 2014a).

Entre las principales riquezas de Canarias, más allá de la demanda actual de turismo de sol y playa, es su rica **biodiversidad**. Casi un tercio de las especies nativas de Canarias son endémicas. Además, gran parte de estas especies endémicas son exclusivas de una sola isla, lo que les confiere mayor singularidad, importancia y valor. Simplemente, las especies exóticas suponen un grave riesgo para la conservación del patrimonio natural y el desarrollo socioeconómico de Canarias (Ojeda Land & Rodríguez Luengo, 2012).

La mayor parte de la variedad de **hábitats y especies propios de Canarias** se ha desarrollado en condiciones de **aislamiento**, de forma que la biodiversidad canaria es muy vulnerable frente a factores como la predación o la acción de grandes herbívoros, las alteraciones ambientales propiciadas por las especies invasoras o los procesos de hibridación que alteran la singularidad del patrimonio natural.

Las especies exóticas invasoras afectan al 73% de las especies nativas protegidas prioritarias de gestión, especialmente a través de la alteración de sus hábitats (Ojeda Land & Rodríguez Luengo, 2012).

Tal como dispone el Real Decreto 630/2013 por el que se regula el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, además de las especies invasoras en sentido estricto, los ejemplares híbridos, los animales de compañía (exóticos o no), domésticos y de producción, y las especies vegetales provenientes de la horticultura, una vez liberados en el medio y asilvestrados, son considerados como especies exóticas invasoras. Esto se debe a que las afecciones sobre la biodiversidad es equivalente a las producidas por las especies exóticas invasoras.

Afecciones a la salud o capacidad de hospedar a parásitos o patógenos conocidos

Las especies exóticas invasoras pueden afectar a la salud de las personas, sea por ser vectores de enfermedades, ser tóxicas o venenosas o tener un comportamiento agresivo.

Las **enfermedades infecciosas** de transmisión vectorial son dependientes de variados factores climáticos y ecológicos que influyen en los ciclos de transmisión, y existen múltiples evidencias de que diversas enfermedades cambian e incrementan su área de distribución (McMichael *et al.* 2003). El desplazamiento y establecimiento de patógenos y enfermedades puede verse favorecido en un contexto de **cambio climático**, especialmente si a causa de las variaciones globales se producen alteraciones en las migraciones animales, cambios en las

rutas de transporte y abastecimiento de mercancías o migraciones masivas de comunidades humanas (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2011).

Otros factores ambientales relacionados con los ecosistemas y con las actividades humanas influyen en la distribución de este tipo de enfermedades contagiosas vinculadas a **vectores** como los mosquitos (Reiter, 2001), y son susceptibles de ser modificados por el cambio climático. Así, los movimientos migratorios, el turismo, los gérmenes aerotransportados, entre otros factores, influyen también en la introducción y asentamiento de este tipo de patologías (Valladares Hernández, 2011).

Respecto a los **invertebrados**, existen registros de la presencia de **enfermedades tropicales transmitidas por artrópodos** en distintos momentos en Canarias: malaria, leishmania, trypanosoma americano, filariasis, dengue, fiebre amarilla, chikungunya, fiebre del Nilo Oriental y fiebre del Valle del Rif (Valladares Hernández, 2011).

El **mosquito tigre** (*Aedes albopictus*), originario de del sudeste asiático, supone un riesgo sanitario importante. Entró al continente europeo adherido a neumáticos de maquinaria pesada y en mercancía relacionada con la jardinería. Es portador de más de veinte patógenos altamente peligrosos para el ser humano, incluyendo el dengue, la fiebre amarilla y el chikunguña, y actualmente se producen crecimientos poblacionales periódicos en el oeste y sur de Europa (Unión Europea, 2014). El mosquito tigre es una especie está incluida en el Catálogo español de especies exóticas invasoras (Real Decreto 630/2013a), así como en la lista de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (Lowe *et al.*, 2004).

Recientemente, en la isla de Fuerteventura se ha controlado una pequeña población de ***Aedes aegypti***, mosquito perteneciente al mismo género que el mosquito tigre y transmisor del dengue, de la cual se ha contabilizado un pequeño número de ejemplares adultos. Aunque se desconoce el lugar de procedencia de los ejemplares, hay sospechas de que pudo haber entrado a través de sustrato vegetal introducido en la isla por parte de algún viajero (Agencia Efe, 2018a).

La **cucaracha australiana** (*Periplaneta australasiae*) y la **cucaracha americana** (*Periplaneta americana*) son dos especies de origen africano, a pesar de que sus nombres las refieran a otras regiones. En concreto, la cucaracha americana fue introducida en Estados Unidos desde África en 1625, y ambas especies se han dispersado por todo el planeta de forma accidental; una de las muchas vías potenciales de introducción en islas como Canarias son las bodegas de los barcos. Ambas especies suponen un problema de salud pública debido a su ecología relacionada con los residuos orgánicos, las enfermedades y su capacidad para usar las cañerías como sistema de transporte y comunicación. Al encontrarse en lugares de importancia epidemiológica son vectores de al menos 22 especies de virus, bacterias, hongos y protozoos patógenos para el ser humano. Contaminan las superficies que contactan con regurgitaciones y excrementos. Actualmente carece de mandatos legales para su control (de Urioste, 2008a; de Urioste, 2008b).

La presencia abundante de **aves** en las ciudades supone una amenaza para la salud pública,

ya que pueden ser vector de transmisión de enfermedades infecciosas, como sucede con la cotorra argentina (*Myopsita monachus*) o la cotorra de Kramer (*Psittacula krameri*), siendo esta última vector de contagio de la psitacosis (RD 630/2013b).

En cuanto a los **mamíferos**, la **rata parda** (*Rattus norvegicus*) y la **rata negra** (*R. rattus*) son originarias del este de Asia, y han sido ampliamente extendidas por regiones tropicales y templadas. Su presencia es frecuente en zonas urbanas y rurales, en zonas recreativas y zonas boscosas de pinar y monte verde. Estas especies son **vector de transmisión de enfermedades** como leptosporidiosis, criptosporidiosis, fiebre hemorrágica viral, fiebre Q.

El **zorro volador egipcio** (*Rousettus aegyptiacus*) es un murciélago que actúa como **vector de importantes y graves enfermedades emergentes** víricas como son el ébola y la fiebre hemorrágica de Marburgo. En Europa se han encontrado individuos mantenidos en cautividad infectados por virus rábicos (RD 630/2013b).

Afecciones a los hábitats

Las **plantas invasoras** pueden modificar los ecosistemas invadidos ocasionando diversos impactos (Silva *et al.*, 2008):

- Desarrollo de parches monoespecíficos que reducen la diversidad y tienden a excluir la flora endémica.
- Alteración de los mecanismos básicos de funcionamiento del ecosistema (productividad, régimen hídrico, escorrentía y erosión, sedimentación y geomorfología, evapotranspiración, intercepción de la pluviosidad, infiltración).
- Alteración de los regímenes de incendios.
- Afección del ciclo de nutrientes y la química del suelo.
- Alteración de las comunidades y sus interacciones ecológicas.
- Declive de las micorrizas.
- Alteración de los paisajes naturales y tradicionales que suponen parte de la identidad colectiva.
- Alergias.
- Fuente de recursos para otras especies exóticas.

El **rabo de gato** (*Pennisetum setaceum*) está ampliamente naturalizado en Canarias, donde es una de las plantas invasoras más problemáticas. Actualmente está en todas las islas del archipiélago, aunque es más abundante en Gran Canaria y Tenerife. En La Gomera, Lanzarote, Fuerteventura y El Hierro su introducción es más reciente y se encuentra de manera dispersa. Cada individuo supera los 20 años de vida y sus semillas, que no necesitan ser polinizadas, conservan su capacidad germinativa en el suelo durante más de seis años. Son transportadas fácilmente por el viento y por el agua, por animales, vehículos y por el ser

humano. Presenta un crecimiento muy rápido y en Canarias muestra una **tendencia poblacional muy expansiva**. Produce **alteraciones en la estructura del hábitat** y abundancia relativa de especies nativas, provoca alteraciones en el **régimen hidrológico**, dinámica de nutrientes y minerales, disponibilidad de luz; también puede llegar a modificar el **régimen de incendios** (RD 630/2013b).

Los **eucaliptos** (*Eucalyptus globulus* y *E. camaldulensis*) son especies originarias de Oceanía que fueron introducidas en Canarias, especialmente para el aprovechamiento de varas y puntales en la agricultura y construcción, respectivamente. Desde los años 60, y con la aparición de otros materiales de construcción, se ha reducido su aprovechamiento, quedando relegado a carpintería rústica, vallados, arquitectura orientada al turismo rural, combustible para hornos y barbacoas, etc. (Salas, 2011). Son árboles de gran porte que requieren grandes espacios para desarrollarse, primando casi siempre sobre la vegetación nativa. Producen alteraciones en la estructura y abundancia relativas de especies nativas, especialmente en los patrones de sucesión natural de la vegetación debido a las sustancias alelopáticas que liberan sus hojas. También provocan otras alteraciones como la **modificación del régimen hidrológico**, de las **características del suelo** y del **régimen de incendios** (Ojeda Land & Mesa Coello, 2008). El eucalipto rojo o negro (*E. camaldulensis*) es considerada una de las 100 especies de flora y fauna invasora más importantes para Azores, Madeira y Canarias (Silva et al., 2008).

La **pita o pitera** (*Agave americana*) es una planta perenne originaria de zonas áridas del este de México. Fue introducida en Europa a través de España en el siglo XI, primero como planta ornamental y después utilizada para la obtención de fibras y demarcación de lindes. Su comportamiento invasor está demostrado en otras regiones tropicales y templadas de las islas del Pacífico, Australia, Sudáfrica y la cuenca mediterránea. Es una planta termófila que habita en lugares pedregosos soleados, ramblas, arenales y es habitual a lo largo de los caminos y en los linderos de las parcelas. Precisa suelos muy bien drenados y exposiciones soleadas. Gracias a su **metabolismo CAM** es muy resistente a la sequía y a las altas temperaturas, también aguanta heladas ligeras si no son muy frecuentes. Se puede reproducir sexualmente por semillas y más intensamente de forma asexual, por estolones rizomatosos subterráneos. Muestra una **tendencia poblacional expansiva**. En Canarias ocupa **amplia variedad de hábitats**, incluyendo matorral xerofítico del piso basal, eriales y matorrales desérticos, matorrales de medianías, matorrales de ambientes costeros no excesivamente halófilos, terrenos de cultivo y zonas verdes, zonas urbanizadas, sabinares y bosques montanos húmedos. La especie es localmente dominante en comunidades nitrófilas, produce amplia sombra con sus grandes hojas y **desplaza a las especies autóctonas por competencia** del espacio y alteración del medio (Gesplan, 2008b; RD 630/2013b). La especie está incluida en el Catálogo español de especies exóticas invasoras y es considerada una de las 100 especies de flora y fauna invasora más importantes para Azores, Madeira y Canarias (RD 630/2013a; Silva et al., 2008).

La **tunera** (*Opuntia maxima*) es un arbusto suculento originario de América tropical, desde

México hasta Colombia. Fue introducida en Europa en el siglo XVI para su cultivo agrícola, para obtener frutos y tinte de la cochinilla que crece sobre sus hojas. Posteriormente ha sido utilizada como planta ornamental y para crear setos protectores en zonas áridas. En el siglo XVIII ya era muy común en la costa mediterránea española. Actualmente está naturalizada en los cinco continentes. Se establece preferentemente en laderas termófilas rocosas con alta insolación. Gracias a su **metabolismo CAM** resiste muy bien la sequía y los fuertes vientos marítimos. Se reproduce sexualmente mediante semillas que son eficazmente dispersadas por los animales, y asexualmente mediante el enraizamiento de las palas o pencas desprendidas. Muestra una **tendencia poblacional expansiva**. En Canarias ocupa el matorral xerófito del piso basal, eriales y matorrales desérticos y de medianías, terrenos de cultivo y zonas verdes, zonas urbanizadas, sabinares, y coladas volcánicas recientes y subrecientes con escasa vegetación. **Altera la estructura de la vegetación y desplaza las especies nativas por competencia**; especialmente en zonas áridas y cálidas, donde su metabolismo CAM le permite un mejor aprovechamiento de los escasos recursos hídricos (García Gallo *et al.*, 2009; RD 630/2013a). Al igual que la pita, la especie está incluida en el Catálogo español de especies exóticas invasoras y es considerada una de las 100 especies de flora y fauna invasora más importantes para Azores, Madeira y Canarias (RD 630/2013a; Silva *et al.*, 2008).

La **caña** (*Arundo donax*) es originaria del este de Asia aunque actualmente es invasora en Sudamérica, Norteamérica, norte de África, Europa, Japón, islas del Pacífico, Australia y Nueva Zelanda. Requiere humedad edáfica y se desarrolla en ambientes riparios y humedales. Soporta muy bien las altas temperaturas estivales pero en zonas con inviernos muy fríos no suelen prosperar. Está considerada **una de las 100 especies de animales o plantas más invasoras del mundo**, debido a su capacidad de invasión y de alteración de los hábitats. En Canarias ocupa cauces de barranco en zonas bajas y medianías, palmerales, terrenos de cultivo y zonas verdes, enclaves húmedos y zonas urbanizadas. Su reproducción asexual es rápida y eficaz, mediante **robustos rizomas** que pueden ser dispersados por la corriente. Produce un fuerte desplazamiento de la vegetación riparia nativa, que puede ser sustituida en su totalidad. **Altera la estructura y patrón de sucesión de la vegetación**, la abundancia relativa de especies nativas, **empobrece el hábitat** para la fauna terrestre asociada y es un factor de riesgo que altera la dinámica de incendios. Las actuaciones de control o erradicación son difíciles y costosas, puesto que requieren ser continuadas durante mucho tiempo (RD 630/2013b). La especie está incluida para Canarias en el Catálogo español de especies exóticas invasoras y es considerada una de las 100 especies de flora y fauna invasora más importantes para Azores, Madeira y Canarias (RD 630/2013a; Silva *et al.*, 2008).

El **mato azul** (*Maireana brevifolia*) es un arbusto de hasta 1 m de altura originaria del sur de Australia. En la Península Ibérica fue introducida como forrajera, y en Canarias fue recolectada por primera vez a finales del siglo XX. Parece haber tenido gran expansión en Gran Canaria y Fuerteventura, donde ocupa ambientes alterados y degradados de la zona

baja de las islas. Parece afectar a los patrones de sucesión de la vegetación nativa. La especie está considerada invasora en Canarias (RD 630/2013b).

Entre los **vertebrados invasores** presentes en Canarias, los herbívoros como el conejo o las especies caprinas merecen especial atención por el efecto de alteración en cascada de diversos ecosistemas:

El **Conejo** (*Oryctolagus cuniculus*) está catalogado a escala mundial como una de las 100 especies invasoras más dañinas. Con su dieta selectiva degrada la composición de la vegetación y el paisaje, y en la actualidad sigue destruyendo la flora y los ecosistemas de Canarias. Dado que su erradicación en territorios complejos como las islas Canarias ya es inviable, es necesario su control para minimizar los daños que produce, especialmente en el contexto de cambio climático (Cubas *et al.*, 2017).

Los herbívoros caprinos considerados son la cabra (*Capra hircus*), la oveja (*Ovis aries*), el muflón (*Ovis orientalis*) y el arruí (*Ammotragus lervia*). En el caso de las **cabras y ovejas**, el problema se relaciona particularmente con los ejemplares de origen doméstico que deambulan sin control por el territorio. En el caso del **arruí** y el **muflón**, fueron introducidos con fines cinegéticos y actualmente están presentes en pisos montanos de La Palma y Tenerife, respectivamente (Rodríguez Luengo, 2014b; Rodríguez Luengo & Cassinello, 2014). Las cuatro especies suponen **algunas de las principales amenazas para la conservación de la biodiversidad canaria**, a través del daño causado a la flora endémica del archipiélago (Nogales *et al.*, 2006). La flora canaria carece de adaptaciones para minimizar los efectos de la herbivoría intensiva (espinas, toxinas, sustancias repelentes, etc.), es muy vulnerable a los herbívoros introducidos y, en el caso concreto de las especies caprinas, son responsables directos de impactos y extinciones sobre la flora de las islas (Rando, 2014b). Actualmente, diversas especies vegetales de Canarias están constituidas por poblaciones que se reducen a pequeños enclaves rocosos inaccesibles incluso para los ungulados, y **merece la pena reflexionar sobre cuántas especies vegetales habrán desaparecido anteriormente de la misma forma y cuántas más podrían desaparecer junto con la estabilidad de las comunidades vegetales nativas**.

Se han registrado daños ocasionados por **ratas** (*Rattus spp.*) en los árboles del monte verde, fundamentalmente en viñátigos (*Persea indica*); roen la corteza de los brotes tiernos en árboles adultos, dejando ramas terminales secas con rastros de descortezamiento o tronchadas. En años de escasez de lluvias, las ratas pueden atacar también otras especies de monte verde como laureles, aceviños y fayas (Estudios Medioambientales, 2017).

En cuanto a los **invertebrados**, la **hormiga argentina** (*Linepithema humile*) ha invadido los ecosistemas mediterráneos de todos los continentes. Al provocar la desaparición de las hormigas nativas, interrumpe numerosas relaciones mutualistas planta-hormiga que facilitan la dispersión de semillas. En 2010 había colonizado más de 15% de la superficie del archipiélago. Su expansión en Canarias es reflejo de una dispersión global estimulada por el aumento de temperaturas causado por el **cambio climático** (Martín Esquivel, 2010).

Además, altera procesos ecológicos clave como la dispersión de semillas (RD 630/2013b). Es un claro ejemplo de la velocidad con que se producen algunas invasiones, puesto que el Banco de Datos de la Biodiversidad de Canarias no registra su presencia en la isla de Gran Canaria (Arechavaleta *et al.*, 2010), mientras que existe una tesis doctoral sobre su dieta en la isla (de Valles, 2009).

El **picudo de las palmeras** o picudo de las cuatro manchas de los cocoteros (*Diocalandra frumentii*) ataca a las palmeras y es capaz de producir alteraciones en la estructura de la vegetación modificando la mortalidad natural de la palmera canaria (*Phoenix canariensis*) (Gesplan, 2008a).

Afecciones a los espacios naturales protegidos

Las especies exóticas invasoras ocasionan los **mismos impactos que a los hábitats naturales**, con el agravante de que son áreas constituidas para la **conservación y protección legal de la biodiversidad** (Silva *et al.*, 2008).

Afecciones a las especies amenazadas o protegidas

El **gato doméstico** (*Felis catus*) es un mamífero depredador que, una vez introducido en islas de todo el mundo, ha conducido a la extinción a numerosas especies. En el caso de Canarias se alimentan preferentemente de mamíferos introducidos e insectos, aves y reptiles autóctonos. Actualmente es una de las especies de mamíferos más perniciosas para la biodiversidad canaria (Nogales *et al.*, 2006). En la actualidad supone una amenaza directa de extinción para cinco especies endémicas de Canarias recogidas en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN.

Cualquier ave o reptil de pequeño tamaño puede formar parte de la dieta de la **culebra real de California** (*Lampropeltis getula ssp. californiae*), especie de la que a pesar de haber capturado miles de ejemplares en los últimos años no se han controlado sus poblaciones. Se ha constatado que está afectando a las poblaciones endémicas de reptiles de Gran Canaria y en particular a las poblaciones del lagarto gigante de Gran Canaria (*Gallotia stehlini*), que ha visto reducidas sus poblaciones de manera significativa ante la presencia de la serpiente, sin que las acciones de control realizadas por el proyecto Life+Lampropeltis hayan permitido su recuperación (Gesplan, 2015).

La presencia de un murciélago introducido en Tenerife que ha mostrado rápidamente un comportamiento potencialmente invasor, llamado **zorro volador egipcio** (*Rousettus aegyptiacus*), podría afectar a otras especies similares endémicas como el murciélago canario de bosque (*Barbastella barbastrellus guanchae*) o el murciélago orejudo (*Plecottus teneriffae teneriffae*) y nativas como o el murciélago de madeira (*Pipistrellus maderensis*). También podría consumir los frutos en bosques de laurisilva y perjudicar a las especies de palomas endémicas de Canarias. En Israel, el control de las poblaciones de *Rousettus aegyptiacus* ha causado ya daños colaterales a otras especies de murciélagos cavernícolas (RD 630/2013b).

En Canarias, la **cotorra de Kramer** (*Psittacula krameri*) se encuentra frecuente en zonas rurales además de en hábitats urbanos o suburbanos, entre sus impactos y amenazas, compite con otras aves por el alimentos, y con murciélagos, rapaces nocturnas y pájaros carpinteros por los huecos adecuados para anidar (RD 630/2013b). La **cotorra argentina** (*Myopsitta monachus*) es otra especie de ave invasora, territorial, agresiva y muy gregaria que forma colonias de más de 100 individuos; entre sus impactos y amenazas, desplaza a otras especies de aves por competencia por alimentos y depredación de nidos (RD 630/2013b).

En cuanto a los mamíferos herbívoros como el **conejo y especies caprinas**, sus impactos sobre las especies están descritos entre las afecciones a los hábitats en párrafos anteriores.

En cuanto a los **invertebrados**, el **picudo rojo** (*Rhynchophorus ferrugineus*) es una especie de gorgojo que puede alcanzar los 5 cm de longitud originaria de las regiones tropicales del Sudeste Asiático y Polinesia, e incluida en el Catálogo español de especies exóticas invasoras (RD 630/2013b). En 1906 la especie causó una plaga severa para las palmeras de coco en La India. Posteriormente, en los años 80 la especie fue detectada en gran parte de la Península arábiga desde donde se expandió al resto de países de Oriente Medio. En 1994 fue detectada en Granada, donde se introdujo con la importación de palmeras ornamentales infestadas desde el norte de África a través del comercio creciente de palmeras de gran porte procedentes de países afectados. En Canarias se detecta por primera vez en 2005. El picudo rojo se desarrolla en el interior de las plantas que parasita. Excavan largas galerías que pueden comprometer la estabilidad de las plantas. Supone una **grave amenaza para la palmera canaria** (*Phoenix canariensis*); los daños no se observan a simple vista, pero pueden ser tan intensos que producen la muerte de la planta. El control de la especie es difícil y costoso, debido a su relativa tolerancia a bajas temperaturas, la dificultad para detectar a los ejemplares y llevar a cabo seguimientos de los ejemplares de palmera en recintos privados. Las acciones incluidas en el **Plan de erradicación del picudo rojo**, adjudicado por la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias a Gesplan, incluyen el seguimiento de viveros, tramitación de la acreditación para el transporte y movimiento de palmeras, censado e inspecciones de palmeras, eliminación de palmeras infectadas, realización de tratamientos sanitarios, instalación y seguimiento de redes y trampas y una campaña de divulgación y sensibilización (Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018).

El **picudo de las palmeras** o picudo de las cuatro manchas de los cocoteros (*Diocalandra frumenti*) es otra especie de gorgojo de unos 7 mm de longitud originaria del Sudeste Asiático que se está difundiendo por todo el mundo y ha sido introducida en Canarias por vías similares al picudo rojo. Una vez se ha establecido puede desplazarse distancias relativamente cortas por medios propios y largas distancias por traslado de material vegetal infectado. Ataca a las palmeras, taladrándolas y generando galerías en el interior de las hojas. Ocasiona la seca de las hojas inferiores y pueden afectar a los haces vasculares, provocando graves daños a las palmeras, que ante ataques fuertes puede secarse y morir en

ocho meses (Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018; Gesplan, 2008a).

La **hormiga argentina** (*Linepithema humile*), ataca, desplaza y destruye colonias de especies nativas de hormigas y otras especies de artrópodos. Además, su presencia ha provocado el declive de algunas especies de vertebrados en otras regiones, como es el caso del lagarto cornudo de California (*Phrynosoma platyrhinos*) (RD 630/2013b).

Riesgo de hibridación con especies nativas

Los problemas de hibridación entre especies nativas e introducidas ocurren tanto con plantas como con animales. En ocasiones, una especie introducida forma híbridos con especies nativas próximas, pudiendo derivar en una invasión si el taxón introducido o el híbrido llegan a expandirse más rápidamente que la especie nativa (Silva *et al.*, 2008).

La palmera datilera (*Phoenix dactylifera*) es originaria del sureste de África y norte de África. Ha sido introducida desde Arabia hasta el Golfo Pérsico; se cultiva en el Mediterráneo septentrional y en la parte Meridional de los Estados Unidos. La gran expansión mundial que ha experimentado esta especie en las últimas décadas, más que a su interés agrícola responde a su interés ornamental. Con el desarrollo urbanístico de canarias en los últimos años han proliferado zonas ajardinadas con especies introducidas de crecimiento rápido como la palmera datilera. Está presente en zonas ajardinadas de todas las islas Canarias. Se considera asilvestrada en La Palma, Tenerife, Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote, ocupando fundamentalmente palmerales del bosque termófilo y zonas del piso basal. Crea híbridos con la palmera canaria (*Phoenix canariensis*) y es un vector de introducción de plagas o enfermedades como el picudo rojo (*Rhynchophorus ferrugineus*) o el picudo de las palmeras (*Diocalandra frumenti*) en los palmerales. La especie es considerada invasora en el ámbito de Canarias según el Catálogo español de especies exóticas invasoras (RD 630/2013a; RD 630/2013b).

El **madroño mediterráneo** (*Arbutus unedo*) es una especie originaria del Mediterráneo, oeste, centro y sur de Europa, noroeste de África y oeste de Asia. Esta especie se considera invasora en Canarias, aunque es cultivada como ornamental en parterres y jardines de Tenerife, Gran Canaria y La Palma. además, en Tenerife y Gran Canaria está naturalizada en hábitats como el fayal-brezal y pinares montanos húmedos. Además de la competencia con especies nativas, **crea híbridos con el madroño canario** (*Arbutus canariensis*), presente en todas las islas entre El Hierro y Gran Canaria. La especie es considerada invasora en el ámbito de Canarias según el Catálogo español de especies exóticas invasoras (RD 630/2013a; RD 630/2013b).

Además, debe considerarse el caso particular de las **especies canarias de animales y plantas trasladadas** desde unas islas o islotes de Canarias a otros dentro del mismo archipiélago, siendo introducidas en zonas que no forman parte de su distribución natural, tanto si ya han establecido poblaciones reproductoras como si no lo han hecho. Esto es lo sucedido con especies animales como la lisa de Gran Canaria (*Chalcides sexlineatus*), la lisa pintada o

dorada (*Chalcides viridanus*), el lagarto atlántico (*Gallotia atlantica*), el lagarto tizón de La Gomera y El Hierro (*Gallotia caesaris*), el lagarto tizón (*Gallotia galloti*) o el lagarto de Gran Canaria (*Gallotia stehlini*), y con especies vegetales como la magarza común (*Argyranthemum frutescens*), el jorado (*Asteriscus sericeus*), el tajinaste simple (*Echium decasnei*), el tajinaste rojo (*Echium wildpretii* subsp. *wildpretii*), la siempreviva de Masca (*Limonium perezii*), la vinagrera (*Rumex lunaria*) o la salvia canaria (*Salvia canariensis*).

Recientemente el Cabildo de Gran Canaria ha procedido a eliminar ejemplares de **tajinaste rojo** (*Echium wildpretii*) en las propiedades insulares de la Cumbre. La hibridación de los endemismos insulares de tajinastes del mismo género con ejemplares de tajinaste de otras islas es un hecho comprobado, así como la expansión de poblaciones de tajinaste rojo en la cumbre de Gran Canaria a partir de ejemplares de jardinería localizados en propiedades particulares. Se ha procedido a eliminar los ejemplares existentes en las propiedades públicas, para minimizar su expansión, retirándose unos 100 kg de material vegetal (González Artiles, 2017).

Afecciones socioeconómicas

La **cotorra argentina** o cotorra de pecho gris (*Myopsitta monachus*) es un ave territorial que forma colonias de más de 100 individuos, construyendo sus nidos en árboles y estructuras artificiales como torres de comunicaciones y tendidos eléctricos de alta tensión, donde pernoctan. Junto con otras como la **cotorra de Kramer** (*Psittacula krameri*), representan un grupo de especies estridentes y gregarias que producen además problemas por contaminación acústica en el medio urbano y degradan los árboles ornamentales con el peso de los nidos construidos por sus colonias (RD 630/2013b).

En el caso de serpientes, como la **culebra real de California** (*Lampropeltis getula* spp. *californiae*), a pesar de que en este caso no se trata de una especie venenosa, pueden provocar mordeduras y alarma social (RD 630/2013b).

Agricultura y ganadería

El **ailanto** (*Ailanthus altissima*) es un árbol de hasta 20 m de altura procedente de China que ha sido introducido en Canarias por su valor ornamental, donde se localiza en zonas urbanizadas, terrenos de cultivos y zonas verdes y matorrales de medianías. Es una especie muy competitiva por el espacio y la luz solar, y produce toxinas que inhiben el crecimiento de otras especies. Sus hojas y flores despiden un olor fétido; si las abejas visitan **las flores de esta especie aportan un sabor desagradable a la miel**. La especie es considerada invasora según el Catálogo español de especies exóticas invasoras y es considerada una de las 100 especies de flora y fauna invasora más importantes para Azores, Madeira y Canarias (RD 630/2013a; RD 630/2013b; Silva *et al.*, 2008).

El **trébol o trebolina** (*Oxalis pes-caprae*) es una planta herbácea perenne cespitosa originaria de la región de El Cabo, en Sudáfrica. En la cuenca mediterránea y en otras muchas regiones como California, Florida, Arizona, Australia, Macaronesia, etc., ha sido

introducida de manera involuntaria a través de material de cultivo contaminado, vía propia de las malas hierbas agrícolas. Se propaga fácilmente por pequeños bulbos dispersados por animales y actividades antrópicas como transporte de sustratos contaminados o residuos de jardinería. Presenta una tendencia demográfica expansiva, **avanzando incluso hacia regiones más frías**. Su invasión afecta a recursos económicos asociados al patrimonio natural: tapiza todo el suelo y deja a la flora nativa sin luz para germinar, inhibe su germinación y se comporta como **mala hierba agrícola** que invade intensamente los cultivos, en especial las plantaciones de agrios. Además contiene oxalato que **puede envenenar al ganado** si éste consume la planta en grandes cantidades. La especie es considerada invasora según el Catálogo español de especies exóticas invasoras y es considerada una de las 100 especies de flora y fauna invasora más importantes para Azores, Madeira y Canarias (RD 630/2013a; RD 630/2013b; Silva *et al.*, 2008).

Los **vertebrados exóticos** pueden causar cuantiosos daños a la producción agrícola y procesos relacionados. Es el caso de los roedores (*Rattus spp.* y *Mus musculus*) y conejos (*Oryctolagus cuniculus*). En Canarias, los Cabildos Insulares suelen realizar un control permanente de roedores, lo que supone el uso de rodenticidas e importantes inversiones económicas; **en 2009 el Cabildo de Tenerife gastó unos 160.000€ en 119.000 kg de rodenticidas** (Rando, 2014a). En el caso de las aves, la perdiz moruna (*Alectoris barbara*) tiene fama de dañar las viñas en Canarias (Rando, 2014a). Debido a los perjuicios sobre los productos derivados, los costes económicos pueden ser mayores que el relacionado directamente con las cosechas.

Las especies exóticas herbívoras pueden competir con el ganado doméstico por recursos como el pasto o el agua, afectando a la producción ganadera, como sucede con herbívoros introducidos como el conejo (*Oryctolagus cuniculus*). Los roedores y, en ocasiones, las aves, también pueden suponer un problema para los productos almacenados (Pimentel *et al.*, 2005; Witmer & Fuller, 2011). Los ataques realizados por depredadores exóticos como los perros asilvestrados pueden llegar a suponer la pérdida de ganado (La Voz de La Palma, 2018; Agencia EFE, 2018b).

La **cotorra argentina** (*Myopsitta monachus*) es una especie de ave invasora en Canarias, gregaria y agresiva, de la que se han descrito daños ocasionales sobre árboles frutales en otras regiones (RD 630/2013b).

En cuanto a los **invertebrados**, recientemente se han identificado ejemplares de **caracol africano** (*Achatina fulica*) en el Barranco de Los Chorros, en el citado municipio. Se procedió a inspeccionar la zona a los efectos de confirmar la existencia de más individuos, con resultado negativo (González Artiles, 2017). El caracol africano es una especie catalogada como invasora según el Catálogo español de especies exóticas invasoras (Real Decreto 630/2013a), estando prohibida su posesión, transporte y comercio. Las vías de entrada de la especie se relacionan con la alimentación y el comercio como mascotas, aunque también pueden ser introducidos de forma accidental mediante el transporte de mercancías que estén contaminadas con huevos de esta especie. Una vez liberados al medio, son capaces de

desplazarse 50 m en una noche, especialmente en condiciones favorables de humedad. La especie es considerada **una de las peores plagas de caracoles a nivel mundial**, tanto por su voracidad sobre cultivos de gran variedad de especies y su alta tasa reproductiva como por la transmisión de **patógenos y parásitos** que afectan tanto a los cultivos como a la salud humana. Desde el punto de vista ecológico, su alta voracidad también **altera el equilibrio los ecosistemas**, desplaza a especies autóctonas de moluscos, llegando a predar sobre ellas, y es hospedador de parásitos que pueden llegar a provocar la muerte de animales que se alimenten de los estos caracoles (RD 630/2013b).

Aumento en la frecuencia y/o intensidad de los incendios

La invasión de especies introducidas, junto con otros factores, puede llegar a modificar los modelos de combustible y, por tanto, el régimen y riesgo de incendios forestales (Nazco & Martín, 2013).

Las especies del género *Eucaliptus* (*E. globulus* y *E. camaldulensis*) se caracterizan por propagar con facilidad los incendios forestales, y en presencia de viento presentan mucha facilidad para emitir pavesas a gran distancia, lo que aumenta su capacidad de propagar el fuego (Gobierno de Canarias, 2011).

La **caña común** (*Arundo donax*) es una especie de origen asiático considerada invasora en Canarias según el Catálogo español de especies exóticas invasoras (Real Decreto 630/2013a) y también está incluida en la lista de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (Lowe *et al.*, 2004). Las primeras citas que refieren la presencia de la especie en Canarias se remontan al siglo XVII y ya expresan su abundancia en los barrancos, por lo que su introducción debió coincidir con la llegada de los colonos europeos a Canarias. Desde su introducción en Canarias, esta especie ha sido objeto de variados aprovechamientos: cestería, agricultura, construcción, leña o forraje. Estos aprovechamientos debieron controlar su expansión en tiempos pasados. Sin embargo, en las últimas décadas su aprovechamiento ha decaído, proliferando su abundancia en cauces medios y bajos de los barrancos de Canarias. Estos densos cañaverales ahogan la regeneración natural en zonas con humedad edáfica, impidiendo el desarrollo de saucedas, juncales, palmerales y monteverde. En relación con los incendios forestales, los cañaverales tienen gran capacidad combustible y **facilitan la propagación del fuego por cauces de barrancos**, tanto de forma ascendente como descendente, con gran facilidad. Además, sus rizomas rebrotan tras el paso del fuego, de forma que **cañaverales e incendios se retroalimentan** (Salas, 2009).

En el gran incendio forestal ocurrido en 2007 en Gran Canaria, los densos cañaverales propagaron el fuego de forma descendente a través de los cauces de barranco, alcanzando el parque temático *Palmitos Park*, Veneguera y otros puntos del sur de la isla. Tras el incendio se realizaron campañas de control de cañaverales en cauces de barranco. Para ello se emplearon medios mecánicos, tratamientos químicos y plantación de especies autóctonas como el sauce (*Salix canariensis*). Una década después, muchos cañaverales en los que se actuó presentan un aspecto similar al que tenían antes del incendio. En

conclusión, se requiere una gestión intensiva de los densos cañaverales en barrancos. Para que esta gestión resulte económica y duradera, se puede potenciar el uso y aprovechamientos de las cañas por parte de particulares y empresas para la agricultura, artesanía, construcción de estructuras, etc.; **volver al aprovechamiento tradicional** que se realizaba y que regulaba la densidad de los cañaverales (Salas, 2012).

En los últimos años se ha comenzado una estrategia de control de la caña mediante **pastoreo controlado en barrancos**. Respecto a estas actuaciones, comenzaron a visibilizarse en el año 2015, cuando un rebaño de unas 50 ovejas y unas pocas cabras se encargaban de mantener el **cañaveral praderizado** en un barranco de las medianías del noreste de Gran Canaria, promoviendo el desarrollo de las yemas secundarias de la caña y creando una estructura vegetal relacionada con modelos de combustible de **bajo riesgo frente a los incendios**; además, se favorecía la involucración del pastor en la salvaguarda de la repoblación forestal realizada años antes en el barranco. Se trata de una medida de control muy interesante de la especie invasora frente a los incendios, en la que aparentemente no se recupera la vegetación natural a corto plazo (Salas, 2015). En el año 2018 se ha llegado a acuerdos con 55 pastores para utilizar 7.051 cabezas de **ganado bombero** con las que pastorear 3.283 ha, preferentemente distribuidas dentro de la red de espacios naturales protegidos, de las que el 14% se localizan en un total de 36 barrancos.

El **rabo de gato** (*Pennisetum setaceum*), hierba perenne está ampliamente naturalizado en Canarias, donde es una de las plantas invasoras más problemáticas. Presenta un crecimiento muy rápido y en Canarias muestra una **tendencia poblacional muy expansiva**, especialmente en laderas con gran exposición solar y cauces húmedos de barrancos, zonas antropizadas, bordes de carretera y zonas agrícolas en abandono. Forma praderas de gran cobertura que **alteran la estructura del hábitat** y pueden modificar el **régimen de incendios** (RD 630/2013b).

Entre los **insectos**, El **picudo de las palmeras** o picudo de las cuatro manchas de los cocoteros (*Diocalandra frumenti*) ataca a las palmeras, aumenta la tasa de mortalidad natural de la palmera canaria (*Phoenix canariensis*) y **altera el régimen de incendios** por incremento del volumen de material vegetal seco en su hábitat natural (Gesplan, 2008a).

2.10. Especies exóticas con potencial invasor en canarias

De todos los animales, plantas y hongos que se desarrollan actualmente en Canarias, algo más del 10% son consideradas especies introducidas seguras o probables, aunque la mayoría no ha expresado un comportamiento invasor (Arechavaleta *et al.*, 2010). De las especies introducidas en Canarias, alrededor del 50% son animales, fundamentalmente invertebrados, 46% vegetales y el 4% restante hongos (Martín Esquivel, 2010). De todas estas especies introducidas presentes en el archipiélago, al menos 175 especies han sido clasificadas como invasoras, lo que representa el 1% de todas las especies actualmente presentes en Canarias (Arechavaleta *et al.*, 2010).

La riqueza de especies introducidas en Canarias depende tanto de las **vías de introducción** de especies como de la **amplitud ecológica de las islas** (edad y composición geológica o topografía, por ejemplo) y, en menor medida, de otros factores limitantes como la distancia a la costa o la superficie insular (Vilà & López-Darias, 2006).

De las 14.250 especies introducidas en Canarias, la mayoría fueron introducidas a partir de la segunda mitad del siglo XX.. Las islas orientales albergan la mayor proporción de especies exóticas, sobre todo Gran Canaria, donde constituyen el 18% de la especies de la isla (Martín Esquivel, 2010). De hecho, Gran Canaria es la segunda isla con más especies introducidas, sólo superada por Tenerife (Arechavaleta *et al.*, 2010).

En un escenario de **cambio climático** sometido a otros tantos factores de alteración, estas especies invasoras junto como otras potenciales suponen un importante factor de estrés que contribuye y determina la degradación de la biodiversidad. La llegada de especies exóticas terrestres a las islas Canarias está favorecida principalmente por las **rutas de transporte** ligadas al comercio global, de manera que, en relación con el cambio climático, su mayor consecuencia sería facilitar la naturalización y establecimiento de las especies introducidas (Martín Esquivel, 2011).

En cuanto a su distribución por islas, Gran Canaria es la segunda isla con más especies introducidas, sólo superada por Tenerife. La Figura 14 muestra la distribución de especies nativas e introducidas en las islas Canarias (Rodríguez Luengo, 2014a).

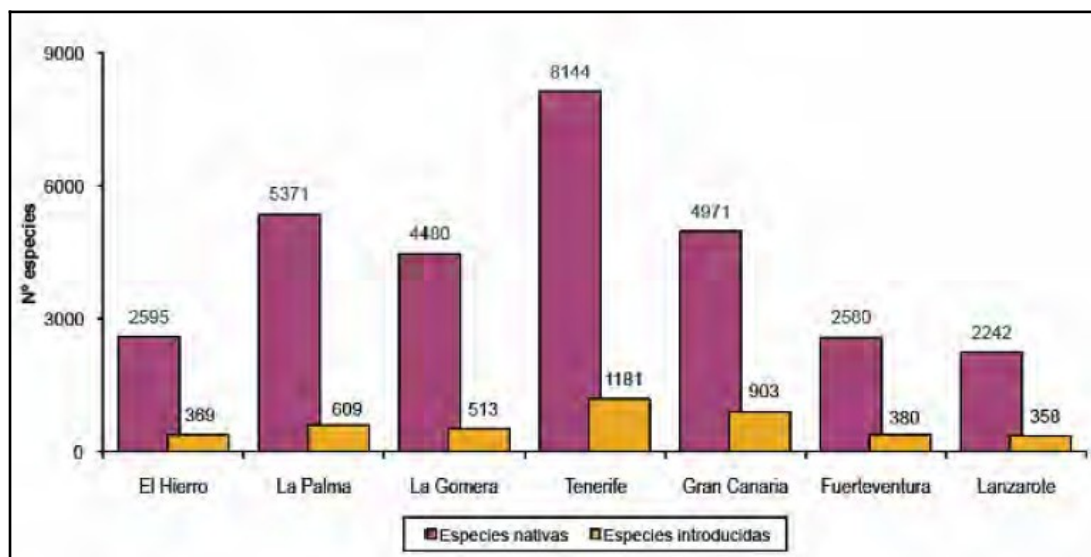


Figura 14. Distribución por islas de las especies nativas e introducidas en Canarias (Rodríguez Luengo, 2014a).

En cuanto a la distribución por grupos taxonómicos de las 183 especies introducidas consideradas invasoras, 80 son plantas, 66 artrópodos, 35 vertebrados y 2 helechos (Rodríguez Luengo, 2014a).

La Figura 15 muestra la distribución de especies exóticas invasoras en la isla de Gran Canaria

y su relación con la distribución de especies protegidas y hábitats de interés comunitario.

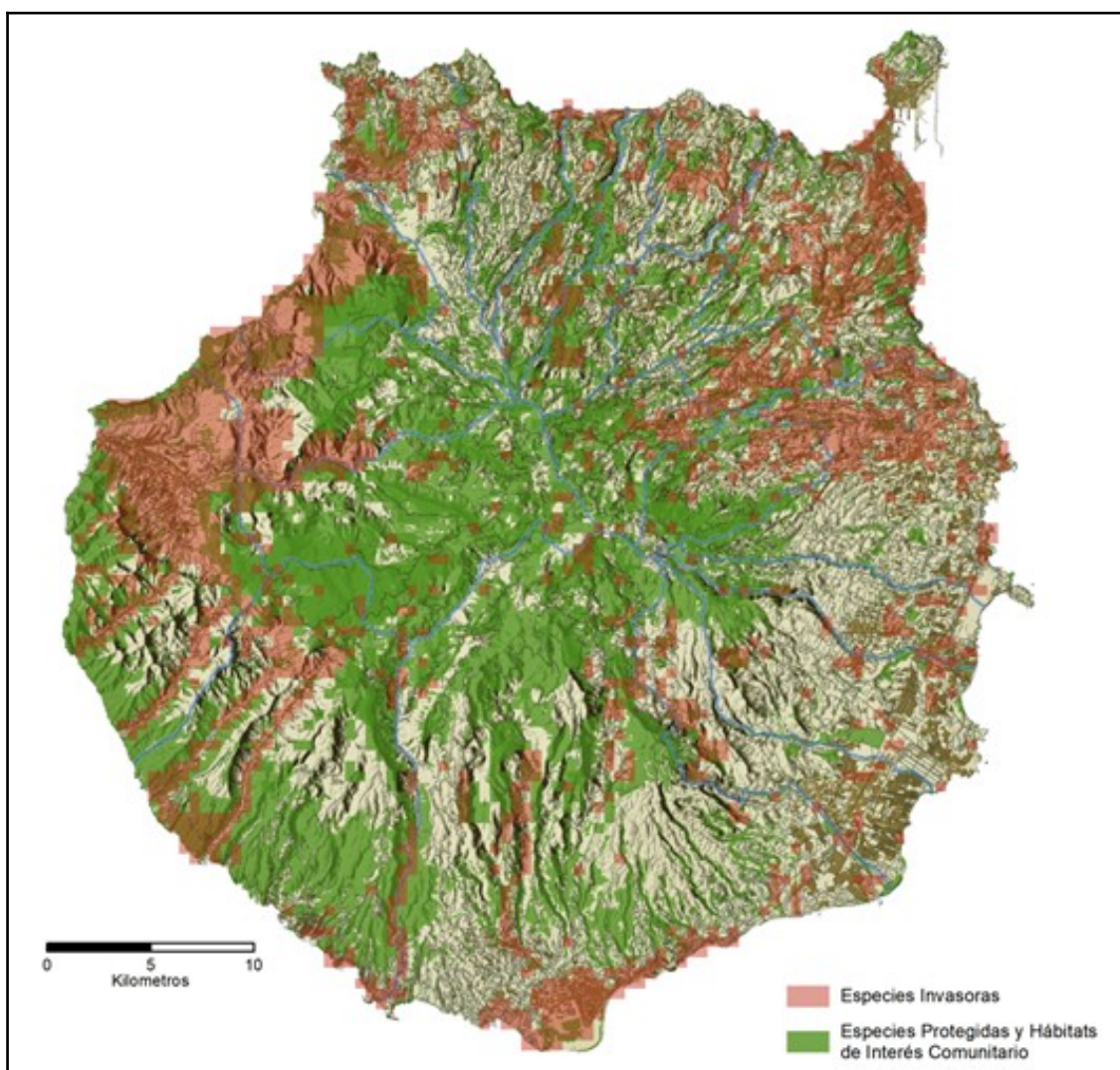


Figura 15. Distribución de especies exóticas invasoras en la isla de Gran Canaria y su relación con la distribución de especies protegidas y hábitats de interés comunitario (elaboración propia. Fuentes: Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias; Hábitats naturales de interés comunitario).

2.10.1. Bases de datos consideradas

Para elaborar el presente inventario, se han considerado las especies presentes en el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias (Gobierno de Canarias), la Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias (Gobierno de Canarias, 2014), el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (RD 630/2013a), una lista de especies de vertebrados exóticos invasores en las islas Canarias (Gesplan) y la lista de las 100 especies de flora y fauna invasora más importantes para Azores, Madeira y Canarias (Silva *et al.*, 2008).

Para facilitar la comprensión del documento se establecen la siguiente convenciones al nombrar los documentos:

- BDBC: Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias (Gobierno de Canarias).
- BDEIC: Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias (Gobierno de Canarias, 2014).
- CEEEI: Catálogo español de especies exóticas invasoras (RD 630/2013a).
- Lista_Top_100: lista de las 100 especies de flora y fauna invasora más importantes para Azores, Madeira y Canarias (Silva *et al.*, 2008).
- Lista_Vertebrados: lista de especies de vertebrados exóticos invasores en las Islas Canarias (Gesplan).

De las **9.248 especies consideradas**, el 75% son **nativas** y el 25% **exóticas**, el 5% son consideradas **invasoras** y el **2% son invasoras que se relacionan con la isla de Gran Canaria**. El BDBC es la base de datos que aglutina las 6.968 especies nativas y el 35% de las 2.288 especies exóticas registradas, mientras que la BDEIC es la base de datos que mayor cantidad de especies exóticas considera, el 77%. Respecto a las 446 especies consideradas invasoras, las bases de datos que más especies recogen son el BDBC (37%) y el CEEEI (33%), seguidos por la BDEIC (23%) y la Lista_Top_100 (22%); la Lista_Vertebrados tan sólo recoge el 14%. Respecto a las **217 especies invasoras relacionadas con la isla de Gran Canaria**, el 55% están recogidas en el BDBC, el 33% en la BDEIC, el 24% en la Lista_Top_100, el 18% en el CEEEI y el 7% en la Lista_Vertebrados.

La Tabla 1 es una síntesis de las características de las especies consultadas en los documentos anteriores, incluyendo su origen nativo o exótico, su posible carácter invasor y su posible presencia en la isla de Gran Canaria.

Total (9.248)	BDBC (7.745)	BDEIC (1.763)	CEEEI (170)	Lista_Top_100 (98)	Lista_vertebrados (101)
nativos (6.968)	6965	0	3	0	0
Nativos en GC (1.344)	1344	0	0	0	0
Exóticos (2.288)	780	1763	167	98	101
Invasores (446)	167	103	149	98	62
Invasores en GC (217)	120	71	39	52	16

Tabla 1. Número de especies en las cinco bases de datos utilizadas para elaborar el presente inventario, incluyendo su origen nativo o exótico, su posible carácter invasor y su posible presencia en la isla de Gran Canaria. Los paréntesis indican el número de especies diferentes presentes en cada fila o columna.

El **Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias** (Gobierno de Canarias) contiene

información de 7.868 especies. Respecto al total de especies relacionadas con Canarias, esta base de datos es la que más especies considera del total de especies (84%), recopila todas las especies nativas, el 34% de las especies exóticas, el 37% de las especies consideradas invasoras y el 55% de las invasoras que se relacionan con la isla de Gran Canaria. Considerando las especies nativas del Banco de Datos, el 52% corresponde al grupo taxonómico de los artrópodos no crustáceos, 21% a los hongos, 20% a la flora y 4% a los invertebrados no artrópodos; el conjunto de grupos taxonómicos restantes suponen menos de 3%. El 19% se relacionan con su presencia en Gran Canaria, especialmente artrópodos no crustáceos, flora y hongos. Considerando las especies nativas con presencia en Gran Canaria de dicha base de datos, el 51% corresponde a los artrópodos no crustáceos, el 32% a flora, el 10% a hongos y el 4% a aves; el conjunto de grupos taxonómicos restantes suponen el 3%. Considerando las especies exóticas en el Banco de Datos, el 47% corresponde a flora, 36% a artrópodos no crustáceos, 8% a invertebrados no artrópodos, 3% a crustáceos y 3% a aves; el conjunto de grupos taxonómicos restantes suponen el 4%. El 21% son consideradas invasoras en Canarias, y el 15% son invasoras que se relacionan con la isla de Gran Canaria. Considerando las especies exóticas con presencia en Gran Canaria de dicha base de datos, la flora (47%), los artrópodos no crustáceos (35%), los invertebrados no artrópodos (7%), las aves y los crustáceos (3%) son las especies más representadas; el resto de grupos taxonómicos suponen el 4%. El 25% de las exóticas presentes en Gran Canaria son consideradas invasoras, especialmente la flora (12%), los artrópodos (6%) y las aves (2%); el conjunto de grupos taxonómicos restantes suponen el 5%.

La **Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias** (Gobierno de Canarias, 2014) contiene información de 1.765 especies, todas exóticas. Respecto al total de especies consideradas en Canarias, esta base de datos considera el 19% del total de especies, es, con diferencia, el registro que más especies exóticas considera (77%), recopila el 23% de las especies invasoras y el 34% de las invasoras que se relacionan con la isla de Gran Canaria. Del total de especies incluidas en esa base de datos, el 5% tienen carácter invasor y el 4% son invasoras que se relacionan con la isla de Gran Canaria. El grupo taxonómico con más especies registradas como exóticas es la flora (42%), seguida de los artrópodos no crustáceos (30%) y las aves (12%). En el caso de las especies invasoras, el 85% corresponde a plantas, 7% a aves, 7% a reptiles y 1% a anfibios. Esta proporción entre los grupos taxonómicos o de las especies exóticas invasoras que esta base de datos registra para la isla de Gran Canaria: 89% corresponde a flora, 7% a aves y 4% a reptiles.

El **Catálogo español de especies exóticas invasoras** (RD 630/2013a) contiene información de 170 especies, menos del 2% de las especies consideradas. Prácticamente todas las especies consideradas en dicho catálogo son exóticas y con carácter invasor, el **23% con presencia en Gran Canaria**. A pesar de las pocas especies que contiene, incluye el 33% de las especies invasoras presentes en Canarias y el 18% de las especies invasoras que se relacionan con la isla de Gran Canaria. El grupo taxonómico con más especies registradas como exóticas invasoras es la flora (39%), seguida de los peces (13%) y los invertebrados no

artrópodos (11%); los grupos con menos especies invasoras son los anfibios (3%), reptiles (1%) y hongos (<1%). Para los registros de especies invasoras relacionados con la isla de Gran Canaria, los grupos taxonómicos más representados son la flora (62%), los artrópodos no crustáceos (15%) y las aves (10%), otros grupos con menor representación son los crustáceos (5%), mamíferos (5%) y peces (3%).

La lista de las 100 especies de flora y fauna invasora más importantes para Azores, Madeira y Canarias (Silva *et al.*, 2008) contiene información de 98 especies, sólo el 1% de las especies en el conjunto de bases de datos consideradas, prácticamente todas exóticas e invasoras. A pesar de las pocas especies que contiene, supone el 22% y 24% de las especies con carácter invasor presentes en Canarias y en Gran Canaria, respectivamente. Por grupos taxonómicos, esta lista contiene especies de flora (85%), mamíferos (7%), artrópodos no crustáceos (5%), crustáceos (2%) e invertebrados no artrópodos (1%); todos ellos, además considerados invasores. Para los registros de especies invasoras relacionados con la isla de Gran Canaria, los grupos taxonómicos más representados son la flora (83%), los artrópodos no crustáceos (10%), los mamíferos (11%) y los crustáceos (2%).

La lista de especies de vertebrados exóticos invasores en las Islas Canarias (Gesplan) contiene información de 101 especies. Constituye el 4% de las especies exóticas consideradas, el 14% de las especies con carácter invasor en Canarias y el 7% de las especies invasoras relacionadas con Gran Canaria. Del total de especies exóticas consideradas en dicha lista, el 61% son consideradas invasoras en Canarias, y el 16% se relacionan con su presencia en la isla de Gran Canaria. Por grupos taxonómicos, sólo considera reptiles (33%), aves (32%), mamíferos (32%) y anfibios (4%). Considerando sólo las especies con carácter invasor, el orden de relevancia de los grupos taxonómicos es reptiles (37%), aves (29%), mamíferos (27%) y anfibios (6%). Para los registros de especies invasoras relacionados con la isla de Gran Canaria, los grupos taxonómicos representados son las aves (63%), los reptiles (25%) y los mamíferos (13%).

2.10.2. Grupos taxonómicos

En cuanto a los grupos taxonómicos considerados por las diferentes bases de datos, **los más frecuentes son los artrópodos no crustáceos, seguidos de la flora y los hongos. De los vertebrados, las aves son las más frecuentes.** Destaca el BDBC por considerar gran parte de los grupos taxonómicos más numerosos y una fracción mucho menor de los grupos taxonómicos más reducidos. En cuanto a la BDEIC, considera mayor cantidad de especies de aves, reptiles, mamíferos, algas y anfibios. El CEEEI está particularmente orientado a las especies de flora, la Lista Top 100 Invasoras se orienta particularmente a flora y mamíferos y la Lista de vertebrados se orienta hacia las aves, reptiles y mamíferos.

La Tabla 2 indica la medida en que cada base de datos utilizada considera los distintos grupos taxonómicos.

Total (9.248)	BDBC (7.745)	BDEIC (1.763)	CEEEI (170)	Lista_Top_100 (98)	Lista_ vertebrados (101)
Artrópodos no crustáceos (4249)	3920	535	12	5	
Flora (2408)	1787	744	61	83	
Hongos (1541)	1485	59	1		
Invertebrados no artrópodos (349)	304	67	16	1	
Aves (327)	105	206	13		32
Crustáceos (114)	94	22	12	2	
Reptiles (97)	19	51	3		33
Mamíferos (87)	23	41	14	7	32
Algas (34)	1	19	14		
Peces (30)	4	10	20		
Anfibios (15)	3	9	4		4

Tabla 2. Número de especies de cada grupo taxonómico en las cinco bases de datos utilizadas para elaborar el presente inventario. Los paréntesis indican el número de especies diferentes presentes en cada fila o columna.

Por **grupos taxonómicos**, los 4.249 **artrópodos no crustáceos** son, con diferencia, el grupo más numeroso (46%), gracias a la elevada cantidad de especies nativas que considera el BDBC y de especies exóticas que considera la BDEIC. El 86% de los artrópodos no crustáceos son nativos, estando el 16% presentes relacionados con su presencia en la isla de Gran Canaria. El 14% son exóticos, el 1% son considerado invasores y menos del 1% son invasores cuya presencia se relaciona con la isla de Gran Canaria. A pesar de que sólo el 1% de los artrópodos no crustáceos son especies invasoras que se relacionan con la isla de Gran Canaria, dichas especies equivalen al 12% de las especies invasoras presentes en Gran Canaria.

Las especies de **flora** constituyen el 26% de las especies totales consideradas, el 43% de las especies exóticas y el **64% de las especies invasoras registradas en Gran Canaria**. De la flora destaca la elevada proporción consideradas exóticas y exóticas invasoras relacionadas con Gran Canaria. Las 2.408 especies de flora son nativas en un 59%, estando el 18% relacionadas con su presencia en la isla de Gran Canaria. El 41% de las especies de flora son exóticas, el 10% son consideradas invasoras y el 6% son invasores cuya presencia se relaciona con la isla de Gran Canaria. De las especies exóticas de flora, la BDEIC contiene el 75%, el BDBC el 37%, la Lista_Top_100 el 8% y el CEEEI el 6%. Respecto a las 240 especies con carácter invasor, la BDEIC de Canarias considera el 37%, el BDBC y la Lista_Top_100 35% cada uno, y el CEEEI considera el 24%. Respecto a las 138 especies de flora invasoras que se relacionan con la isla de Gran Canaria, la BDEIC considera el 46%, el BDBC el 42%, la

Lista_Top_100 el 31% y el CEEEI el 17%.

Los **hongos** constituyen el 16% de especies consideradas. Las 1.541 especies de hongos son nativas en un 96%, estando el 9% relacionadas con su presencia en la isla de Gran Canaria. El 4% son exóticas y sólo 1 se considera invasora. El BDBC es la base de datos que considera todas las especies nativas de hongos, aunque sólo considera el 12% de las exóticas. Sin embargo, la BDEIC considera el 92% de las especies exóticas de hongos y el 95% de las invasoras. Por su parte, el CEEEI contiene la única especie de hongo con carácter invasor en Canarias.

Destaca la elevada proporción de especies exóticas entre los **invertebrados no artrópodos**. Las 349 especies de invertebrados no artrópodos son nativas en un 70%, estando el 8% relacionadas con su presencia en la isla de Gran Canaria. El 30% son especies exóticas, el 5% son consideradas invasoras y sólo una especie invasora se relaciona con su presencia en la isla de Gran Canaria.

Las **aves** equivalen al 4% de las especies consideradas, pero representan el 10% de las especies invasoras relacionadas con Gran Canaria. Entre las aves, destaca la elevada proporción de especies exóticas, invasoras y exóticas invasoras relacionadas con Gran Canaria. Las 327 especies de aves son nativas en un 25%, estando el 15% relacionadas con su presencia en la isla de Gran Canaria. El 75% son especies exóticas que constituyen el 11% del total de especies exóticas, el 10% son consideradas invasoras y el **6% son invasoras cuya presencia se relaciona con la isla de Gran Canaria**.

Entre los **crustáceos** destaca la elevada proporción de especies exóticas, invasoras y exóticas invasoras relacionadas con Gran Canaria. Las 114 especies de crustáceos son nativas en un 64%, estando el 4% relacionadas con su presencia en la isla de Gran Canaria. El 36% son especies exóticas, el 18% son consideradas invasoras y el **7% son invasoras cuya presencia se relaciona con la isla de Gran Canaria**.

Entre los **reptiles** destaca la elevada proporción de especies consideradas exóticas, invasoras en Canarias y exóticas invasoras relacionadas con Gran Canaria. Las 97 especies de reptiles son nativas en un 16%, estando el 3% relacionadas con su presencia en la isla de Gran Canaria. El 85% son especies exóticas, el 33% son consideradas invasoras y el **9% son invasoras cuya presencia se relaciona con la isla de Gran Canaria**.

Entre los **mamíferos** destaca la elevada proporción de especies consideradas exóticas, invasoras y exóticas invasoras relacionadas con Gran Canaria. Las 87 especies de mamíferos son nativas en un 11%, estando el 3% relacionadas con su presencia en la isla de Gran Canaria. El 89% son especies exóticas, el 31% son consideradas invasoras y el **9% son invasoras cuya presencia se relaciona con la isla de Gran Canaria**.

Entre las **algas**, el 91% de las 34 especies consideradas para Canarias son exóticas y el 21% son consideradas invasoras. Entre las **algas** destaca la elevada proporción de especies consideradas exóticas, invasoras y exóticas invasoras relacionadas con Gran Canaria. Las 34

especies de algas son nativas en un 9%, estando el 3% relacionadas con su presencia en la isla de Gran Canaria. Las bases de datos que consideran especies nativas de algas son el CEEI (66%) y el BDBC (33%). Respecto a las algas exóticas, el 61% están recogidas en la BDEIC y el 38% en el CEEI. El CEEI es además el documento que recoge las **7 especies con carácter invasor en Canarias**.

Entre los **peces** destaca la elevada proporción de especies consideradas exóticas, invasoras y exóticas invasoras relacionadas con Gran Canaria. Las 30 especies de peces son nativas en un 3%, todas relacionadas con su presencia en la isla de Gran Canaria. El 97% son especies exóticas, el 67% son consideradas invasoras y el **7% son invasoras cuya presencia se relaciona con la isla de Gran Canaria**.

Entre los **anfibios** destaca la ausencia de especies nativas y la gran cantidad de especies consideradas exóticas, invasoras y exóticas invasoras relacionadas con Gran Canaria. Ninguna especie de anfibios considerada es nativa. Todas las especies de anfibios consideradas son exóticas, el 53% son consideradas invasoras y el **20% son invasoras cuya presencia se relaciona con la isla de Gran Canaria**.

La **Tabla 3** recoge la síntesis de especies consideradas en el conjunto de los documentos anteriores, incluyendo el grupo taxonómico al que pertenecen, su origen nativo o exótico, su posible carácter invasor y su posible presencia en la isla de Gran Canaria.

GRUPO TAXONÓMICO	Origen	BDBC (7.868)	BDEIC (1.765)	CEEI (170)	Lista_Top_100 (98)	Lista_vertebrados (101)
Artrópodos no crustáceos (4249)	Nativas (3639)	3639				
	Nativas en GC (692)	692				
	Exóticas (610)	281	535	12	5	
	Invasoras (39)	35		12	5	
	Invasoras en GC (27)	27		6	5	
Flora (2408)	Nativas (1422)	1422				
	Nativas en GC (424)	424				
	Exóticas (989)	365	744	61	83	
	Invasoras (240)	84	88	58	83	
	Invasoras en GC (138)	58	63	24	43	
Hongos (1541)	Nativas (1477)	1477				
	Nativas en GC (137)	137				
	Exóticas (64)	8	59	1		
	Invasoras (1)			1		
Invertebrados no artrópodos	Nativas (244)	244				
	Nativas en GC (29)	29				

(349)	Exóticas (105)	60	67	16	1	
	Invasoras (18)	2		16	1	
	Invasoras en GC (1)	1				
Aves (327)	Nativas (83)	83				
	Nativas en GC (50)	50				
	Exóticas (248)	22	206	13		32
	Invasoras (33)	14	7	8		18
	Invasoras en GC (21)	11	5	4		10
Crustáceos (114)	Nativas (73)	72		1		
	Nativas en GC (4)	4				
	Exóticas (41)	22	22	11	2	
	Invasoras (21)	11		11	2	
	Invasoras en GC (8)	8		2	1	
Reptiles (97)	Nativas (16)	16				
	Nativas en GC (3)	3				
	Exóticas (82)	3	51	3		33
	Invasoras (32)	2	7	2		23
	Invasoras en GC (9)	2	3			4
Mamíferos (87)	Nativas (10)	10				
	Nativas en GC (3)	3				
	Exóticas (77)	13	41	14	7	32
	Invasoras (27)	13		12	7	17
	Invasoras en GC (8)	8		2	3	2
Algas (34)	Nativas (3)	1		2		
	Nativas en GC (1)	1				
	Exóticas (31)		19	12		
	Invasoras (7)			7		
Peces (30)	Nativas (1)	1				
	Nativas en GC (1)	1				
	Exóticas (29)	3	10	20		
	Invasoras (20)	3		19		
	Invasoras en GC (2)	2		1		
Anfibios (15)	Exóticas (15)	3	9	4		4
	Invasoras (8)	3	1	3		4
	Invasoras en GC (3)	3				

Tabla 3. Número de especies nativas, exóticas, invasoras e invasoras presentes en Canarias y en Gran Canaria agrupadas por los grupos taxonómicos incluidos en las distintas bases de datos. Los paréntesis indican el número de especies diferentes presentes en cada fila o columna (Gobierno de Canarias; Gobierno de Canarias, 2014; RD 630/2013a; Silva *et al.*, 2008; Gesplan).

Respecto al **origen**, las 6.968 especies **nativas** constituyen el 75% de las especies consideradas. De las especies nativas, más de la mitad son artrópodos no crustáceos, siendo también abundantes los hongos y la flora; los invertebrados no artrópodos, las aves y los crustáceos son relativamente poco frecuentes y el resto de grupos taxonómicos casi inexistentes. Prácticamente todas los registros de especies nativas proceden del BDBC.

Las 1.344 especies nativas relacionadas con Gran Canaria constituyen el 15% de las especies consideradas. De las especies nativas relacionadas con Gran Canaria, más de la mitad son artrópodos no crustáceos, siendo también abundantes la flora, los hongos, las aves y, en menor medida, los invertebrados no artrópodos. Todos los registros de especies nativas que se relacionan con Gran Canaria proceden del BDBC.

Las 2.288 especies exóticas constituyen el 25% de las especies consideradas. De las especies exóticas, casi la mitad son de flora, siendo también abundantes los artrópodos no crustáceos y las aves y, en menor medida, los invertebrados no artrópodos. Destaca la gran cantidad de registros de especies procedentes de la BDEIC.

Las 446 especies exóticas con carácter invasor constituyen el 5% de las especies consideradas. De las especies con carácter invasor, **más de la mitad son de flora, mucho menos abundantes son los artrópodos no crustáceos, las aves y los reptiles;** el resto de grupos taxonómicos no tienen especies consideradas invasoras. Destaca la elevada cantidad de especies invasoras recogidas en todas las bases de datos, especialmente el CEEEI, la Lista Top 100 Invasoras y la Lista de Vertebrados Invasores.

Las 217 especies con carácter invasor y relacionadas con Gran Canaria constituyen el 2% de las especies consideradas. De las especies invasoras relacionadas con Gran Canaria, **más de la mitad son de flora,** mucho menos abundantes son los artrópodos no crustáceos, las aves, los reptiles, los mamíferos y los crustáceos.

La **Tabla 4** recoge la síntesis de especies consideradas en el conjunto de los documentos anteriores, incluyendo su origen nativo o exótico, el grupo taxonómico al que pertenecen, su posible carácter invasor y su posible presencia en la isla de Gran Canaria.

Origen	GRUPO TAXONÓMICO	BDBC (7.868)	BDEIC (1.765)	CEEEI (170)	Lista_Top _100 (98)	Lista_verte brados (101)
Nativas (6.968)	Artrópodos no crustáceos (3639)	3639				
	Hongos (1477)	1477				
	Flora (1422)	1422				
	Invertebrados no artrópodos (244)	244				
	Aves (83)	83				

	Crustáceos (73)	72		1		
	Reptiles (16)	16				
	Mamíferos (10)	10				
	Algas (3)	1		2		
	Peces (1)	1				
Nativas en GC (1.344)	Artrópodos no crustáceos (692)	692				
	Flora (424)	424				
	Hongos (137)	137				
	Aves (50)	50				
	Invertebrados no artrópodos (29)	29				
	Crustáceos (4)	4				
	Reptiles (3)	3				
	Mamíferos (3)	3				
	Peces (1)	1				
	Algas (1)	1				
Exóticas (2.288)	Flora (989)	365	744	61	83	
	Artrópodos no crustáceos (610)	281	535	12	5	
	Aves (248)	22	206	13		32
	Invertebrados no artrópodos (105)	60	67	16	1	
	Reptiles (82)	3	51	3		33
	Mamíferos (77)	13	41	14	7	32
	Hongos (64)	8	59	1		
	Crustáceos (41)	22	22	11	2	
	Algas (31)		19	12		
	Peces (29)	3	10	20		
	Anfibios (15)	3	9	4		4
Invasoras (446)	Flora (240)	84	88	58	83	
	Artrópodos no crustáceos (39)	35		12	5	
	Aves (33)	14	7	8		18
	Reptiles (32)	2	7	2		23

	Mamíferos (27)	13		12	7	17
	Crustáceos (21)	11		11	2	
	Peces (20)	3		19		
	Invertebrados no artrópodos (18)	2		16	1	
	Anfibios (8)	3	1	3		4
	Algas (7)			7		
	Hongos (1)			1		
Invasoras en GC (217)	Flora (138)	58	63	24	43	
	Artrópodos no crustáceos (27)	27		6	5	
	Aves (21)	11	5	4		10
	Reptiles (9)	2	3			4
	Mamíferos (8)	8		2	3	2
	Crustaceos (8)	8		2	1	
	Anfibios (3)	3				
	Peces (2)	2		1		
	Invertebrados no artropodos (1)	1				

Tabla 4. Número de especies nativas, exóticas, invasoras e invasoras presentes en Canarias y en Gran Canaria incluidas, agrupadas por su origen. Los datos proceden de las cinco bases de datos utilizadas: Banco de Datos de Biodiversidad del Gobierno de Canarias (Gobierno de Canarias), Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias (Gobierno de Canarias, 2014), Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (RD 630/2013a), la lista de las 100 especies de flora y fauna invasora más importantes para Azores, Madeira y Canarias (Silva *et al.*, 2008) y una lista de especies de vertebrados exóticos invasores en las islas Canarias (Gesplan). Los paréntesis indican el número de especies diferentes presentes en cada fila o columna.

3. INCENDIOS FORESTALES

El fuego es un elemento natural que forma parte de muchos ecosistemas y que contribuye a su regeneración, permitiendo el rebrote y germinación tras su paso. Sin embargo, ha dejado de ser un elemento natural perturbador y modelador del paisaje para convertirse en una **terrible amenaza ambiental y socioeconómica** (Greenpeace, 2018).

Los incendios forestales constituyen uno de los principales problemas actuales para la conservación de la cubierta vegetal de las islas Canarias (Decreto 66/2015); corresponde a las Administraciones públicas competentes organizar la defensa frente a los incendios forestales, incluyendo medidas de prevención (Ley 43/2003).

Por otro lado, los incendios forestales han dejado de ser considerados exclusivamente como una emergencia exclusiva del ámbito forestal para convertirse en un **problema de gestión desde el punto de vista de la Protección Civil** (Cabildo de Gran Canaria, 2017a). Así, la evaluación de riesgos por incendios forestales considera los siguientes tipos genéricos de valores vulnerables a proteger: vida y seguridad de las personas, infraestructuras, instalaciones y zonas habitadas, valores económicos, de protección frente a la erosión del suelo, de singularidad ecológica, paisajísticos, patrimonio natural y biodiversidad y patrimonio histórico-artístico (INFOCA, 2014).

A la vista de nuestra capacidad actual para valorar el **cambio climático**, el escenario esperado incluye un **aumento de la frecuencia de días de altas temperaturas** y posible incremento en la frecuencia de **advecciones de aire sahariano**, directamente relacionados con los incendios y, en particular, con los más extensos y virulentos (Moreno, 2016). Los efectos de los incendios esperados podrían reducirse mediante una adaptación de la planificación existente, tanto a nivel de prevención como de extinción (Moreno, 2016).

Algunos factores no pueden modificarse a escala local, como sucede con la meteorología y los efectos globales y regionales del cambio climático; sin embargo, sí **es posible intervenir en los factores modificables**: usos y aprovechamientos, ordenación del territorio, re-inclusión del fuego como parte de la dinámica forestal y gestión de las emergencias por incendios forestales (Padrón & Barranco, 2014). Así, la prevención debe orientarse a reducir la carga de combustible existente en el monte mediante actuaciones de selvicultura preventiva y políticas dirigidas a los propietarios forestales y a la ciudadanía para la revalorización económica del monte, desarrollo de infraestructuras, concienciación ciudadana e investigación (Moreno, 2016).

La vulnerabilidad presente y futura de nuestro Patrimonio Natural, del que depende nuestro desarrollo socioeconómico y nuestra seguridad, está vinculada a nuestra capacidad de prevenir los incendios forestales y gestionar adecuadamente su comportamiento sobre el territorio y su extinción.

3.1. Aproximación al marco legal de los incendios forestales

La defensa frente a los incendios forestales es una **responsabilidad administrativa compleja**, de carácter intersectorial que exige alto grado de **coordinación**. En el caso de España el nivel de descentralización del Estado en Autonomías hace que las actuaciones de defensa frente a incendios forestales se desarrollen en el marco de las competencias autonómicas de gestión forestal (Lázaro *et al.*, 2007).

Según el Real Decreto 893/2013, de 15 de noviembre, por el que se aprueba la Directriz básica de planificación de protección civil de emergencia por incendios forestales, las autoridades y órganos competentes deben establecer una actuación coordinada para anticipar recursos o acciones y para minimizar el daño sobre la población, los bienes y el medio ambiente. Según la **Ley 43/2003**, de Montes, corresponde a las Administraciones públicas competentes la responsabilidad de organizar la defensa frente a los incendios forestales, incluyendo las medidas de prevención, cualquiera que sea la titularidad de los montes. Las Comunidades Autónomas serán las responsables de regular todas las actividades que puedan dar lugar a riesgo de incendio en el monte y áreas circundantes (Ley 43/2003).

El Fondo para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, creado mediante la Ley 42/2007, contempla la gestión forestal sostenible entre sus objetivos, apoyando la prevención estratégica de incendios forestales.

Según el Decreto 20/2004, de 2 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento Orgánico de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, este departamento del Gobierno de Canarias es el encargado de preparar y ejecutar la política autonómica en materia de medio ambiente, ordenación de recursos naturales y urbanística. Además, de acuerdo con el Decreto 111/2002, de 9 de agosto, de traspaso de funciones de la Administración Pública de la Comunidad Autónoma de Canarias a los Cabildos insulares, corresponde a los **Cabildos Insulares** la prevención y lucha contra incendios forestales y la concesión de autorizaciones previstas, y corresponde a la **Administración autonómica** la aprobación definitiva de estos instrumentos de planificación de ámbito insular o inferior formulados y tramitados por los Cabildos insulares.

El Decreto 60/2014, de 29 de mayo, aprueba el **Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por Incendios Forestales de la Comunidad Autónoma de Canarias** (INFOCA, 2014), donde se establece la organización y procedimientos de actuación de las Administraciones Públicas Canarias para hacer frente a los incendios forestales. En el INFOCA se integrarán todos los Planes de Actuación de ámbito local en emergencias por incendios forestales (planes territoriales insulares de emergencias de protección civil, planes de defensa municipal contra incendios forestales y planes insulares de prevención y extinción de incendios forestales).

Los **Planes de emergencia por incendio forestal** establecen las actuaciones que deben

realizar los distintos órganos que componen la estructura, y los medios y recursos que deben movilizar en función de la situación operativa en que se encuentre el plan (Real Decreto 893/2013).

Los **Planes de comunidades autónomas** de protección civil de emergencia por incendios forestales, entre otras funciones, zonifican las zonas de interfaz urbano-forestal y las de alto valor medioambiental en función del riesgo y las previsibles consecuencias de los incendios forestales, y establecen la articulación con las Administraciones locales. Integran además los planes de emergencia por incendios forestales correspondientes a entidades que se encuentren dentro de su ámbito territorial. La **información territorial** de los planes de comunidades autónomas debe describir, cuantificar y localizar cuantos aspectos resulten relevantes para fundamentar el análisis de riesgo, la vulnerabilidad, la zonificación del territorio con especial mención de las Zonas de Alto Riesgo de Incendio y el establecimiento de épocas de peligro, entre otros. De acuerdo con la **zonificación** del territorio en función del **riesgo** y las previsibles **consecuencias** de los incendios forestales, así como la determinación de las **épocas de peligro**, los planes de comunidades autónomas especificarán, en su caso, los ámbitos geográficos para los cuales los municipios o agrupaciones de municipios comprendidos en aquellos, habrán de elaborar sus correspondientes planes de ámbito local; sin perjuicio de que las autoridades locales confeccionen planes para ámbitos territoriales distintos a los anteriores. Los planes de comunidad autónoma establecerán los mecanismos de coordinación con los planes de ámbito local para conseguir la plena de éstos en la organización de aquellos (Real Decreto 893/2013).

Cada una de las islas con riesgo de incendios forestal, como Gran Canaria, deberá disponer de los **Planes insulares de Prevención y Extinción por incendios forestales (INFO-Isla)**, incluyendo una descripción de la distribución de la masa forestal, urbanizaciones, lugares de acampada e industrias existentes en zona forestal, y sus riesgos asociados para la planificación preventiva. Estos Planes de Prevención y Extinción (INFO-Isla) deben cumplir, entre otras, las siguientes funciones en materia preventiva: zonificar el territorio en función del riesgo y las posibles consecuencias de los incendios forestales, delimitando áreas según posibles requerimientos de prevención; establecer a nivel insular las zonas de interfaz urbano-forestal en función de la información facilitada por los municipios, así como fomentar las actuaciones de promoción, difusión y vigilancia de las medidas de autoprotección corporativa y ciudadana (INFOCA, 2014).

Los **Planes de actuación de ámbito local** de emergencia por incendios forestales, incluyendo los planes municipales y los de otras entidades locales, deberán ser elaborados e implantados por el organismo competente en aquellos municipios con riesgo de incendio forestal si así se determina en los correspondientes planes de comunidad autónoma. Las funciones básicas de los planes de actuación de ámbito local son, entre otras, zonificar el territorio en función del riesgo y posibles consecuencias en concordancia con el correspondiente plan de comunidad autónoma, delimitar áreas según posibles

requerimientos de prevención, fomentar y promover la autoprotección, y desarrollar medidas de autoprotección basadas en franjas perimetrales en torno a núcleos urbanos y edificaciones para evitar el riesgo de interfaz urbano-forestal. Los planes de actuación de ámbito local deben contener, entre otros, la distribución de la masa forestal, núcleos de población y otras infraestructuras, identificación de las situaciones de **interfaz urbano-forestal** y catalogación de su **riesgo** asociado para planificar las **actuaciones preventivas**, acorde a la **autoprotección** corporativa y ciudadana. En los Planes municipales se incluirán como anexos los Planes de Autoprotección que hayan sido confeccionados dentro de su ámbito territorial (INFOCA, 2014).

Además, deberán integrarse en los sistemas de protección municipal, insular y en el INFOCA los **planes de autoprotección elaborados para Parques Nacionales y otras instalaciones, edificaciones, actividades, etc., ubicadas en terrenos forestales y en áreas de interfaz urbano-forestal**. Los **Planes de Autoprotección por riesgo de incendio forestal** establecen las previsiones relativas a la instalaciones y edificaciones dentro de áreas de interfaz urbano-forestal, para evitar la generación o propagación de los incendios forestales y facilitar las labores de extinción. Entre las funciones básicas de los Planes de autoprotección se encuentran evitar que los incendios generados en las urbanizaciones se puedan extender a las zonas forestales y viceversa, así como complementar y detallar las labores de prevención, vigilancia y detección de los planes de ámbito superior. En relación con la autoprotección y los valores naturales, los lugares e instalaciones de acampada, las nuevas instalaciones agrícolas, ganaderas y forestales, las viviendas vinculadas, nuevas urbanizaciones y edificaciones residenciales, comerciales, industriales o de servicios que afecten o sean colindantes con zonas de monte o de influencia forestal, y que no tengan continuidad inmediata con la trama urbana, deben disminuir o romper la continuidad de los combustibles forestales con una **faja perimetral** de protección desde la edificación o infraestructura. En Canarias, contarán con Plan de Autoprotección los espacios naturales protegidos que se encuentren dentro de las Zonas de Alto Riesgo de Incendio (INFOCA, 2014).

Zonas de alto riesgo de incendio

La Directriz básica de planificación de protección civil de emergencia por incendios forestales considera, entre los elementos básicos para la planificación de protección civil de emergencia por incendios forestales, la **zonificación del territorio en función del riesgo**, al objeto de alcanzar mayor eficacia y eficiencia y disminuir las consecuencias sobre la población, bienes y **medio ambiente** (Real Decreto 893/2013).

Las **zonas de alto riesgo de incendios (ZARIs)** son aquellas áreas en las que la frecuencia o la virulencia de los incendios forestales y la **importancia de los valores amenazados** hagan necesarias medidas especiales de protección contra los incendios, y así sean declaradas por la correspondiente Comunidad Autónoma, que también deberá aprobar sus **planes de defensa** (Ley 43/2003).

La Orden, de 5 de agosto de 2005, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial del Gobierno de Canarias declaraba las primeras ZARIs de Canarias. Dicha Orden establece que, en dichas zonas, queda prohibido el tránsito de personas hasta el 1 de noviembre de 2005, determinando los Cabildo Insulares los supuestos en que excepcionalmente se puede autorizar el tránsito. Posteriormente, las ZARIs de la isla de Gran Canaria fueron ampliadas mediante la Orden 9 de octubre de 2008, por la que se modifica la Orden de 5 de agosto de 2005. La Orden de 9 de octubre de 2008 declara **ocho Sectores como zonas de alto riesgo de incendios forestales en Gran Canaria**. Mediante esta Orden quedan definidas las distintas ZARIs de Gran Canaria, con una **superficie total de 64.486,2 ha**. La figura 16 muestra la distribución de las diferentes ZARIs de Gran Canaria y la tabla 5 registra su superficie.

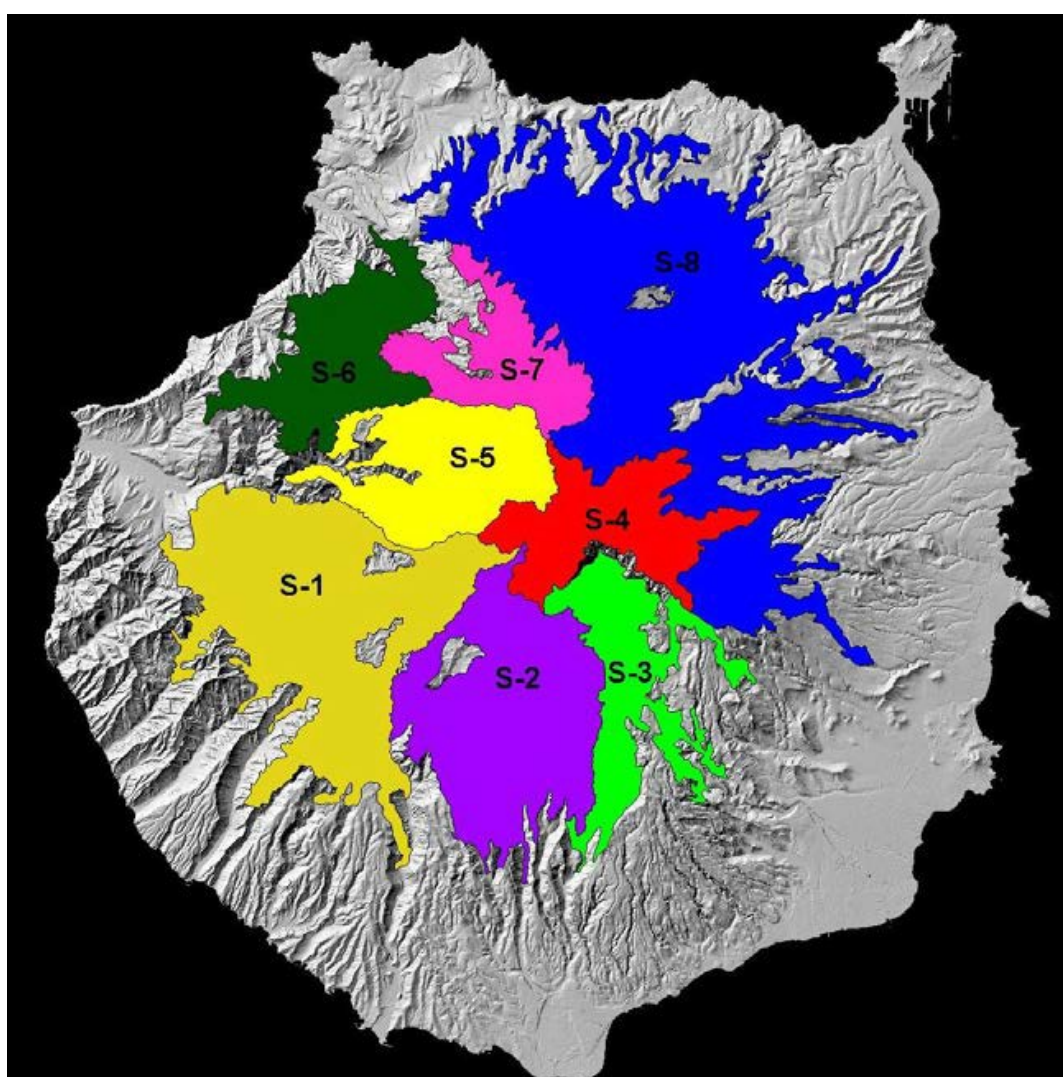


Figura 16. Distribución espacial de las zonas de alto riesgo de incendios forestales de la isla de Gran Canaria (Gobierno de Canarias, 2011).

Sector	Nombre de la ZARI	Superficie (ha)
1	Pinares de los macizos de Inagua, Pajonales y Tauro	12.073,8
2	Pinares del macizo de Pilancones	8.600,8
3	Palmerales de la cuenca de Tirajana y Fataga	4.509,8
4	Pinares de la cumbre central	4.420,0
5	Almendros y matorrales de leguminosas de la cuenca del barranco de Tejeda	5.222,8
6	Pinares del macizo de Tamadaba y Tirma	4.813,7
7	Pinares de Los Moriscos	3.488,7
8	Interfaz urbano-forestal de las medianías del noreste	21.356,6
Superficie total		64.486,2

Tabla 5. Superficie de las distintas zonas de alto riesgo de incendios forestales de la isla de Gran Canaria (Orden de 9 de octubre de 2008).

La distribución espacial de las zonas de alto riesgo de incendios forestales de Gran Canaria incluye núcleos poblacionales, zonas agrarias, plantaciones forestales, interfaz urbano-forestal, macizos, cuencas, riscos, barrancos, valles, montañas, palmerales, pinares, monte verde, bosque termófilo, árboles caducifolios, matorrales y vegetación de sustitución (Gobierno de Canarias, 2011).

Planes de Defensa en zonas de alto riesgo de incendios forestales de Canarias

Los planes de defensa de las ZARIs son disposiciones generales de planificación de los recursos forestales en coordinación con la planificación de protección civil en caso de emergencia, que no contemplan determinaciones de orden territorial o urbanístico sobre el territorio en el que se localizan, enfocados a la previsión de medidas especiales de protección frente a los incendios, con vigencia indefinida (Decreto 66/2015).

Según la Ley 43/2003, de Montes, las comunidades autónomas son responsables de elaborar los **planes de defensa de las ZARIs**, cuyos contenidos mínimos deberán incluir, entre otros temas, los problemas socioeconómicos que puedan relacionarse con la provocación reiterada de incendios o el uso negligente del fuego y los trabajos preventivos que resulte necesario realizar, incluyendo tratamientos selvícolas y áreas cortafuegos.

Los planes de defensa de las zonas de alto riesgo de incendios forestales en la Comunidad Autónoma de Canarias, en consonancia con lo establecido en el Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por Incendios Forestales de la Comunidad Autónoma de Canarias, deben contar con un **análisis y diagnóstico del medio biótico** que describa las principales características de la vegetación, flora y fauna de la ZARI con especial consideración a la presencia de especies de flora y fauna singulares o amenazadas. Además

deben considerar, entre otros, **puntos sensibles especialmente vulnerables** al peligro de incendios relacionados con las especies de flora y fauna, las formaciones vegetales y zonas con especial riesgo de erosión si perdieran la cobertura vegetal. Finalmente, entre las medidas y actuaciones que deben contener estos Planes de Defensa deben incluirse las actuaciones orientadas a mejorar la situación de la combustibilidad para proteger los puntos sensibles (INFOCA, 2014; Decreto 66/2015).

3.2. Análisis territorial de Gran Canaria en relación con los incendios forestales

3.2.1. Medio físico

Respecto al **relieve**, todas las ZARIs de Gran Canaria presentan un relieve abrupto y escabroso, las zonas que presentan pendientes accesibles a los medios terrestres son muy minoritarias en el conjunto de ZARIs. Dominan las pendientes elevadas, donde la capacidad de extinción de los medios terrestres es reducida; especialmente en las ZARIs de la parte suroccidental de la isla. Las zonas llanas, aptas para el desplazamiento de los medios terrestres, son muy escasas en todas las ZARIs (Gobierno de Canarias, 2011).

La **topografía** afecta a la humedad atmosférica, la temperatura y el viento, además de influir en el tipo vegetación de cada zona. Junto con la temperatura, la topografía determina los vientos locales diarios ascendentes y descendentes durante el día y la noche, respectivamente.

La intensidad eólica dificulta enormemente las tareas de control de un incendio forestal. Desde el punto de vista de propagación del fuego, la **red de barrancos** de Gran Canaria canaliza de forma notable el flujo de viento en superficie, modificando el vector del viento general en función de la morfología del terreno. Así, las zonas de viento especialmente sensibles frente a los incendios en las casi 64.500 ha que abarca la zona de alto riesgo de incendios forestales de Gran Canaria coinciden con líneas divisorias entre cuencas hidrológicas (Cabildo de Gran Canaria, 2017a).

La figura 17 muestra el mapa de intensidad eólica de Gran Canaria, las cuencas hidrográficas de Gran Canaria junto con la distribución de las principales crestas divisorias de cuenca localizadas dentro de las ZARIs y la coincidencia entre intensidad eólica y divisorias principales de cuenca.

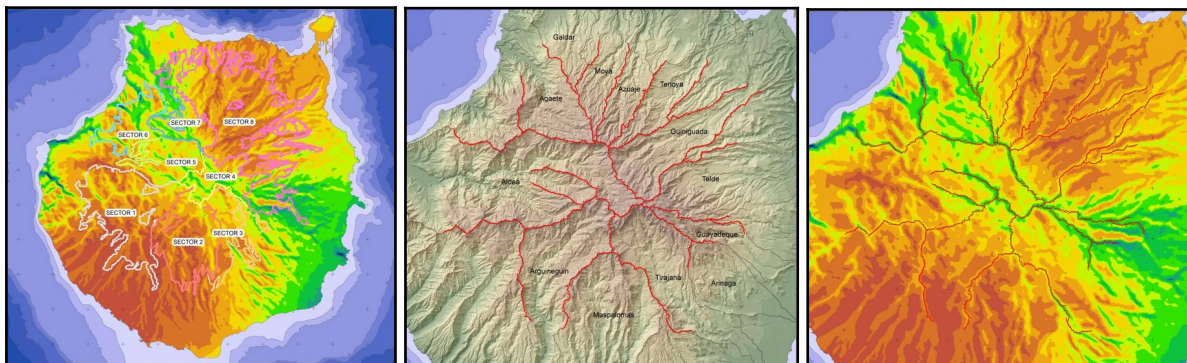


Figura 17. Coincidencia entre las zonas de mayor intensidad eólica y las principales crestas divisorias de cuencas hidrográficas localizadas dentro de las ZARIs de Gran Canaria. La escala de colores representa zonas de mayor (tonos fríos) o menor (tonos cálidos) intensidad eólica. El trazado de líneas rojas de las imágenes central y derecha corresponden a las principales crestas localizadas en las ZARIs (Cabildo de Gran Canaria, 2017a).

La **rugosidad** y configuración del terreno afectan a las precipitaciones, la orientación y los patrones de vientos. Puede afectar al itinerario de propagación del fuego, velocidad e intensidad de los incendios, de forma similar a cómo un valle puede favorecer un viento diferente al viento dominante.

La **exposición** afecta a la temperatura, la humedad, velocidad y dirección de los vientos y cantidad de combustible. Las laderas orientadas a solana están más expuestas al sol, con menos humedad y cantidad de combustible que las laderas orientadas a umbría.

La **pendiente** es determinante en la propagación del incendio, el fuego se extiende rápidamente a lo largo de fuertes pendientes, y puede favorecer determinadas condiciones que hacen a los incendios más intensos y devastadores.

Respecto a los **suelos** de la isla de Gran Canaria, relativamente pobres en materia orgánica, en general se caracterizan por su avanzado estado de degradación, condicionado por la aridez y las condiciones geomorfológicas del territorio (Gobierno de Canarias, 2011).

3.2.2. Climatología

Gran Canaria tiene un **clima general árido con gran diversidad local**. La diversidad climática está relacionada con el gradiente de altura, los vientos alisios y el relieve complejo que condicionan las precipitaciones, temperaturas e insolación y originan paisajes diferentes en las fachadas insulares de barlovento y sotavento. Las precipitaciones de la fachada de barlovento superan en un 60% a las de sotavento; sin embargo, los buenos años hidrológicos y los años secos lo son para la isla en general. Tanto las precipitaciones como el comportamiento hidrológico se caracterizan por su irregular distribución, tanto temporal como espacial. El sistema insular ha dado lugar a complejos **acuíferos**, creando una entidad hidrológica con un flujo radial desde la cumbre hasta la costa, compleja y heterogénea (Gobierno de Canarias, 2011).

En general, la época seca transcurre entre mayo y octubre; las lluvias comienzan en octubre

y alcanzan su máximo en noviembre o, incluso, en primavera. Atendiendo a la distribución de la precipitación, es posible distinguir entre la fachada norte y sur, ambas con una clara **sequía estival**.

El **mar de nubes** influye sobre el desarrollo de la vegetación y, por tanto, sobre la generación de incendios forestales. El contenido de humedad atmosférica en esta franja nubosa reduce la evapotranspiración y la vegetación se muestra más hidratada y turgente, lo que también favorece el desarrollo del **monteverde**, formación vegetal muy eficiente como barrera frente a los incendios forestales. Además, el contenido de humedad favorece la descomposición de la biomasa muerta y reduce la disponibilidad del combustible sobre el territorio.

Durante el invierno la cota media del mar de nubes asciende a 1.500-2.000 msnm e incide especialmente en las medianías norte y noreste y las cumbres; sin embargo reduce drásticamente su frecuencia y sólo está presente el 50% del tiempo. En verano la cota del mar de nubes desciende hasta los 700-1.100 msnm, afectando a las medianías norte y noreste durante el 95% del tiempo. Así, la sequía en estas zonas norte y noreste durante los meses de verano es amortiguada por la presencia del mar de nubes, especialmente en zonas de relieve abrupto expuestas a los vientos alisios.

Las **inversiones térmicas** de la atmósfera afectan también al comportamiento del mar de nubes, de forma que cuando la zona de inversión está por debajo de las cotas superiores de la isla se provoca un estancamiento de la masa de aire inferior húmeda, las nubes no pueden ascender y enfriarse, por lo que no se produce lluvia horizontal. Al contrario, las nubes se consolidan produciendo un potente sombreo y reducción de la evapotranspiración de vegetación.

Por encima de la inversión térmica discurre otra masa de aire más cálido y seco, el alisio superior o contralisio.

3.2.3. Biodiversidad

Los montes de las islas fueron sometidos a una **gran deforestación** para su uso agrícola y ganadero.

Posteriormente se desarrolló una **reforestación con coníferas**, principalmente con pino canario (*Pinus canariensis*) y puntualmente con especies exóticas (*Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus*, etc.). Muchas de las repoblaciones realizadas no han respetado los límites altitudinales de distribución potencial y no han sido tratadas, por lo que han desarrollado **elevadas densidades de arbolado**, mayores a las de las formaciones naturales. El resultado es que los montes presentan una **estructura excesivamente homogénea sin regeneración funcional**, con un **sotobosque pobre** prácticamente inexistente y con gran acúmulo de **necromasa** (Fernández-Palacios *et al.*, 2007).

Pisos de vegetación

El piso de vegetación de **cardonal-tabaibal** se localiza en la zona costera de la fachada de barlovento y está compuesto por plantas crasas; los pocos incendios que se generan en esta zona son de poca intensidad y se mueven sobre combustibles ligeros y dispersos. En estas zonas se pueden presentar incendios muy intensos en barrancos con **cañaverales, zarzales y palmerales**.

El **bosque termófilo**, muy degradado y antropizado por el desarrollo socioeconómico, se distribuye por encima del cardonal-tabaibal. En esta zona se pueden generar incendios de gran intensidad, en parte debido a los matorrales de sustitución, y donde se localiza gran parte de la **interfaz urbano-forestal**. Se sugiere reducir el riesgo de incendios en esta zona mediante la modificación de la vegetación hacia **especies menos propagadoras del fuego**, como acebuches, almácigos o vinagreras, la **limpieza de los cultivos abandonados**, la creación de **barreras verdes** en los barrancos o la creación de un espacio defendible alrededor de las viviendas, entre otros.

El área potencial del **monteverde** se localiza por encima del bosque termófilo, en zonas orientadas a barlovento con influjo de brumas. En muchas zonas la vegetación está degradada por el desarrollo socioeconómico, presenta abundante matorral de sustitución y plantaciones de especies exóticas. El área potencial del monteverde es una zona muy vulnerable a los incendios debido a la abundante presencia de interfaz urbano-forestal. En esta zona se sugiere reducir el riesgo de incendio de la misma forma que en el bosque termófilo, aunque más orientado a conseguir una masa arbolada de monteverde, con sotobosque escaso y poco inflamable.

El **pinar canario** se localiza en el estrato superior y desciende hasta las medianías de sotavento. Puede estar acompañado de un estrato de matorral de leguminosas. Los incendios en el pinar suelen ser muy virulentos a causa del tipo de combustible, especialmente combinados con topografías abruptas; presentan elevadas temperaturas, columnas convectivas, abundante paveseo a distancia y alto grado de propagación por focos secundarios (INFOCA, 2014).

Formaciones vegetales de las ZARIs

Según el Mapa de Vegetación de la isla de Gran Canaria, las ZARIs de la isla albergan **89 formaciones vegetales** distintas, incluyendo bosques y arbustedas naturales, plantaciones, matorrales potenciales, matorrales de sustitución, herbazales anuales, pastizales perennes y vegetación rupícola (del Arco, *et al.*, 2006). Las formaciones dominantes son los **matorrales de sustitución** (52%), incluyendo escobonal, retamar, jaral y retamar-tabaibal. Los **bosques y arbustedas** naturales, principalmente pinares de pino canario, constituyen el 18% de la superficie total. Las **zonas antrópicas** constituyen el 17% de la superficie total y el 10% si se considera sólo la superficie agrícola (Gobierno de Canarias, 2011).

A escala insular, cabe hacer una mención especial a la **vegetación de medianías**,

especialmente en **cauces de barranco**. La vegetación potencial de estas zonas estaría constituida por especies de **lauráceas** y **monteverde**, así como de **bosque termófilo** en las cotas inferiores. Se trata de **formaciones vegetales muy turgentes** que presentan menor frecuencia de días con alta probabilidad de ignición y propagación respecto a otras formaciones como pinares, palmerales y matorrales. Sin embargo, de la mano del abandono de la agricultura y los aprovechamientos forestales, muchas de estas zonas fueron colonizadas por **matorrales de sustitución** autóctonos, especies agroforestales y tuneras, pitas, tártagos y otras especies introducidas, algunas especialmente conflictivas para la gestión del riesgo de incendios forestales, como los **eucaliptos** (*Eucalyptus spp.*) y la **caña** (*Arundo donax*). Este desplazamiento de las comunidades vegetales maduras autóctonas por parte de especies introducidas conlleva la alteración de los ecosistemas de medianías y cambios en la estructura de la vegetación forestal y de los modelos de combustible; lo que se traduce en mayor cantidad de biomasa combustible a disposición de los incendios forestales y, dado su carácter inflamable, constituye un **aumento del riesgo de incendio forestal**.

Los Sectores 1 y 2 de las ZARIs de Gran Canaria están compuestos en gran medida por matorral de sustitución y, en menor medida, por bosques y arbustadas naturales en las que abundan los pinares con estrato arbustivo (jaguarzo).

El Sector 3 está dominado por matorrales de sustitución (retamar, tabaibal amargo y escobonal), aunque también tiene relevancia en esta zona las áreas con influencia antrópica, principalmente caseríos.

El Sector 4 está dominado por las plantaciones de *Pinus canariensis* y los matorrales de sustitución (retamar de cumbre y tabaibal-retamar).

El Sector 5 está prácticamente ocupado por matorrales de sustitución (escobonales y tabaibales-retamares), aunque el 13% de su superficie está ocupado por zonas de influencia antrópica, fundamentalmente caseríos.

En el Sector 6 es similar la dominancia de los bosques y arbustadas naturales (pinar con jaguarzo y pinar húmedo) y de los matorrales de sustitución (escobonales-codesares y jarales).

El Sector 7 presenta una distribución equilibrada de las formaciones vegetales, compuesta principalmente por matorrales de sustitución (escobonales, retamares, codesares y tabaibales) y plantaciones de pinar (*Pinus canariensis* y *P. radiata*) y, en menor medida, áreas antropizadas de cultivos y caseríos.

Del Sector 8 destaca la gran superficie con influencia antrópica (37%), fundamentalmente cultivos y caseríos; también ocupan gran superficie en esta ZARI los matorrales de sustitución (tabaibal-retamar, espinar-granadillar, escobonal-codesar e inciensial-vinagreral), mientras que los bosques y arbustadas (acebuchales) ocupan tan sólo el 8% de esta ZARI (Gobierno de Canarias, 2011).

Hábitats de interés comunitario

En relación con la conservación del territorio, las ZARIs de Gran Canaria incluyen 21 Zonas Especiales de Conservación integrantes de la **Red Natura 2000**. Estas zonas incluyen un total de **9 hábitats de interés comunitario (HIC)**, tres de los cuales están considerados prioritarios (4050* - Brezales secos macaronésicos endémicos; 9360* - Bosques de laureles macaronésicos y 9370* - Palmerales de *Phoenix*). La tabla 6 indica la superficie de cada tipo de hábitat de interés comunitario incluida en alguna de las zonas de alto riesgo de incendio forestal de la isla de Gran Canaria.

Hábitats de Interés Comunitario (54.514 ha) (56%, 30.420 ha)	Sectores ZARIs (64.486 ha) (47%, 30.420 ha)							
	1 (20%)	2 (15%)	3 (7%)	4 (7%)	5 (13%)	6 (9%)	7 (4%)	8 (26%)
4050 - (*) Brezales secos macaronésicos endémicos (92%)	499	355	903	1.684	1.987	370	1.335	4.171
5330 - Matorrales termomediterráneos y pre-estépico (4%)	331	33	97	1	1	45	0	444
8220 - Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica (64%)	102	41	2	48	25	9	12	28
8320 - Campos de lava y excavaciones naturales (100%)	0	0	0	0	0	0	1	0
92D0 - Galerías ribereñas termomediterráneas (Nerio-tamaricetea) y del sudoeste de la Península Ibérica (Securinegion tinctoriae) (2%)	0	0	0	0	3	0	0	0
9320 - Bosques de Olea y Ceratonia (91%)	7	1	24	13	0	23	3	2.824
9360 - (*) Bosques de laureles macaronésicos (Laurus, Ocotea) (100%)	0	0	0	0	0	2	3	160
9370 - (*) Palmerales de Phoenix (63%)	41	27	152	0	9	9	0	124
9550 - Pinares macaronésicos (endémicos) (95%)	5.013	3.959	915	417	1.906	2.235	1	28

Tabla 6. Superficie (ha) de los hábitats de interés comunitario incluidos en la Red Natura 2000 en los diferentes sectores de las ZARIs de Gran Canaria. Para los hábitats de interés comunitario, los paréntesis indican el porcentaje de superficie incluido en ZARI. Para las ZARIs, los paréntesis indican el porcentaje con que cada Sector contribuye a la superficie total de los HIC en ZARIs.

El 56% de los 9 hábitats de interés comunitario considerados están incluidos en el conjunto de ZARIs de Gran Canaria, en el que el 47% de su superficie alberga alguno de los 9 hábitats de interés comunitario. Los **Sectores 8 y 1** y, en menor medida, 2 y 5, son los que contienen mayor superficie considerada hábitat de interés comunitario. El **Sector 1** alberga gran cantidad de pinares macaronésicos endémicos, brezales secos macaronésicos endémicos y pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica. El **Sector 2** alberga una parte considerable de los pinares macaronésicos endémicos. El **Sector 3** alberga gran cantidad de palmerales de *Phoenix*. El **Sector 4** podría caracterizarse por albergar una fracción

considerable de los brezales secos macaronésicos endémicos. El **Sector 5** alberga gran cantidad de brezales secos macaronésicos endémicos y de pinares macaronésicos endémicos. Los **Sectores 6 y 7** podría caracterizarse por albergar una fracción considerable de los pinares macaronésicos endémicos y de brezales secos macaronésicos endémicos, respectivamente. El **Sector 8** alberga la mayor cantidad de superficie de hábitats de interés comunitario; especialmente brezales secos macaronésicos endémicos, matorrales termomediterráneos y pre-estépicos, bosques de *Olea* y *Ceratonia* y palmerales de *Phoenix*.

Probablemente el cambio climático está incrementando la vulnerabilidad de estos hábitats ante incendios, al ser más frecuentes las condiciones propicias a la propagación del fuego incluso en algunas formaciones vegetales en las que no es un elemento habitual (Moreno, 2016).

Especies protegidas

La **flora** de Gran Canaria reúne un elevado número de endemismos, tanto de la región macaronésica como exclusivos del archipiélago canario o de la isla de Gran Canaria. Buena parte de las especies nativas de la isla se encuentran bajo alguna figura de protección, entre los documentos que articulan la protección de estas especies cabe destacar el Real Decreto 139/2011 para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas, la Ley 4/2010 del Catálogo Canario de Especies Protegidas, la Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres y la Directiva 2009/147/CE, relativa a la conservación de las aves silvestres. Algunas especies amenazadas con poblaciones dentro de las ZARIs de Gran Canaria están sujetas a planes de recuperación.

La **fauna** de Gran Canaria se caracteriza por un reducido número de especies y alto porcentaje de endemismos, con alto grado de especialización adaptativa favorecida por el aislamiento insular. Este aislamiento restringe las especies animales que pueden colonizar las islas, de forma que la mayor parte de las especies nativas de fauna son invertebrados. Los vertebrados nativos con mayor capacidad colonizadora presentes en la isla son las aves y los murciélagos, seguidos por los anfibios y reptiles. Otras especies de vertebrados han sido introducidas en la isla por influencia antrópica. Entre las especies de fauna amenazada que se localiza en las ZARIs destaca el pinzón azul de Gran Canaria (*Fringilla polatzeki*), especie objetivo del proyecto LIFE+Pinzón. Las poblaciones de esta especie se concentran en pinares de los Sectores 1 y 6 de las ZARIs.

Según el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias, de las **128 especies terrestres nativas registradas en Gran Canaria y sujetas a alguna figura de protección**, 67 pertenecen a la flora, 4 son invertebrados no artrópodos, 10 son artrópodos no crustáceos, 1 es un crustáceo, 1 es un pez, 4 son reptiles, 38 aves y 3 son mamíferos. De las 128 especies, 27 están catalogadas *en peligro de extinción*, 24 en *régimen de protección especial* y 6 como *vulnerables* por la **legislación nacional** (Real Decreto 139/2011). En relación con la **legislación autonómica**, 34 están catalogadas *en peligro de extinción*, 21 son *vulnerables*, 13

están en *régimen de protección especial* y 19 son de *interés para los ecosistemas canarios* (Ley 4/2010). En relación con la **Directiva Hábitats**, 6 especies están recogidas en su Anexo IV, referido a *especies animales y vegetales de interés comunitario que requieren una protección estricta* (Directiva 92/43/CEE). En relación con la **Directiva Aves**, 8 especies están recogidas en su Anexo I, referido a *especies objeto de medidas de conservación especiales en cuanto a su hábitat* (Directiva 2009/147/CE).

Estas 128 especies protegidas se distribuyen en un total de 2.038 cuadrículas UTM de 500 m de la isla de Gran Canaria, ocupando una superficie de 50.950 ha (Gobierno de Canarias). Teniendo en cuenta que una misma cuadrícula puede albergar a varias especies, la superficie acumulada de las 128 especies suma 87.907 ha, el 50% de la cual se localiza dentro de las ZARIs. Así, **93 de estas especies protegidas se distribuyen dentro de las ZARIs** sobre 24.605 ha, equivalentes al **38% de la superficie total de las ZARIs**. La superficie acumulada por estas especies en las ZARIs es de 43.860 ha (Gobierno de Canarias).

La tabla 7 indica el número de especies protegidas de cada grupo taxonómico y la superficie acumulada de estas especies incluidas en cada una de las zonas de alto riesgo de incendio forestal de la isla de Gran Canaria.

Grupos Taxonómicos	Sectores ZARIs (38%)							
	1 (28%)	2 (8%)	3 (6%)	4 (10%)	5 (8%)	6 (9%)	7 (6%)	8 (25%)
Artrópodos no crustáceos (47%)	715 (3)		18 (1)	318 (4)	137 (4)	75 (2)	67 (3)	575 (6)
Aves (42%)	8.175 (16)	350 (11)	150 (6)	1.650 (16)	734 (12)	2.840 (13)	1.122 (14)	5.150 (16)
Crustáceos (0%)								
Flora (61%)	4.700 (18)	1.275 (6)	455 (9)	2.070 (11)	1.449 (10)	2.641 (16)	1.482 (14)	4.750 (29)
Invertebrados no artrópodos (12%)							4 (1)	75 (1)
Mamíferos (73%)	699 (2)	69 (1)	387 (1)	377 (1)	512 (2)	125 (1)	86 (1)	275 (1)
Peces (0%)								
Reptiles (29%)	75 (2)			56 (2)	106 (2)	25 (1)	17 (1)	75 (2)

Tabla 7. Superficie (ha) ocupada por distintos grupos taxonómicos y número de especies nativas vinculadas a figuras de protección localizadas dentro de los diferentes sectores de las ZARIs de Gran Canaria (entre paréntesis). Para los grupos taxonómicos, los paréntesis indican el porcentaje de superficie de los mismos incluido en ZARI. Para las ZARIs, los paréntesis indican el porcentaje de superficie con la que cada Sector contribuye respecto a la superficie total de las ZARIs ocupada por especies protegidas.

Los **Sectores 1 y 8** son las ZARIs que mayor porcentaje de superficie vinculada a especies protegidas aportan al total de las ZARIs, especialmente en relación con las aves, la flora, los

mamíferos y los artrópodos no crustáceos. De entre las especies nativas protegidas, la **flora** constituye el grupo taxonómico con mayor distribución en el interior de las ZARIs, donde se localiza el 61% de su área de distribución insular; especialmente en los Sectores 8 y 1. Las **aves** también presentan una elevada distribución dentro de las ZARIs, donde se localiza el 42% de su área de distribución insular; especialmente en los Sectores 1 y 8. Los **artrópodos no crustáceos**, presentan una distribución mucho menor dentro de las ZARIs, pero en su interior se localiza el 47% de su distribución insular. El resto de grupos taxonómicos presenta una distribución menor en el interior de las ZARIs. Los **mamíferos**, con sólo tres especies de murciélagos, son el grupo de especies protegidas mejor representado dentro de las ZARIs, donde se localiza el 73% de su área de distribución insular; especialmente en los Sectores 1 y 5, orientados al oeste y con abundancia de pinares y brezales. Las cuatro especies de **reptiles** tan sólo están representadas en un 29% dentro de las ZARIs, probablemente relacionado con los requerimientos térmicos y de insolación de estos animales y de las características orográficas y florísticas de las ZARIs.

Relación entre incendios y biodiversidad

Parte importante de los bosques canarios está constituido por el pino canario, especie pirófila. Así, muchas formaciones forestales **facilitan el desarrollo de los incendios**, independientemente de su origen. Además, debido a la interacción con el **desarrollo socioeconómico del territorio**, estas masas son especialmente susceptibles a quemarse por causa de factores antrópicos, tanto voluntaria como involuntariamente. La frecuencia de incendios en los montes canarios ha aumentado a través del tiempo, desde el periodo prehistórico y pasando por la época medieval, hasta llegar a la época moderna, y alcanza valores máximos durante las últimas décadas, de forma que los **ciclos naturales de incendios están sobrepasados actualmente** (Fernández-Palacios *et al.*, 2007).

Los incendios crean **heterogeneidad** sobre las formaciones forestales homogéneas, tanto abriendo claros en los fuegos de copa como liberando nutrientes del mantillo en los incendios de superficie. Se ha sugerido que **los incendios y el fuego controlado pueden ser una herramienta de gestión adecuada** para conducir a las manchas homogéneas y artificiales de pinares de repoblación y plantaciones, estancadas en la sucesión ecológica durante décadas, hacia formaciones maduras. Este manejo del fuego no afecta en gran medida al pino canario, gracias a que su gruesa corteza protege al árbol de las altas temperaturas, por lo que las manchas quemadas se recuperan en unos pocos meses tras el fuego (Fernández-Palacios *et al.*, 2007). Por otro parte, en relación con el suelo, tras analizar la evolución del suelo en 22 formaciones de pinar canario no sometidas a manejo de la isla de La Palma, tanto en parcelas quemadas como sin quemar, se concluye que los pinares canarios sometidos a incendios presentan menor resiliencia, especialmente respecto al ciclo del nitrógeno, de forma que las perturbaciones producidas por los incendios podrían inducir cambios en el funcionamiento del ecosistema a largo plazo (Durán, 2009).

Por el contrario, los incendios extensos o recurrentes pueden contribuir a **homogeneizar las**

formaciones vegetales a escala de paisaje y crear dinámicas que aceleren la **simplificación estructural de la vegetación**; también incrementan la **erosión**, lo que reduce la **disponibilidad de nutrientes** y **empobrece los bancos de semillas** (Moreno, 2005).

Una mayor incidencia de los incendios favorece a las especies que dominan en la dinámica de regeneración post-incendio, ésto puede acelerar el **reemplazamiento entre especies y tipos de vegetación** hacia aquellas con mayor grado de adaptación a las nuevas condiciones ambientales (Moreno, 2005).

Las redes de seguimiento de los bosques registran la variación en el tiempo y en el espacio del estado de salud de las masas forestales estudiando, entre otros, los agentes dañinos de las masas forestales. Este control de las masas forestales ha permitido identificar la presencia de **plagas o enfermedades** asociadas a rodales con pies muertos o débiles afectados por incendios, en los que los árboles han quedado debilitados. Este es el caso de *Buprestis bertheloti*, coleóptero endémico oportunista, o los hongos de raíz *Armillaria spp.* (Estudios Medioambientales, 2017). La **defoliación** es otro parámetro básico para estudiar el estado aparente de salud de la masa forestal. Es notable el incremento de defoliación observada en los pinares de pino canario (*Pinus canariensis*) como consecuencia de los daños causados por los incendios forestales ocurridos en 2006 (El Hierro), 2007 (La Gomera, Tenerife y Gran Canaria), 2008 (Tenerife) y 2009 (La Palma); desde el año 2010 la defoliación promedio observada ha ido descendiendo, con la salvedad de los años 2012 y 2017, en los que observa un ligero repunte a causa de nuevas afecciones por incendios (Estudios Medioambientales, 2017).

Faltan estudios científicos que analicen los efectos de los incendios sobre la disponibilidad de nutrientes en el suelo a largo plazo (Durán, 2009). Otra necesidad de investigación relevante es conocer la interacción entre sequía, peligro de incendio y respuesta de la vegetación al fuego, así como disponer de **escenarios climáticos y de vegetación** con resolución espacial y temporal adecuadas (Moreno, 2005).

3.2.4. Aspectos socioeconómicos

La sociedad canaria ha pasado de tener una fuerte dependencia energética del entorno forestal a un éxodo y abandono del medio rural, con importantes consecuencias en la política forestal (Cabildo de Gran Canaria, 2017a).

Gran Canaria es una isla densamente poblada. Gran parte de su **población** se concentra en la capital, zonas costeras y medianías, mientras que en la zona central y oeste su población es mucho menor. Respecto a las ZARIs, la más poblada es el Sector 8, con más de 45.000 personas, destacan también los Sectores 1, 3 y 5, con más de 2.000 personas. Son comunes en todas las zonas los asentamientos diseminados, lo que complica las labores de defensa y evacuación frente a los incendios forestales (Gobierno de Canarias, 2011).

En cuanto a la **estructura económica**, el sector primario y la superficie cultivada en zonas de medianías y montaña pierden peso en las últimas décadas. El abandono generalizado de

cultivos en zonas de medianías y cumbres junto con el desarrollo de matorrales con acumulación de biomasa suponen un aumento del factor de peligrosidad para la gestión del riesgo por incendios forestales. La **superficie de cultivos abandonados** es relevante en los Sectores 3, 7 y, especialmente, en el Sector 8, donde alcanza el 20% de esta ZARI.

El abandono de la agricultura se relaciona con el envejecimiento de la población rural, la competencia de las importaciones, la baja rentabilidad y una climatología adversa. Ninguno de estos factores muestra reversión y se incrementan las fincas abandonadas, aumentando el riesgo de aparición y propagación de incendios en zonas de interfaz.

Respecto al subsector selvícola, Gran Canaria tiene una superficie forestal reducida y la **silvicultura** es un instrumento esencial de actuación para multiplicar la superficie arbolada y garantizar su funcionalidad en un contexto de enorme presión social sobre las zonas boscosas, siendo necesario buscar fórmulas de gestión rentables que permitan financiar las claras y la mejora selvícola en las masas de repoblación.

La gestión forestal actual debe potenciar el atractivo socio-cultural del territorio y **aportar valor multifuncional a las masas forestales** (Cabildo de Gran Canaria, 2017a), sin embargo, faltan estudios que relacionen el riesgo de incendio con los usos del territorio (Nazco & Martín, 2013).

3.3. Caracterización de los incendios forestales

3.3.1 Tipología de los incendios forestales

Los incendios con efectos de **Protección Civil** son aquellos que afectan a personas o bienes de naturaleza no forestal o requieren la colaboración de la Unidad Militar de Emergencia. Durante 2016, a nivel nacional se registraron 94 incendios forestales con efectos de Protección Civil, la mayoría ocurridos entre junio y septiembre. A pesar de que el número total de incendios en 2016 equivale al 23% del valor medio anual en el decenio 2006-2015, y de que la superficie quemada en dicho año equivale al 66% de la media de la superficie anual quemada en dicho periodo, las consecuencias para Protección Civil fueron mayores. Probablemente, la distribución geográfica de los incendios afecta a las consecuencias para Protección Civil, especialmente en las islas, donde son más las afecciones a la población y sus bienes (Ministerio del Interior, 2017).

Según la Estadística General de Incendios Forestales del Gobierno de Canarias, **entre 2000 y 2009 se produjeron en Gran Canaria 499 incendios forestales que afectaron a 20.399 ha, el 97% forestales**. Durante dicho periodo se observa una tendencia ascendente, tanto del número de incendios como de las superficies afectadas.

Respecto al **tipo de incidencias**, durante el periodo 2000-2015 y a excepción del gran incendio forestal ocurrido en 2007, el 21% fueron incendios y el 79% restante conatos (Gobierno de Canarias, 2011).

Respecto a la **superficie afectada por los incendios**, de las 22.286 ha quemadas en la isla de Gran Canaria durante el periodo 2000-2015, el 0.35%, 8% y 92% se corresponden con conatos (<1 ha), incendios (1-500 ha) y grandes incendios (>500 ha), respectivamente (ISTAC, 2018).

El promedio de superficie afectada por incendios durante el periodo considerado es de 27 ha/incendio y 971 ha/año, si se excluye los daños ocasionados por el GIF de 2007, el promedio de superficie afectada se reduce hasta 1,7 ha/incendio y 58 ha/año.

Se producen unos 20-50 **conatos** anuales que, en conjunto, queman una superficie inferior a 5 ha/año. En número de conatos durante el mencionado periodo es creciente, mientras que la superficie anual quemada por estos conatos parece mantenerse estable. El número de **incendios** anuales oscila entre 5 y 20, quemando una superficie que oscila entre cinco hectáreas (2 incendios en 2008) y 400 ha (17 incendios en el año 2000). El número de incendios, así como la superficie quemada por estos, disminuyen ligeramente. Respecto a los **grandes incendios forestales**, tan sólo se produjo uno en 2007 que, sin embargo, bastó para quemar una superficie mayor a 18.000 ha, equivalentes al 92% de la superficie afectada por incendios forestales durante el periodo 2000-2015 (ISTAC, 2018). La figura 18 muestra el número y superficie de incendios registrados en la isla de Gran Canaria durante el periodo 2000-2015.



Figura 18. Número y superficie de conatos (<1 ha), incendios (1-500 ha) y grandes incendios forestales (>500 ha) registrados en Gran Canaria durante el periodo 2000-2015 ISTAC, 2018).

La profesionalización del personal especializado en la gestión de riesgos y emergencias por incendios forestales ha favorecido una disminución del número de incendios, a pesar de que el número de conatos anuales en Canarias está en aumento durante las últimas décadas. Esto se relaciona con el aumento del riesgo de incendios y la mejora de la eficacia en las labores de vigilancia y extinción (Martín Esquivel *et al.*, 2013).

Sin embargo, a pesar de que la superficie anual quemada en la isla de Gran Canaria desde el año 2000 ronda las 62 ha, en los años 2004, 2005, 2007, 2010, 2013 y 2017 la superficie anual afectada se ha incrementado considerablemente a causa de los incendios iniciados en Ariñez, Moriscos, Tejeda, Camaretas, Cumbre de Gran Canaria y Tejeda, respectivamente. Los mencionados incendios afectaron una gran superficie y se mantuvieron de forma sostenida **fuera de capacidad de extinción** por ser muy rápidos, intensos, o por ambas causas (Cabildo de Gran Canaria, 2017a).

Atendiendo a la **temporalidad**, los incendios forestales de Gran Canaria presentan una distribución bastante homogénea a lo largo del año, con un incremento característico en los meses estivales entre junio y octubre (Gobierno de Canarias, 2011).

Respecto a la **hora de detección** de los incendios en Gran Canaria, se observa mayor frecuencia desde media mañana hasta media tarde. Algo menor es la frecuencia desde el final de la tarde hasta la medianoche. Finalmente, ha habido cierta abundancia de registros al amanecer y durante la madrugada (ISTAC, 2018).

Atendiendo al **lugar de inicio**, la mayor parte de las incidencias se localiza en las vías de comunicación, carreteras (26%), pistas (11%) y senderos (12%), en otros lugares del monte se localizó el 23% de las incidencias, 12% en zonas de cultivo y 3% en zonas con afluencia de excursionistas.

Atendiendo al **tipo de combustible** de la superficie quemada por los incendios sucedidos entre 2000 y 2009, 36% corresponde a pastizales en mezcla con matorrales, 25% matorrales puros, 21% pastizales puros, 16% arbolado y arbolado con matorrales o pastos; el resto, entremezclado con lo anterior, sólo 2%. Respecto a la **tipología de los incendios** a causa de los combustibles, el 95% se comportó como fuego de superficie sobre pastizales, matorrales y hojarasca bajo arbolado, principalmente; sólo un 5% se comportó como fuego pasivo de copas, principalmente sobre *Pinus canariensis* y *P. radiata* (Gobierno de Canarias, 2011).

Evolución de los grandes incendios forestales

Los **grandes incendios forestales (GIF)** son aquellos cuya superficie afectada supera las 500 ha. Estos incendios de gran magnitud se caracterizan por crecer de forma explosiva y quedar fuera de capacidad de extinción. Suponen un porcentaje cada vez más elevado de la superficie total calcinada. A nivel nacional, entre 1998 y 2007 sólo el 0,16% de los incendios sucedidos evolucionaron hacia un GIF, pero quemaron el 36% de la superficie total afectada por el fuego. Datos más recientes indican que el 0,2% de los siniestros queman el 34% de la superficie total. Durante el año 2009, en un contexto de calor y bajas precipitaciones, con un aumento de temperaturas medias registradas superiores a las de los últimos 30 años (1970-2000), el fuego encontró unas condiciones óptimas para su rápido desarrollo y propagación: en dicho año se produjeron 22 GIF en España, cifra muy superior a la del decenio 1998-2007, calcinando un 58% de la superficie total quemada, unas 69.200 ha (Greenpeace, 2009).

En 2007, de forma similar a lo sucedido en el resto de España, Canarias sufrió dos GIF que arrasaron más de 31.000 ha, equivalente al 99% de la superficie quemada por el total de 139 incendios declarados en el archipiélago ese año (Greenpeace, 2009).

En los últimos 50 años se ha producido una **evolución en las características de los GIF**, relacionado con diversos factores: **cambios en el clima**, debilidades estructurales de las formaciones forestales que se relacionan con **abandono** de labores selvícolas y agrarias, **recuperación intensiva de masas forestales**, **cambios en la estructura del combustible**,

exclusión del uso del fuego en entornos naturales y **restricciones a los aprovechamientos naturales** (Greenpeace, 2009).

Como consecuencia del **despoblamiento de las zonas rurales** y el abandono de los cultivos, en la década de los años 50 y 60 se ha pasado por una **primera generación de GIF** donde la magnitud del incendio venía condicionada por la gran disponibilidad y continuidad física del combustible presente en los bosques. Se comportaban como grandes incendios de superficie dirigidos principalmente por el viento, quemando 1.000-5.000 ha (Padrón & Barranco, 2014).

A causa de la **gran acumulación de combustible en las masas forestales**, durante los años 70 y 80 se sucedió la **segunda generación de GIF**, muy intensos y con velocidades que superaban las de las líneas de control. Su comportamiento estaba dirigido por el viento y la topografía, quemando 5.000-10.000 ha. La respuesta de gestión más destacable fue el desarrollo de una densa red y estructura de vigilancia y extinción.

Cuando los parámetros de temperatura, viento y humedad se hacen extremos, se establecen periodos críticos en los que las condiciones meteorológicas son muy favorables para que se desarrollen **incendios de alta intensidad (IAI)**, muy difíciles de controlar y extinguir, con un poder destructivo extremo debido a su extensión, duración, intensidad y características no-lineales del fuego. Una vez que se generan y sobrepasan un umbral de control, quedan fuera de la capacidad actual de extinción, dañan gravemente los ecosistemas forestales y los someten a una degradación impropia de la tradicional presencia del fuego en los montes mediterráneos (Greenpeace, 2009).

La **tercera generación de GIF** caracterizó la década de los 90. Se trataba de **incendios de alta intensidad** frecuentemente apoyados en **olas de calor extremo** en los que el combustible acumulado facilitaba la continuidad vertical del fuego, resultando en grandes incendios de copa activos y en grandes columnas convectivas, en general muy virulentos y fuera de capacidad de control. Se caracterizaban por quemar superficies de 10.000-20.000 ha y crear abundantes focos secundarios con cambios de comportamiento tan rápidos que dificultan la organización de la cadena de mando. Como respuesta de gestión se avanzó en la aplicación de modelos de riesgo y análisis de incendios, potenciando la decisión y rápida respuesta a los cambios de comportamiento del fuego en la base de la estructura organizativa. En todo caso, a consecuencia de las altas temperaturas, fuertes vientos o baja humedad, en numerosas ocasiones estos grandes incendios suponían un riesgo para la seguridad ciudadana, al quedar fuera de la capacidad de extinción con los medios existentes.

Desde comienzos del nuevo siglo, se ha pasado a la **cuarta generación** de grandes incendios forestales, que se caracterizan por la llegada del fuego a la **interfaz urbano-forestal (IUF)**, de forma que los grandes incendios se extienden por áreas residenciales e infraestructuras sin dificultad, al igual que por el medio forestal. Los GIF de 4ª generación son fuegos que pueden comenzar y terminar dentro de la interfaz urbano-forestal, quemando más de 1.000 ha. Las nuevas circunstancias obligan a cambiar el **enfoque de gestión de las**

emergencias: de atacar el fuego a defender personas, bienes y animales.

También desde comienzos del presente siglo ha aparecido lo que considera la **quinta generación** de grandes incendios forestales, también llamados **mega-incendios**, en los que las zonas en riesgo se enfrentan a la simultaneidad de varios grandes, veloces y extremadamente intensos incendios. Además de implicar zonas de **interfaz urbano-forestal**, se caracterizan por producirse varios **incendios simultáneos**, principalmente **durante las olas de calor**. Actualmente se requieren de nuevas habilidades para responder a grandes incendios simultáneos, basadas en la compartición de recursos y en el uso de nuevos tipos de conocimiento, cooperación e intercambio de información y experiencias (Padrón & Barranco, 2014). Este tipo de catástrofe ha ganado protagonismo durante la última década, con numerosos ejemplos relevantes en zonas de clima mediterráneo (California, Portugal, Grecia, Italia, España, etc.) (Greenpeace, 2009).

Frente a la consideración del fuego como parte integrante de un régimen sostenible de perturbaciones con incendios controlados y de baja intensidad, los incendios de 5ª generación representan la faceta más destructiva y descontrolada del fuego. La gestión de este tipo de incendios se basa en el empleo masivo de medios y recursos, a partir de modificaciones de las técnicas de lucha contra el fuego que se desarrollaron durante los incendios de 3ª generación; sin embargo, con **mínima efectividad y eficiencia desastrosa** (Padrón & Barranco, 2014).

3.3.2. Causas de los incendios forestales

Las **causas** de los incendios forestales, no pueden explicarse sólo por el clima, la meteorología y la vegetación. El 95% de los incendios forestales en España tienen su origen en la **actividad humana**, mientras que los incendios por causas naturales sólo constituyen el 2% del total (Greenpeace, 2009).

Los incendios **intencionados** representan el 30% y las **negligencias** el 21%; el resto corresponde a **causas desconocidas**. Entre los incendios intencionados destacan los que se relacionan con la quema para favorecer el desarrollo de pastos, para eliminar la vegetación forestal y los relacionados con la actividad cinegética. Entre los 105 incendios forestales causados por negligencias, el 30% se corresponden con quemas agrícolas, 8% causados por trabajos forestales y 8% por quema de basura (Gobierno de Canarias, 2011).

Las **quemas agrícolas** constituyen una de las principales causas de incendio forestal, se estima que cada año se autorizan unas 3.000 quemas en Gran Canaria, así como un número similar de quemas no autorizadas que tiende a disminuir. Las quemas agrícolas tienen una tradición muy arraigada en la isla pero actualmente suponen un riesgo elevado como consecuencia de la elevada superficie de cultivos abandonados y las dificultades que pudiera suponer los trámites administrativos para obtener la autorización y cumplir el protocolo de prevención establecido.

Entre las **quemas forestales** es posible diferenciar dos tipos. Las **quemas prescritas**,

extensivas, son realizadas por el Servicio Técnico de Medio Ambiente insular con varios objetivos posibles: eliminación de combustible, cambios de estructuras y de especies para modificar los combustibles y prevenir incendios, mejora de pastizales, mejora cinegética, control de especies invasoras, control de plagas, formación, etc. Disponen de un plan técnico de prescripción aprobado por la administración forestal y aplica técnicas estrictas y depuradas entre un estricto dispositivo de seguridad basado en la previsión meteorológica y el uso de unidades de vigilancia y extinción durante y con posterioridad a la quema. Por otro lado, las **quemadas controladas**, normalmente realizada sobre montones o acúmulos de restos selvícolas para reducir la biomasa, son llevadas a cabo por empresas forestales. Este tipo de quema es más propensa a ocasionar incendios si se carece de una buena previsión meteorológica y de la adecuada vigilancia.

Las **quemadas para la renovación de pastos** han reducido notablemente durante los últimos años los incendios ocasionados, quedando relegadas a colaboraciones puntuales entre pastores y la administración forestal. Estas quemadas para favorecer la renovación de pastos pueden ser utilizadas con la adecuada gestión para reducir el riesgo de incendios.

Las **actividades al aire libre** causantes de incendios incluyen a aquellas que implican excursionistas, ciclistas y todos los usuarios que se mueven por senderos y monte a través. Normalmente se producen pocos incendios con causas vinculadas a esta categoría, causados por colillas mal apagadas o igniciones para cocinar en lugares no autorizados.

Especialmente cada 23 de junio, cientos de **hogueras** se realizan simultáneamente en casi todos los núcleos habitados de Gran Canaria, especialmente problemático en la medianía baja, donde el control es inexistente. Las administraciones quedan desbordadas, y la solución empleada por algunos municipios pasa por disponer de un inventario de hogueras y establecer medidas preventivas alrededor. Si se da un cúmulo de factores desfavorables, incluyendo meteorología adversa, podrían llegar a ocasionar un gran incendio forestal.

Los **fuegos artificiales** como causa de incendio forestal son un factor de riesgo difícil de gestionar cuando son utilizados en torno a vegetación inflamable y combustible dispuesta para arder.

Otras causas negligentes o accidentales se relacionan con **trabajos de soldadura** cerca de la vegetación, contacto entre la vegetación de las carreteras y pistas con los tubos de escape de gases de los vehículos, así como con roce de **cables de energía eléctrica**, entre los mismos cables o con la vegetación.

3.3.3. Análisis por municipios

Según la Estadística General de Incendios Forestales del Gobierno de Canarias para la isla de Gran Canaria durante el periodo 2000 y 2009, un 20% de los incendios se produjeron en San Bartolomé de Tirajana, seguido de lejos por San Mateo con un 10% del total.

La **superficie forestal afectada** se localiza principalmente en San Bartolomé de Tirajana,

Mogán y Tejeda. Estas superficies municipales afectadas por incendios se deben, en gran medida, al gran incendio forestal de 2007, que también afectó a la Aldea de San Nicolás, aunque en menor medida. Otros términos municipales que destacan en cuanto a la superficie forestal afectada por los incendios forestales son Valleseco, Artenara y, en menor medida, Vega de San Mateo (Gobierno de Canarias, 2011).

Atendiendo al número de incendios en cada municipio respecto a la superficie del mismo, durante el periodo 2000-2009, los que muestran un mayor **índice de frecuencia** son Vega de San Mateo, Valleseco y, en menor medida, Firgas, Moya y Teror; los que muestran menor índice de frecuencia son La Aldea de San Nicolás, Mogán y Agüimes.

Atendiendo a la superficie afectada por los incendios respecto a la superficie municipal, los que muestran mayor **índice de gravedad** son Tejeda, Mogán y San Bartolomé de Tirajana. Destaca también Valleseco, con un índice de gravedad relativamente alto sin haber sufrido el GIF de 2007. Los municipios que muestran menor índice de gravedad son Arucas, Agaete y Valsequillo.

La tabla 8 muestra la distribución de las diferentes zonas de alto riesgo de incendio en los términos municipales de Gran Canaria.

Término municipal	Superficie (ha)	Sectores ZARIs	Superficie - ZARIs (ha)	Superficie - ZARIs (%)
Agaete	4524	6 y 7	1849	41
Agüimes	7826	3, 4 y 8	960	12
Artenara	6659	1, 5, 6 y 7	4814	72
Arucas	3289	8	1193	36
Firgas	1553	8	998	64
Gáldar	6174	6, 7 y 8	1259	20
Ingenio	3810	4 y 8	884	23
Las Palmas de G.C.	10061	8	1996	20
Mogán	17258	1 y 2	5844	34
Moya	3260	7 y 8	2553	78
San Bartolomé de Tirajana	33256	1, 2, 3 y 4	12693	38
San Nicolás de Tolentino	12361	1 y 6	1899	15
Santa Brígida	2417	8	1749	72
Santa Lucía	6217	3, 4 y 8	1152	19
Santa María de Guía de G.C.	4219	7 y 8	2212	52
Tejeda	10304	1, 2, 4, 5 y 7	9567	93
Telde	10185	4 y 8	1445	14
Teror	2560	8	2404	94
Valleseco	2202	5, 7 y 8	2202	100
Valsequillo de G.C.	3908	4 y 8	3195	82
Vega de San Mateo	3785	4, 5, 7 y 8	3623	96
Gran Canaria (isla)	155830	1 a 8	64488	41

Tabla 8. Superficie ocupada por zonas de alto riesgo de incendio en cada término municipal de Gran Canaria. Incluye la superficie, la superficie ocupada por ZARIs y el porcentaje que representan las ZARIs respecto a la superficie total municipal (Elaboración propia).

3.3.4. Estudio de la combustibilidad

Los combustibles forestales de Gran Canaria están constituidos por toda la biomasa viva y muerta capaz de arder en un incendio forestal.

La **estructura horizontal y vertical de la vegetación** determinan el poder calorífico y la aireación del combustible y, por tanto, el comportamiento de los incendios respecto a la velocidad de propagación y la longitud de llama.

Los planes de defensa de las ZARIs deben evaluar las posibles alternativas de actuaciones sobre la combustibilidad. Se recomienda la aplicación de simuladores para predecir el comportamiento del fuego en el territorio y evaluar la capacidad de extinción sobre dicho

escenario de emergencia, procurando buscar un **escenario de mínima vulnerabilidad al fuego** mediante la reducción del riesgo estructural de incendios y evitar o reducir los posibles daños sobre los puntos sensibles identificados (Decreto 66/2015).

Los **modelos de combustible**, definidos por la composición y estructura de la biomasa, caracterizan la disponibilidad de la biomasa a arder en cada momento y contribuyen a modelizar la evolución esperada de los incendios.

Para caracterizar los modelos de combustible se ha utilizado la clasificación simple establecida por Rothermel (1972), que establece un total de 13 modelos de combustible agrupados en pastos (modelos 1 a 3), matorral (modelos 4-7), hojarasca bajo arbolado (modelos 8 a 10) y restos selvícolas (modelos 11 a 12).

El **modelo 0** se refiere a **superficies no propagadoras del fuego forestal**, como eriales, entramado urbano, etc., y el **modelo 0/1** se refiere a pastos con hierba escasa que sólo propagan el fuego en años húmedos.

En relación con los modelos relacionados con **pastos**, el **modelo 1** se refiere a pasto fino, seco y bajo que recubre completamente el suelo, con una carga de combustible de 1-2 tn/ha. Pueden aparecer algunas estructuras leñosas de matorral o arbolado dispersas, ocupando menos del 33% de la superficie. El **modelo 2** se refiere a pastizal con presencia de matorral o arbolado claro en el 33-50% de la superficie. El combustible, con una carga de 5-10 tn/ha, está constituido por el pasto seco, la hojarasca y ramillas caídas de la vegetación leñosa, de manera que el fuego corre rápidamente por el pasto seco. El **modelo 3** se refiere a pastizal espeso de más de 1 m de altura, típico de las sabanas y cultivos de cereal; con una carga de combustible de 4-6 tn/ha, este modelo se relaciona con los incendios más rápidos y de mayor intensidad.

En relación con los modelos relacionados con **matorral**, el **modelo 4** se refiere a matorral o arbolado muy denso de unos 2 m de altura, con continuidad horizontal y vertical del combustible y una carga de 25-35 tn/ha. La abundancia de combustible leñoso muerto (ramas) sobre plantas vivas favorece que el fuego se propague rápidamente sobre las copas de matorral con gran longitud de llama e intensidad, mientras que la humedad del combustible vivo tiene gran influencia sobre el comportamiento del fuego. El **modelo 5** se refiere a matorral denso pero bajo, no más de 0,6 m, con cargas ligeras de 5-8 tn/ha formadas por la hojarasca del matorral que en presencia de vientos flojos propaga fuegos de intensidad moderada. El **modelo 6** se refiere a matorral más desarrollado que en el modelo 5, de 0,6-2 m, en el que los combustibles vivos son más escasos y dispersos, con una carga de 10-15 tn/ha; el conjunto es más inflamable que el modelo 5, de forma que el fuego se propaga con facilidad a través del matorral en presencia de vientos de moderados a fuertes. El **modelo 7** se refiere a matorral inflamable alto, de 0,6-2 m de altura, con una carga de 10-15 tn/ha, que propaga el fuego bajo el arbolado. La naturaleza más inflamable de los combustibles vivos a causa del arbolado permite que se desarrollen incendios en condiciones de mayor humedad del combustible muerto que en los otros modelos.

En relación con los modelos relacionados con **hojarasca bajo arbolado**, el **modelo 8** se refiere a coberturas de hojarasca en bosque denso de coníferas o frondosas, con una carga de 10-12 tn/ha. La hojarasca forma una capa compacta de acículas cortas o de hojas planas no muy grandes. Se relaciona con fuegos de poca intensidad, con llamas cortas y baja velocidad de avance; sin embargo, puede tornarse peligroso en condiciones meteorológicas desfavorables con alta temperatura, baja humedad relativa y vientos fuertes. El **modelo 9** se refiere a cobertura de hojarasca en bosque denso de coníferas o frondosas con una carga de 1-9 tn/ha que, a diferencia del modelo 8, está constituida por acículas largas o por hojas grandes y rizadas formando una capa esponjosa poco compacta y de gran aireación. En este modelo los fuegos son más rápidos y con mayor longitud de llama que en el modelo 8. El **modelo 10** se refiere a restos leñosos originados naturalmente, incluyendo leña gruesa caída a consecuencia de tormentas, plagas intensas o excesiva madurez de la masa, con una carga de combustible de 30-35 tn/ha y presencia de vegetación herbácea y matorral entre los restos leñosos.

En relación con los modelos relacionados con **restos selvícolas**, el **modelo 11** se refiere a restos ligeros recientes de tratamientos selvícolas o aprovechamientos, de diámetro menor a 7,5 cm, con una carga de 25-30 tn/ha. Los combustibles forman una capa poco compacta de unos 30 cm de altura en la que la hojarasca y matorral presentes ayudarían a la propagación del fuego durante los incendios, que serían de alta intensidad y podrían generar pavesas. El **modelo 12** se refiere a restos más pesados que en el modelo 11, con una carga de combustibles de 50-80 tn/ha, pero sin combustibles vivos. Los combustibles forman una capa continua de hasta 60 cm de altura en la que más de la mitad de las hojas no se han secado completamente, aún están adheridas a las ramas y ayudan a la propagación del fuego durante los incendios, que serían de alta intensidad y podrían generar pavesas. El **modelo 13** se refiere a grandes acumulaciones de restos gruesos y pesados, de diámetro mayor a 7,5 cm, que cubren todo el suelo, con una carga de 100-150 tn/ha.

La **cartografía** actualizada de modelos de combustible a escala insular es utilizada por las Administraciones con competencias forestales para **planificar las medidas preventivas** necesarias y las labores de extinción preferentes en caso de que se produjese un incendio, según el comportamiento esperado de éste en base a los modelos de combustible.

Para cada ZARI y su entorno de la isla de Gran Canaria se ha realizado un mapa de combustibles a una escala de trabajo 1:5.000 y un mapa de la evolución potencial de los modelos de combustible en el territorio. Este último considera el modelo de sucesión vegetal y un escenario de no actuación sobre la biomasa y la carga de combustible del territorio durante un periodo de 10 años.

A continuación se describe los modelos de combustible de las zonas de alto riesgo de incendio forestal. Se aprecia una **tendencia general en todos los Sectores de las ZARIs de Gran Canaria hacia el desarrollo de modelos de combustible peligrosos**, como el 4 (matorral o arbolado muy denso) y el 7 (matorral inflamable que propaga el fuego bajo el

arbolado).

El **Sector 1 - Pinares de los macizos de Inagua, Pajonales y Tauro** presenta, respecto a los modelos de pastizal, una superficie considerable (45%) de modelo 0/1 sobre suelo rocoso y pastizales dispersos que, en años lluviosos propagan el fuego y, en años secos, sólo propagan fuegos de cabeza, no de cola; el resto de modelos de pastizal tienen una superficie poco significativa. Respecto a los modelos de matorral, representan el 26% de superficie, principalmente modelo 5. Respecto a los modelos relacionados con hojarasca bajo arbolado, tan sólo está presente el modelo 9 (20%), mientras que el modelo 8, formado por bosques de galería muy convenientes para frenar el avance del fuego, es inexistente.

Respecto a la evolución esperada a consecuencia de la sucesión vegetal y evolución de las masas boscosas, se espera un incremento de los modelos de matorral que sería compensado por la disminución de los modelos de hojarasca bajo arbolado. Así, se reducen los modelos 5 y 9 y son compensados por el desarrollo de los modelos 4 y 7, más peligrosos.

El **Sector 2 - Pinares del macizo de Pilacones** presenta, respecto a los modelos de pastizal y de manera similar al Sector 1, una superficie considerable de modelo 0/1 (27%) sobre suelo rocoso y con herbazales dispersos que, en años lluviosos propagan el fuego y, en años secos, sólo propagan fuegos de cabeza, no de cola; el resto de modelos de pastizal tienen una superficie poco significativa. Respecto a los modelos de matorral, representan el 32% de superficie, principalmente modelo 5. Respecto a los modelos relacionados con hojarasca bajo arbolado, el modelo 9 está presente en el 24% de la superficie, mientras que el modelo 8, formado por bosques de galería muy convenientes para frenar el avance del fuego, es prácticamente inexistente.

Respecto a la evolución del combustible a lo largo del tiempo, se espera un incremento de los modelos de matorral que sería compensado por la disminución de los modelos de hojarasca bajo arbolado. Así, se reducen los modelos 5 y 9 y son compensados por el incremento de los modelos 4, 6 y 7, más peligrosos.

El **Sector 3 - Palmerales de la cuenca de Tirajana y Fataga** presenta, respecto a los modelos de pastizal y de manera similar a los Sectores 1 y 2, una superficie considerable (43%) de modelo 0/1 sobre suelo rocoso y pastizales dispersos que, en años lluviosos propagan el fuego y, en años secos, sólo propagan fuegos de cabeza, no de cola; el resto de modelos de pastizal está constituido principalmente por modelo 1 (5%). Respecto a los modelos de matorral, representan el 31% de superficie, principalmente modelo 5. Respecto a los modelos relacionados con hojarasca bajo arbolado tan sólo está presente el modelo 8, formado por bosques de galería muy convenientes para frenar el avance del fuego, aunque su superficie es relativamente poco significativa.

Respecto a la evolución del combustible a lo largo del tiempo, se espera un incremento de los modelos de matorral que sería compensado principalmente por la disminución de los modelos de pastizal y, en menor medida, de los modelos de hojarasca bajo arbolado. Así, se

reducen los modelos 1, 5, y 7, que son compensados por el incremento del modelo 4, el más peligroso, y en menor medida, de los modelos 2 y 6.

El **Sector 4 - Pinares de la cumbre central** presenta una gran superficie de modelo 0 (20%) constituido por zonas rocosas, eriales, viales y balsas de agua, que no propagan el fuego. Los modelos de pastizal presentan una superficie conjunta relativamente poco significativa (14%) constituida principalmente por modelos 1 y 2. Respecto a los modelos de matorral, representan el 57% de la superficie, principalmente los modelos 4, 6 y 7, los más peligrosos. Los modelos relacionados con hojarasca bajo arbolado constituyen el 9%, principalmente modelo 9 y, de manera poco significativa, modelo 8, formado por bosques de galería muy convenientes para frenar el avance del fuego.

Respecto a la evolución del combustible a lo largo del tiempo, se espera un fuerte incremento de los modelos de matorral que sería compensado con una gran disminución de los modelos de pastizal y, en menor medida de los modelos de hojarasca bajo arbolado. Así, se reducen los modelos 1, 2, 6, 7 y 9, que son compensados por un potente incremento del modelo 4, el más peligroso.

El **Sector 5 - Almendros y matorrales de leguminosas de la cuenca del barranco de Tejeda** presenta una superficie de modelos de pastizal considerable (24%), principalmente y de manera similar a los Sectores 1, 2 y 3, una superficie considerable de modelo 0/1 (16%) sobre suelo rocoso y con herbazales dispersos que, en años lluviosos propagan el fuego y, en años secos, sólo propagan fuegos de cabeza, no de cola. Respecto a los modelos de matorral, representan el 61% de superficie, principalmente modelo 5 y, en menor medida, modelo 6. Respecto a los modelos relacionados con hojarasca bajo arbolado, su distribución es prácticamente inexistente.

Respecto a la evolución del combustible a lo largo del tiempo, se espera un incremento de los modelos de matorral que sería compensado por la disminución de los modelos de pastizal. Así, se reducen los modelos 1, 2 y 5 y son compensados por el incremento de los modelos 4 y 6, más peligrosos.

El **Sector 6 - Pinares del macizo de Tamadaba y Tirma** presenta una superficie de modelos de pastizal considerable (28%), principalmente y de manera similar a los Sectores 1, 2, 3 y 5, una superficie considerable de modelo 0/1 (16%) sobre suelo rocoso y con herbazales dispersos que, en años lluviosos propagan el fuego y, en años secos, sólo propagan fuegos de cabeza, no de cola. Respecto a los modelos de matorral, representan el 43% de la superficie, principalmente modelo 5 (23%) y, en menor medida, modelos 4, 6 y 7, más peligrosos. Respecto a los modelos relacionados con hojarasca bajo arbolado, su distribución es del 24%, constituida íntegramente por el modelo 9, siendo inexistente el modelo 8, formado por bosques de galería muy convenientes para frenar el avance del fuego.

Respecto a la evolución del combustible a lo largo del tiempo, se espera un incremento de los modelos de matorral que sería compensado por la disminución de los modelos de

pastizal y de hojarasca bajo arbolado. Así, se reducen los modelos 2, 5 y 9 y son compensados por el incremento del modelo 7 y, en menor medida, del modelo 6.

El **Sector 7 - Pinares de Los Moriscos** presenta, de forma similar al sector 4, una superficie considerable de modelo 0 (10%) constituido por zonas rocosas, eriales, viales y balsas de agua, que no propagan el fuego. Los modelos de pastizal presentan una superficie conjunta considerable (26%) constituida principalmente por modelos 1 y 2. Respecto a los modelos de matorral, representan el 43% de la superficie, principalmente modelos 4 y 6, más peligrosos. Respecto a los modelos relacionados con hojarasca bajo arbolado, su distribución es del 15%, constituida principalmente por el modelo 9 (14%), aunque con una presencia poco significativa del modelo 8, formado por bosques de galería muy convenientes para frenar el avance del fuego.

Respecto a la evolución del combustible a lo largo del tiempo, se espera un incremento de los modelos de matorral que sería compensado por la disminución de los modelos de pastizal y, en menor medida, de los modelos de hojarasca bajo arbolado. Así, se reduce drásticamente el modelo 1 y, en menor medida, los modelos 2 y 9 y son compensados por el incremento de los modelos 4 y 5.

El **Sector 8 - Interfaz urbano-forestal de las medianías del noreste** presenta tan sólo un 4% de su superficie de modelo 0, constituido por zonas rocosas, eriales, viales y balsas de agua, que no propagan el fuego. Los modelos de pastizal presentan una superficie conjunta considerable (56%) constituida principalmente por modelos 1 y 2. Respecto a los modelos de matorral, representan el 40% de la superficie, principalmente modelos 4 y 6, más peligrosos. Respecto a los modelos relacionados con hojarasca bajo arbolado, su escasa distribución es del 3%, constituida principalmente por el modelo 9, aunque con las presencias poco significativas de los modelos 10 y 8, este último formado por bosques de galería muy convenientes para frenar el avance del fuego.

Respecto a la evolución del combustible a lo largo del tiempo, se espera un incremento de los modelos de matorral que sería compensado por la disminución de los modelos de pastizal. Así, se reducen drásticamente los modelos 1 y 2 y son compensados por el incremento del modelo 4 y, en menor medida, del modelo 6, más peligrosos. Esta zona dispone de un **gran potencial ambiental para el desarrollo de laurisilva que, en todo caso, requiere un largo periodo de desarrollo para convertirse en un modelo 8**, muy conveniente para frenar el fuego.

3.3.5. Factores socioeconómicos

Muchos estudios que analizan la generación y evolución de los incendios aplican modelos de combustibles vegetales pero no incorporan otros factores relevantes como la cercanía a zonas de interfaz urbano-forestal o los cambios de usos del territorio, que pueden afectar a la evolución futura de la dinámica de incendios (Nazco & Martín, 2013).

La mayoría de los términos municipales de Gran Canaria están dispuestos de forma radial

desde la costa hasta la cumbre y en general mantienen sus núcleos poblacionales más importantes próximos a la costa. No obstante, existe un importante diseminado de entidades menores, sobre todo en la franja de medianías del norte.

Actualmente la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias está realizando un **estudio preliminar para identificar las diferentes tipologías de interfaz urbano-forestal en Canarias** en función del grado de agregación de las construcciones, los modelos de combustible sobre los que se asientan, la topografía y la red viaria, para determinar una clasificación de cada una de estas áreas, en función de su riesgo potencial y su vulnerabilidad (Gobierno de Canarias, 2018).

La Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias también está estudiando la revisión y actualización de la normativa que regula la prevención de incendios forestales para incorporar un marco jurídico específico para las zonas clasificadas como interfaz urbano-forestal en Canarias (Gobierno de Canarias, 2018).

3.3.6. Factores atmosféricos

3.3.6.1. Meteorología

Los incendios forestales se ven afectados por las condiciones meteorológicas predominantes en el momento del suceso, y existen diferentes situaciones meteorológicas tipo que pueden asociarse al comportamiento de los incendios forestales que se suceden en la isla de Gran Canaria. Los incendios también se ven afectados por las condiciones meteorológicas en periodos previos. El comportamiento de factores como la precipitación, insolación, temperatura y viento afecta al estado de humedad del combustible, tanto biomasa como necromasa.

Alisios dominantes

Las condiciones meteorológicas más frecuentes durante el verano, época de mayor riesgo de incendio, están dominadas por la influencia del anticiclón de las Azores, que aporta **alisios del norte o del noreste**. Las masas de aire pueden tener gran influencia oceánica y ser húmedas, sin embargo, la dirección del viento dominante y la altitud de la inversión térmica son dos características de gran influencia respecto a los ejes de propagación y comportamiento de los incendios forestales. Asimismo, debido al calentamiento estival del Sáhara puede incluso producirse una baja atmosférica que contribuye a aumentar la intensidad de los vientos.

Los vientos alisios del norte y noreste favorecen el desarrollo de incendios que, una vez canalizados por los **barrancos**, aprovechan los vientos generales y los topográficos y son complicados de extinguir. Estos incendios se caracterizan por ascender rápidamente en la zona norte y noreste de la isla, especialmente si se produce alineación entre la dirección del viento y la orientación del cauce del barranco, caso en que el fuego desarrolla potentes

carreras para la que no hay respuesta de los equipos de extinción. Algo similar sucede con los barrancos del sur y suroeste, por lo que descienden las masas de aire que atraviesan la isla. En las zonas altas de cumbre encuentran el final de carrera, mostrando la máxima longitud de llama y emisión de **pavesas**. Estas pavesas, al ser proyectadas desde el final de carrera, pueden generar focos secundarios en la vertiente de sotavento. Además, la presencia de una potente **interfaz urbano-agrícola-forestal** en todo el recorrido de estos incendios complica las evacuaciones y la defensa de edificaciones e infraestructuras. En la vertiente sur el mayor riesgo se produce durante la noche, cuando los vientos catabáticos descendentes se suman a los alisios, especialmente si hay alineación entre los vientos y los cauces de barranco.

Los incendios generados en estas condiciones meteorológicas tan influidas por los alisios del norte y noreste sólo presentan ventanas de oportunidad para su control en la fachada de barlovento durante la noche, cuando los vientos catabáticos descendentes desde la cumbre contrarrestan el alisio ascendente y los efectos de la pendiente en la ascensión del fuego.

Advecciones saharianas

Otra situación atmosférica y tipología de incendios forestales sucede a causa del desplazamiento del anticiclón de las Azores hacia la Península o norte de África, quedando Canarias bajo la influencia de advecciones este-sureste con **invasiones de aire sahariano** que se relacionan con altas temperaturas, baja humedad relativa y vientos racheados. Estas condiciones meteorológicas favorecen la disponibilidad de los combustibles para la ignición y la propagación del fuego, así como la generación de focos secundarios por pavesas, especialmente si los vientos son secos, intensos y cálidos (INFOCA, 2014).

Tras un estudio de 10 años a escala diaria se concluye que durante los periodos de influencia de aire sahariano se produce un incremento del número de incendios y, especialmente, de las velocidades de propagación del fuego. En periodos con invasiones de aire sahariano, equivalentes al 14% de los días del año, arde alrededor del 94% de la superficie total quemada en un año (Dorta, 2001).

Los incendios más graves se producen cuando se dan las condiciones meteorológicas de **ola de calor**, especialmente en medianías y cumbres (INFOCA, 2014). Durante los cinco días más intensos del gran incendio forestal en el suroeste de Gran Canaria en 2007, la temperatura se mantuvo por encima de 30°C y la humedad relativa al 10%. Bajo estas condiciones se dificulta la extinción: aumenta la ignición por paveseo, se dificulta la aplicación de fuego técnico y aumenta el estrés y cansancio de las personas.

Los peores escenarios respecto a los incendios influidos por vientos de levante se producen en los **barrancos de la fachada este**, especialmente durante el día, y en los barrancos de las fachadas noroeste y oeste durante la noche, cuando los vientos catabáticos descendentes desde la cumbre potencian el viento de levante que desciende por estas vertientes. En estas situaciones muestran la máxima longitud de llama, velocidad de propagación y potencial de

paveseo.

En Canarias, se da una situación muy común de alternancia entre episodios con vientos del este y sureste y episodios dominados por alisios del noreste. Este cambio de condiciones atmosféricas puede modificar el comportamiento del incendio haciendo rotar su dirección, de forma que uno de sus flancos se convierte en cabeza de incendio. Esta situación es especialmente peligrosa en incendios que se localicen en las **medianías** del norte y sur de la isla, debido a los abruptos barrancos que pueden canalizar estos vientos cambiantes y a la presencia de un **enorme interfaz urbano-forestal**.

Borrascas atlánticas

Otra situación atmosférica que afecta a la tipología de los incendios forestales sucede cuando una borrasca atlántica de origen polar desciende hasta situarse al oeste de Canarias, lo que puede ocasionar **temporales del suroeste**. Este tipo de fenómenos son más frecuentes en invierno y primavera. Esta situación es opuesta a la dominada por los alisios, el viento procede del oeste y suroeste y, si las masas de aire de las borrascas presentan elevada temperatura y alto contenido en humedad, se incrementa la inestabilidad atmosférica pudiendo en ocasiones derivar en importantes precipitaciones.

Las precipitaciones pueden ser precedidas por un episodio previo de atracción de masas de aire seco y vientos de levante, para posteriormente rolar al suroeste, oeste y noroeste, momento en que es más probable que se produzcan las lluvias. Los vientos ascienden por una fachada de la isla y al descender por la fachada de sotavento puede generarse un efecto *Foehn* que potencia la propagación de incendios. Para cada direccionalidad de los vientos, en función de la orientación de los barrancos, se producen escenarios desfavorables respecto al riesgo de incendios, tanto por los vientos directos ascendentes como por los vientos descendentes, desecantes a consecuencia del efecto *Foehn*.

Estos incendios, normalmente dominados por vientos fuertes, suelen tener perímetros alargados y seguir los ejes de cresta a partir del punto de ignición. Si la topografía es abrupta suelen combinar propagaciones de viento directo y por contravientos, lo que dificulta la extinción. La única ventaja es la corta duración del episodio.

Cuando los incendios se generan en laderas de sotavento de un barranco alineado con el viento, éste dirige al incendio hacia el cauce de barranco. En estas circunstancias, la cabeza del incendio desciende por el barranco y la cola queda en la parte superior, lo que aumenta el peligro durante la extinción. Un pequeño cambio de viento o la intrusión de un viento topográfico pueden tornar la dirección de propagación y el comportamiento del incendio.

Las borrascas pueden traer asociado episodios de rayos con la potencialidad de generar incendios, siendo la probabilidad algo mayor si las precipitaciones no son cuantiosas.

3.3.6.2. Clima y cambio climático

Los incendios forestales que se suceden en las últimas décadas están frecuentemente

asociados a **condiciones meteorológicas extremas** a escala regional; pueden sucederse incendios simultáneos en toda el área de gestión, y son tan complejos que suelen quedar fuera de la capacidad de control durante largos periodos, normalmente hasta que se producen ventanas de oportunidad debidas a cambios estratégicos en las condiciones meteorológicas (Padrón & Barranco, 2014).

Los incendios de 5ª generación se relacionan con el **Cambio Climático** a través del incremento de las temperaturas medias y extremas y el aumento de la sequedad del suelo, que provocan mayor frecuencia en los periodos de **déficit hídrico**, una mayor desecación de la vegetación y un incremento de su **inflamabilidad** (Greenpeace, 2009). Esta complejidad y simultaneidad implica una dispersión de medios de extinción, y sus efectos son devastadores. Los grandes incendios forestales son responsables de la mayor parte del área quemada a pesar de la baja frecuencia con que se suceden respecto al total de incendios (Padrón & Barranco, 2014).

El **clima, factor fundamental** en los incendios de 5ª generación, escapa a nuestro control. El tamaño e intensidad de los incendios aumenta cuando se producen fenómenos meteorológicos adversos, especialmente olas de calor y advecciones de masas de aire sahariano. Sólo queda **prevenir y actuar sobre los factores controlables** (Padrón & Barranco, 2014).

Con todo, son poco numerosas las publicaciones científicas relacionadas con la vulnerabilidad y adaptación a los incendios forestales en un contexto de cambio climático, campos que requieren aún de un importante esfuerzo científico (Moreno, 2016).

3.4. Análisis del riesgo de incendios forestales

Según la evaluación de riesgos de protección civil por incendios forestales, se define **riesgo** como el daño o pérdida esperable a consecuencia de la acción de un peligro sobre un bien a preservar, sea la vida humana, los bienes económicos o el **entorno natural**. El riesgo se puede evaluar cuantitativamente a partir de la fórmula general del riesgo $R = P_i * E_i * V_i$; donde R es el riesgo, P la peligrosidad, E la exposición y V la vulnerabilidad (INFOCA, 2014).

3.4.1. Peligrosidad

La **peligrosidad** se analiza en base a las condiciones meteorológicas, modelos de combustible, variables topográficas y estadísticas de los incendios. Para la elaboración de los mapas de peligrosidad se utiliza como medida de la superficie afectada la simulación de incendios definidos por las variables meteorológicas, modelos de combustible y variables topográficas. Estos mapas de peligrosidad se completan con la frecuencia normalizada con que se producen los incendios forestales. La capa de peligrosidad es producto de ambas capas de información, de forma que el índice de frecuencia modula la superficie definida por la simulación de incendios.

La figura 19 muestra un esquema de las variables consideradas en el análisis de peligrosidad (INFOCA, 2014).

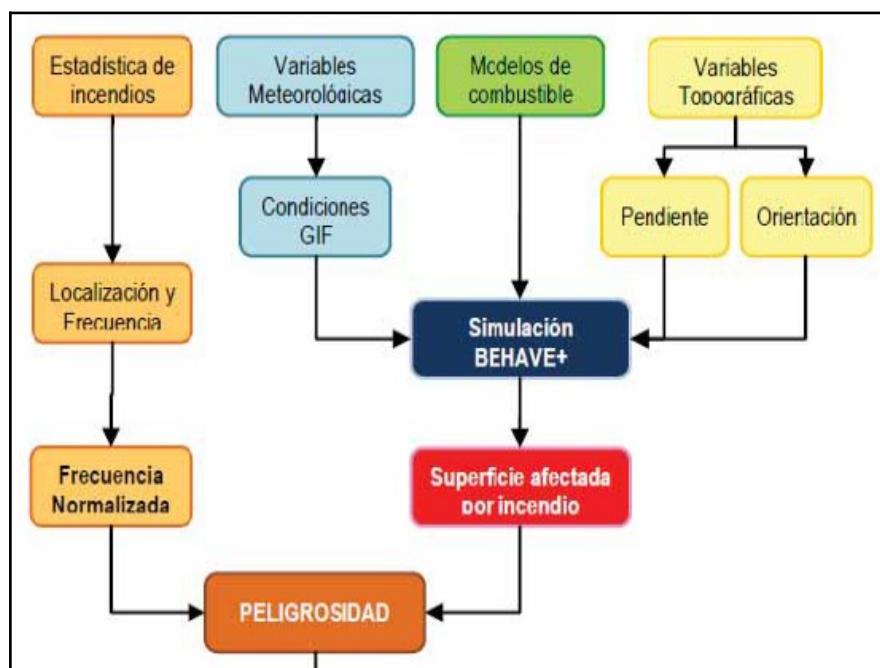


Figura 19. Esquema de las variables consideradas en el análisis de la peligrosidad (INFOCA, 2014).

Diagnóstico de Riesgos y Vulnerabilidades y adaptación al cambio climático en la isla de Gran Canaria

The map displays the island of Tenerife divided into various municipalities, each color-coded according to its fire risk frequency index. The legend indicates five levels: Muy Bajo (<1) in dark green, Bajo (1 - 3) in light green, Medio (3 - 5) in yellow, Alto (5 - 7) in orange, and Extremo (>10) in red. Municipalities like Santa Cruz de Tenerife and San Cristóbal de La Laguna are in the highest risk category (red), while others like Adeje and Los Realejos are in lower categories (green/yellow). A scale bar at the bottom left shows distances up to 10 km.

Indice de frecuencia

- Muy Bajo (<1)
- Bajo (1 - 3)
- Medio (3 - 5)
- Alto (5 - 7)
- Muy Alto (7 - 10)
- Extremo (>10)

Fuente: Estadística General de Incendios Forestales (MAGRAMA)
Datos del periodo 2000-2011

Sistema de Coordenadas UTM R58N Datum WGS84

TÍTULO DEL PROYECTO ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA BÁSICA DE PELIGROSIDAD POR INCENDIOS FORESTALES EN EMERGENCIAS Y PROTECCIÓN CIVIL DE CANARIAS		FECHA: DICIEMBRE 2012
ESESSENTIAL JAE MAGRAMA 2013		ESCALA: 1:250.000 ONDA ORIGINAL
MAPA PLANO: PELIGRO ANTRÓPICO	MAPA PLANO: 4.0	Hoja: 5/5

REDUCTOR:

Diagnóstico de Riesgos y Vulnerabilidades y adaptación al cambio climático en la isla de Gran Canaria

La **pendiente** es determinante en la propagación del incendio, el fuego se extiende rápidamente a lo largo de fuertes pendientes, y puede favorecer determinadas condiciones que hacen a los incendios más intensos y devastadores. La figura 22 muestra la distribución de la pendiente en la isla de Gran Canaria.

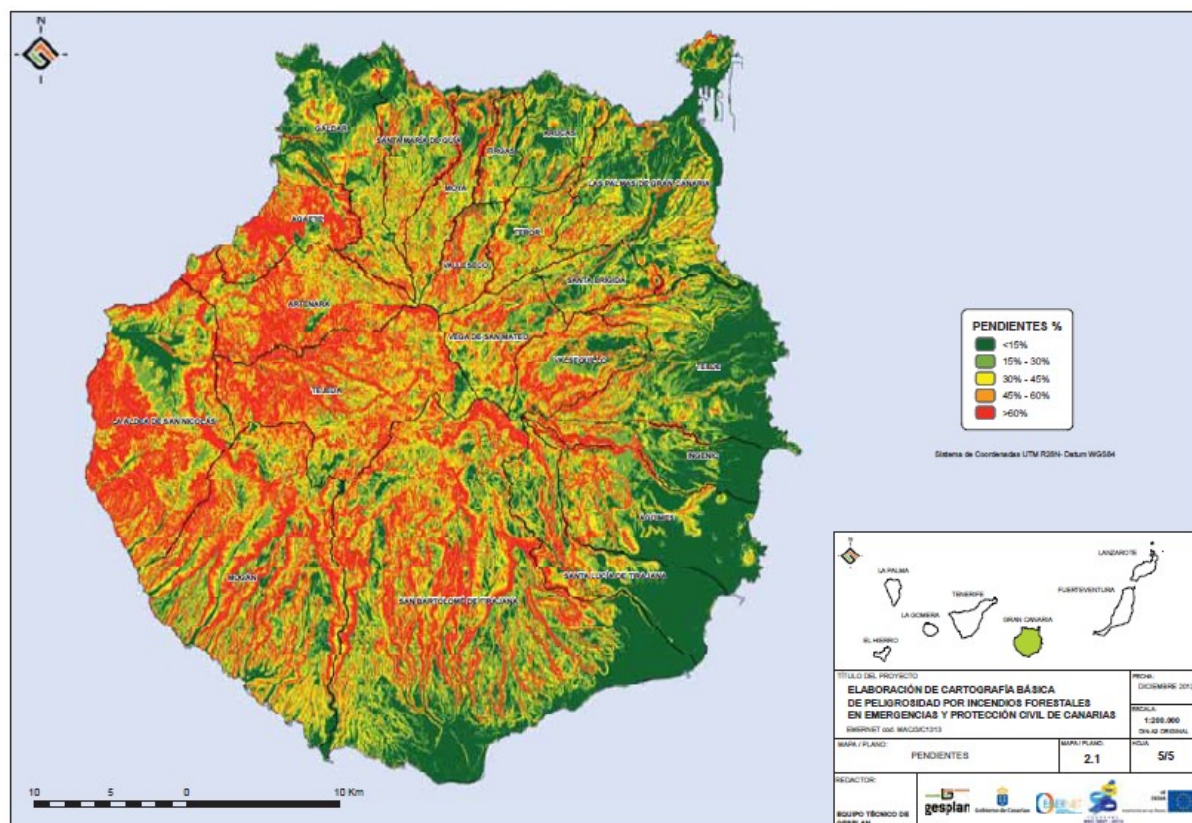


Figura 22. Mapa de pendientes de la isla de Gran Canaria (INFOCA, 2014).

La **zonificación de los modelos de combustible** es otro de los factores considerados para establecer la peligrosidad de los incendios forestales. Son en resultado de la interacción entre la **estructura de la formación vegetal**, la **cantidad de material vivo o muerto** de diverso **tamaño** y de la **propagación esperada del fuego** si se produjese un incendio. Algunos parámetros importantes para evaluar el riesgo de incendio son la carga de combustible, la longitud de llama o su poder calorífico. La orientación del territorio afecta a la cantidad de combustible y a su contenido de humedad; las laderas más expuestas a la radiación solar presentan menor humedad y, generalmente, menor carga de combustible que las orientadas a umbría. La pendiente, al interaccionar con el combustible, puede hacer al incendio más devastador y difícil de combatir (INFOCA, 2014).

La figura 23 muestra la zonificación del territorio según los distintos modelos de combustible en que se clasifica la vegetación de la isla de Gran Canaria (INFOCA, 2014).

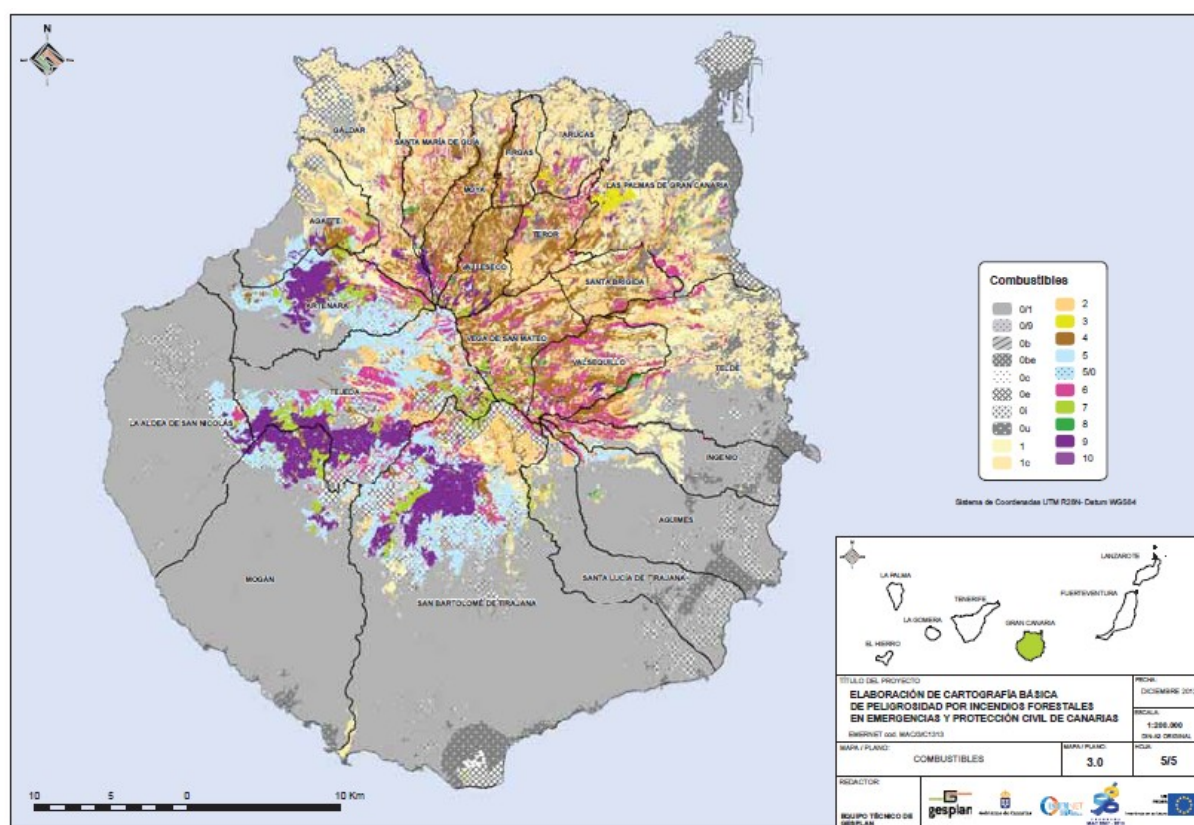


Figura 23. Zonificación del territorio según los distintos modelos de combustible en que se clasifica la vegetación de la isla de Gran Canaria (INFOCA, 2014).

Respecto a las **condiciones meteorológicas** consideradas en el cálculo de la peligrosidad, el INFOCA considera tres escenarios, uno para las condiciones estándares de verano, caracterizadas por vientos **alisios dominados por el anticiclón de las Azores**, con masas de aire marítimas húmedas y sin presencia de calima; otro para las condiciones de grandes incendios forestales, relacionados con **advecciones este-sureste y olas de calor**; y otro para situaciones de **temporal de suroeste**, en los que se pueden suceder periodos previos al temporal con vientos terrales muy fuertes en la zona norte de la isla que pueden desencadenar incendios descendentes con perímetros muy alargados (INFOCA, 2014).

La figura 24 muestra la distribución de los niveles de peligrosidad en la isla de Gran Canaria según los distintos escenarios meteorológicos considerados (INFOCA, 2014).

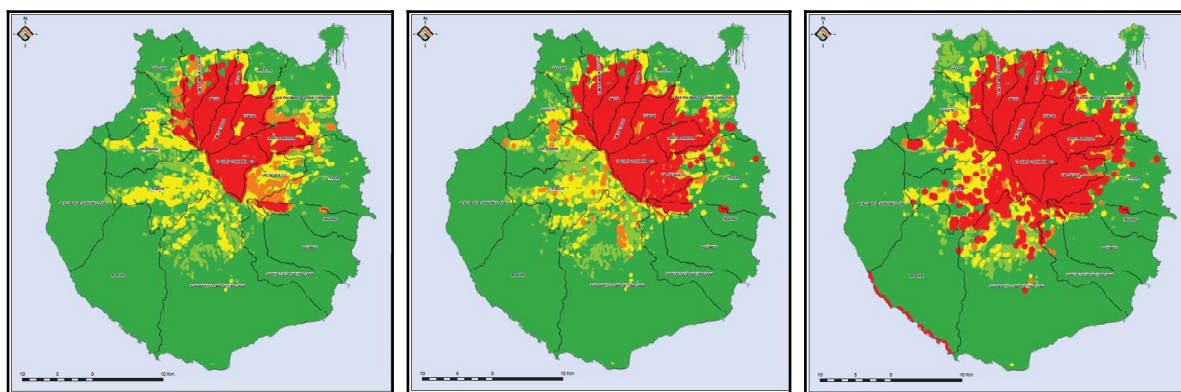


Figura 24. Mapa básico de niveles de peligrosidad en la isla de Gran Canaria bajo escenarios de condiciones meteorológicas estándares verano (izquierda), condiciones meteorológicas advecciones del este-sureste (centro) y temporales del suroeste (derecha). La escala de color varía de peligrosidad muy baja (verde) a muy alta (rojo) (INFOCA, 2014).

3.4.2. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se refiere al grados de pérdidas o daños que pueden sufrir, ante un incendio forestal, la población, los bienes y el **medio ambiente**. Aglutina los elementos o sistemas (construcción, instalación, organización, servicio, persona, **medio o territorio**) que podrían sufrir daños por un incendio forestal. En relación con la biodiversidad, los tipos genéricos de valores a proteger son elementos del patrimonio natural, singularidad ecológica, protección frente a la erosión del suelo, paisajísticos y económicos (Real Decreto 893/2013).

La expresión cuantitativa de conjunto es Vulnerabilidad = Población (60%) + Elementos vulnerables e infraestructuras (30%) + **Espacios Naturales Protegidos (10%)**. La ponderación de los elementos atiende a las prioridades expuestas en la directriz básica de protección civil de emergencia por incendios forestales.

La figura 25 muestra la vulnerabilidad del territorio, distribuida en 11 clases, a partir de la suma ponderada de vulnerabilidad para la población, elementos vulnerables y espacios naturales protegidos, tal y como se expuso anteriormente (INFOCA, 2014).

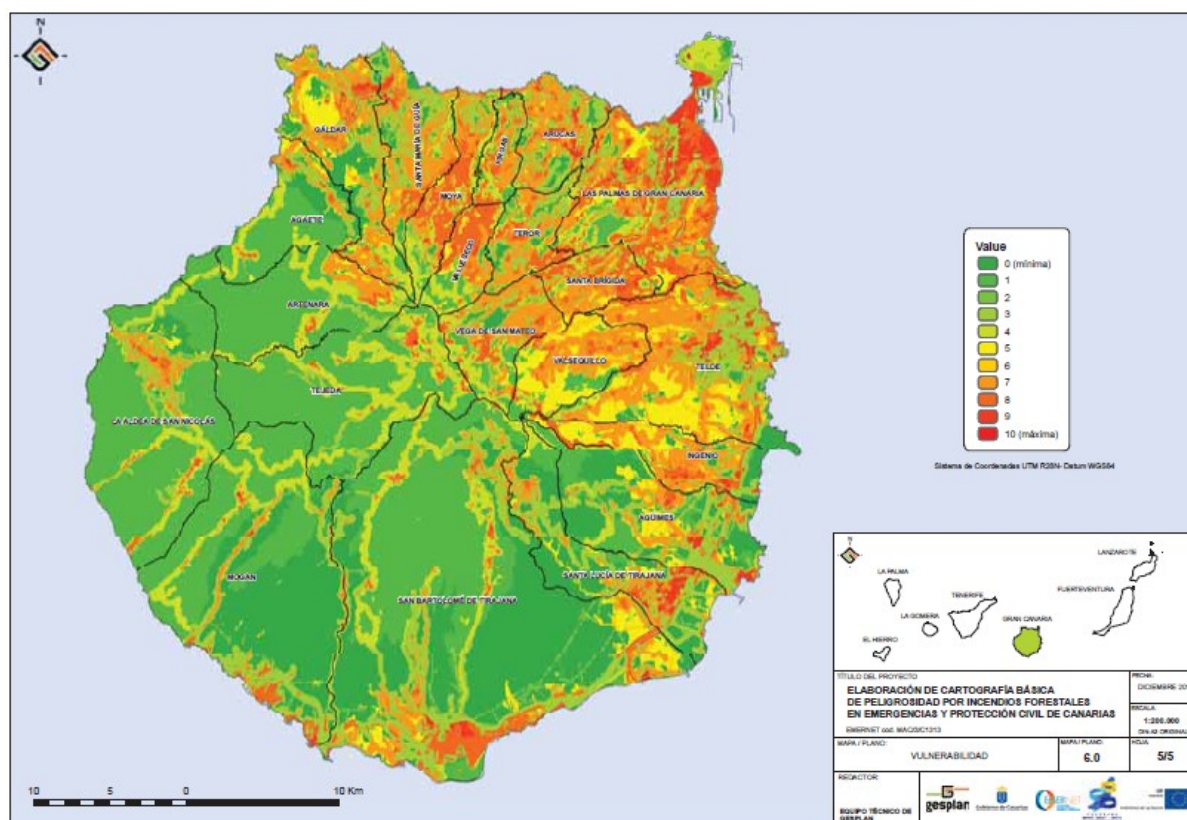


Figura 25. Mapa de vulnerabilidad frente a los incendios forestales de la isla de Gran Canaria (INFOCA, 2014).

En relación con la vulnerabilidad de la biodiversidad, son valores a proteger la **singularidad ecológica**, la protección frente a la **erosión** del suelo, los **valores paisajísticos**, el patrimonio natural y la biodiversidad en general; todos ellos relacionados con los valores económicos del territorio. Sin embargo, el anterior mapa de vulnerabilidad no parece considerar la distribución de numerosas especies protegidas y hábitats de interés comunitario en el interior de las zonas de alto riesgo de incendio. Esto podría tener repercusión sobre los elementos naturales de gran valor a proteger, a través de la dirección técnica del incendio, al identificar los objetivos y prioridades de los medios de seguridad y extinción (figura 26).

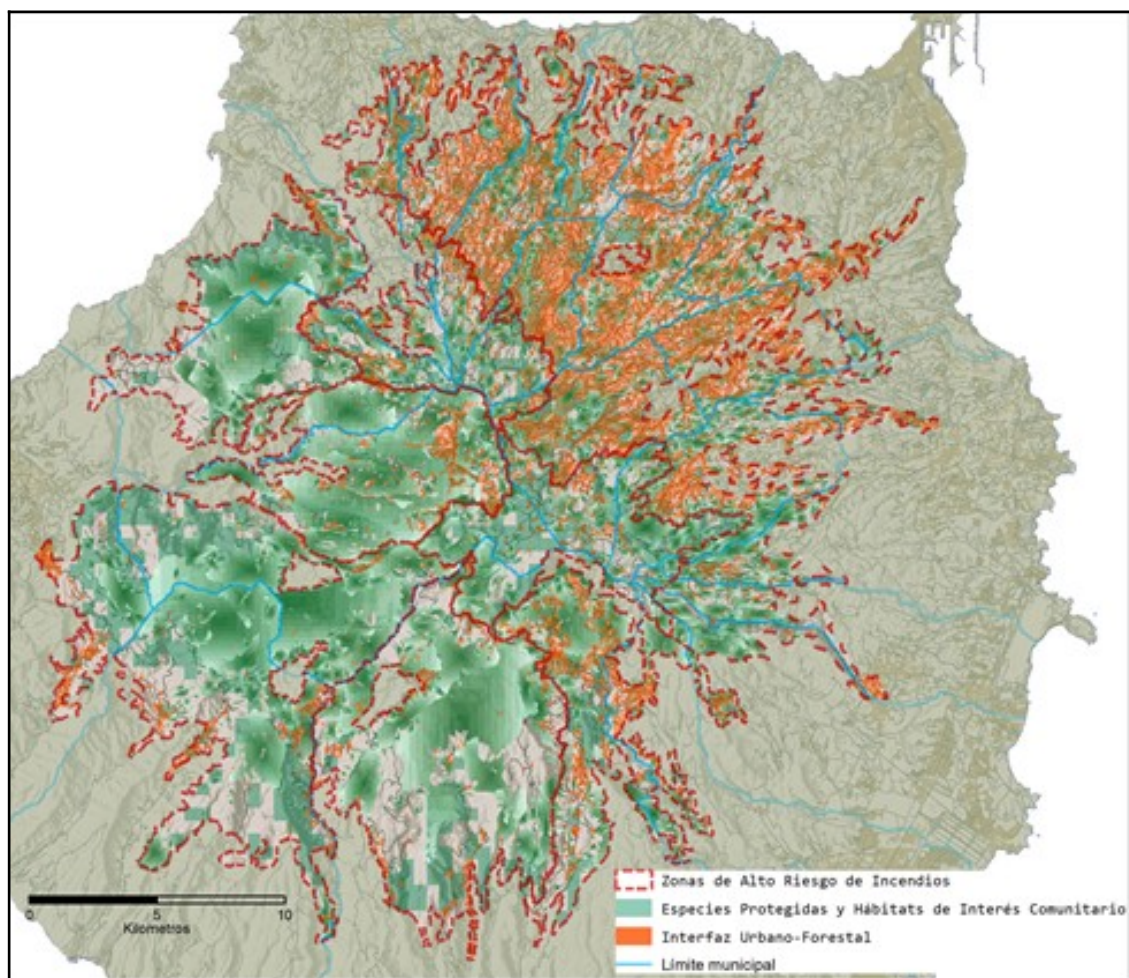


Figura 26. Mapa de distribución de elementos de la biodiversidad vulnerables frente a los incendios forestales de la isla de Gran Canaria. La línea roja discontinua indica el límite de las zonas de alto riesgo de incendio, las zonas verdes indican la presencia de especies protegidas y hábitats de interés comunitario, y las zonas naranjas indican la presencia de interfaz urbano-forestal (Elaboración propia).

3.4.3. Riesgo

El **mapa de riesgo por incendio forestal** se obtiene del cruce de las clases de peligrosidad y las clases de vulnerabilidad, asignando al territorio el nivel de riesgo resultante de aplicar la siguiente tabla:

		VULNERABILIDAD										
PELIGROSIDAD		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	MB	MB	MB	B	B	B	M	M	M	M	A
	2	MB	MB	B	B	M	M	M	M	A	A	MA
	3	MB	B	B	B	M	M	A	A	A	MA	MA
	4	MB	B	B	M	M	A	A	MA	MA	MA	MA
	5	MB	B	M	M	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA

Tabla 9. Clases de riesgo de incendio basadas en la combinación de clases de vulnerabilidad y de peligrosidad (INFOCA, 2014).

La figura 27 muestra los mapas de riesgo de incendios forestales en la isla de Gran Canaria bajo condiciones meteorológicas estándares de verano, así como condiciones relacionadas con grandes incendios forestales y con temporal de suroeste, respectivamente.

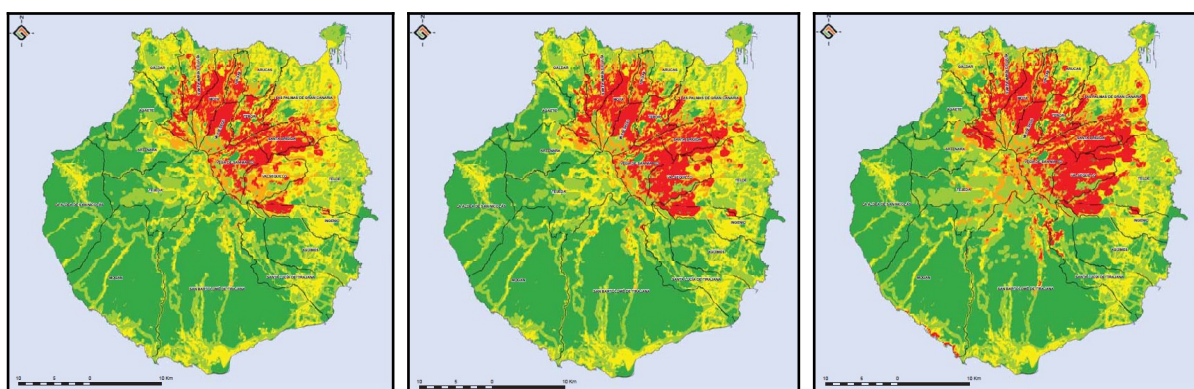


Figura 27. Mapa de zonificación del riesgo de incendios forestales esperado en la isla de Gran Canaria bajo escenarios de condiciones meteorológicas estándares verano (izquierda), condiciones meteorológicas advecciones del este-sureste (centro) y temporales del suroeste (derecha). La escala de color varía de peligrosidad muy baja (verde) a muy alta (rojo) (INFOCA, 2014).

Caracterización del riesgo en las zonas de alto riesgo de incendios forestales de Gran Canaria

El **Sector 1 - Pinares de los macizos de Inagua, Ojeda y Pajonales** se caracteriza por el grado de protección ambiental que confiere la Reserva Natural Integral de Inagua a este territorio, así como por la ausencia de habitantes y usos tradicionales como agricultura y ganadería, factores que se relacionan con la baja frecuencia de conatos e incendios en esta ZARI. Por

otro lado, factores como la baja ocurrencia de incendios, la topografía abrupta, una vegetación de pinar con elevada acumulación de combustible a causa de la baja humedad ambiental y elevada insolación que dificultan la descomposición de la biomasa, y una gestión de mínima intervención, favorecen que una vez que en esta zona se produce un incendio éste sea de gran potencia, se extienda y llegue a propagarse a otros Sectores. Conecta con el Sector 5 al norte, con el Sector 4 al noreste y con el Sector 2 al este. Además, este Sector se encuentra muy alejado de los medios de extinción, lo que aumenta el tiempo de respuesta a la emergencia.

El **Sector 2 - Pinares del macizo de Pilacones**, presenta unas características topográficas y de acumulación de combustible similares a las del Sector 1. Destacan, como factores que justifican la baja frecuencia de incendios en esta zona, el grado de protección ambiental que confiere el Parque natural de Pilacones a este territorio, la ausencia de habitantes y de usos agrícolas ganaderos. Conecta con el Sector 1 al oeste, el Sector 3 al este y el Sector 4 al norte. Este Sector también se encuentra alejado de los medios de extinción.

El **Sector 3 - Palmerales de la cuenca de Tirajana y Fataga** es una de las ZARIs más complejas respecto a la gestión del riesgo de incendios forestales, debido a factores como la presencia de una interfaz muy diseminada con una densidad de población media distribuida por tramos en un potente barranco muy abrupto, la abundancia de palmerales mezclados con cañaverales en zonas de cauce y de pinares en zonas de ladera, en progresión y crecimiento, lo que deriva en modelos de combustible relacionados con incendios de alta intensidad; y la relativa frecuencia de conatos e incendios, algunos vinculados a zonas concretas. Conecta con el Sector 3 al oeste, con el Sector 4 al norte y con el Sector 8 al noreste. Durante el verano, este Sector cuenta con un parque forestal próximo, el de Cruz Grande al noroeste de la ZARI, así como con la unidad de Protección Civil de Santa Lucía, en la zona este de la ZARI.

El **Sector 4 - Pinares de la cumbre central** constituye el techo de la isla y a él van a parar los grandes incendios, sean éstos topográficos o conducidos por el viento directo y contravientos, y generados tanto al norte (Sectores 5, 7 y 8) como al sur (Sectores 1, 2 y 3). La Propuesta de Plan de Defensa de las ZARIs de la isla de Gran Canaria considera de vital importancia lograr que los incendios no se propaguen a través de este Sector, de sur a norte y viceversa. Para ello se propone aprovechar la discontinuidad en la propagación del fuego que ofrecen los potentes cortados presentes en este Sector. Por otra parte, las zonas algo más bajas en torno al norte de este sector presentan caseríos que constituyen zonas potenciales de ignición y generación de incendios cuya propagación ascendente finaliza en el Sector 4. Finalmente, en este Sector se localizan infraestructuras de uso público, importantes infraestructuras de telecomunicaciones y edificaciones privadas, tanto viviendas diseminadas como infraestructuras relacionadas con servicios turísticos. Este Sector cuenta con un parque forestal en su interior, así como con dos parques de bomberos del Consorcio de Emergencias de Gran Canaria, ambos con un tiempo de respuesta de media hora respecto al Sector 4, uno en Tejeda, al noroeste, y otro en San Mateo, al

noreste.

El **Sector 5 - *Almendros y matorrales de leguminosas de la cuenca del barranco de Tejeda*** es similar a los Sectores 1 y 2 respecto a presentar una topografía muy abrupta, vegetación de matorrales y pinar con acumulación de biomasa que se relaciona con modelos de combustible poco intensos pero de rápida propagación del fuego y baja frecuencia de incendios. En el tramo superior de su abrupta topografía este Sector presenta mayor presencia de población, distribuida en caseríos dispersos, especialmente en un arco próximo al borde sur-sureste-este. Conecta con el Sector 1 al sur, con el Sector 4 al este, con el Sector 7 al norte y con el Sector 6 al noroeste. Este Sector cuenta con un parque de bomberos del Consorcio de Emergencias en Tejeda, zona este, así como dos parques forestales cercanos al Sector con un tiempo de respuesta menor a media hora, el de Artenara al norte y el de Las Mesas al este.

El **Sector 6 - *Pinares del macizo de Tamadaba y Tirma*** coincide parcialmente con el Parque Natural de Tamadaba, lo que le confiere una particular protección ambiental en buena parte de su superficie. Se trata de un Sector que presenta relativamente poco riesgo debido a que está aislado y a la ausencia de núcleos habitados en su interior. Sin embargo, sí presenta otros aspectos negativos respecto al riesgo de incendios, como abundantes masas de pinar que deriva en modelos de combustible relacionados con incendios de alta intensidad, topografía abrupta de difícil acceso que complica la extinción tardía y que constituye el final de carrera de incendios topográficos y conducidos por vientos de levante que se originaran en zonas bajas del borde noreste, caracterizadas por su uso ganadero y agrícola y separadas de este Sector por un potente barranco. Conecta con el Sector 5 al sureste y con el Sector 7 al este. Este Sector cuenta con un parque de bomberos del Consorcio de Emergencias al este y con un tiempo de respuesta de media hora, en tejeda, y con una base forestal en Artenara, más próxima y también al este.

El **Sector 7 - *Pinares de Los Moriscos*** es, junto al Sector 4 - *Pinares de la cumbre central*, una de las ZARIs más estratégicas, por ser final de carrera, albergar infraestructuras de telecomunicaciones y ser frontera de vertientes norte y sur. Respecto a la gestión del riesgo de incendios forestales es una de las ZARIs más problemáticas debido a la presencia de un potente diseminado de viviendas en su seno, que son tanto potenciales fuentes de ignición como objeto de defensa y de protección civil frente a los incendios; topografía abrupta, abundancia de masas de pinares de repoblación, especialmente en la zona más alta, final de carrera de incendios topográficos y conducidos por vientos dominantes que podrían originarse en zonas bajas al norte, de marcado uso ganadero y agrícola y con potentes barrancos. Se trata de una zona forestal en pugna directa con la ganadería por el territorio; con conatos de incendio de frecuencia intermitente, normalmente sobre matorral en zonas favorables para el desarrollo de pastos de cumbre. Conecta con el Sector 6 al oeste, con el Sector 5 al sur y con el Sector 8 al este; así como se produce una zona de contacto con el Sector 4 al sureste. Este Sector dispone de un parque de bomberos del Consorcio de Emergencias en Tejeda, con un tiempo de respuesta de media hora, así como sendos

parques forestales, uno al sureste en Las Mesas y otro al suroeste en Artenara.

El **Sector 8 - Interfaz urbano-forestal de las medianías del noreste** abarca una amplia zona ,del noreste de la isla, caracterizada por un entramado urbano forestal con zonas agrarias acompañadas de reductos de monte verde, bosque termófilo, plantaciones de eucaliptos, pinos árboles caducifolios y otras formaciones vegetales de sustitución dominadas por matorrales de leguminosas. La zona de Cazadores, en el sureste del sector, fachada este de la isla, presenta incendios recurrentes desde hace años y, a pesar de haber sido investigados en profundidad, no se conocen las motivaciones ni las causas. La zona central-sur de la ZARI, en la medianía noreste de la isla en torno a San Mateo, Santa Brígida, Valsequillo y Telde, presenta también frecuentes inicios de incendio cada año; se trata de una zona muy poblada y se identifica una casuística relacionada con quemas agrícolas incontroladas, imprudencias e intencionalidad. La zona central-norte de la ZARI, en la medianía norte de la isla en torno a Teror y Valleseco presenta mismas características que la zona central-sur de la ZARI en cuanto a la distribución de población y casuística de los incendios, de los que suelen sucederse varios cada año, caracterizados por ser de rápida evolución. La zona noroeste de la ZARI, en la medianía norte de la isla en torno a Fagajesto, Montaña Alta y resto de los Altos de Guía es una zona agrícola-ganadera con numerosos núcleos de población, pequeños y diseminados. Esta ZARI conecta con el Sector 7 al oeste, con el Sector 4 al suroeste y con el Sector 3 al sur.

3.5. Gestión del riesgo de incendios forestales en Gran Canaria

El desarrollo de las técnicas y la coordinación para la extinción han permitido reducir la superficie afectada por los incendios forestales. Sin embargo, en episodios de situaciones meteorológicas extremas, los medios convencionales de extinción son insuficientes. Este tipo de situaciones requiere de nuevos enfoques en la gestión del riesgo de incendios forestales. Las política y la legislación son otros instrumentos necesarios para consolidar estos nuevos enfoques (Lázaro *et al.*, 2007).

Análisis retrospectivos de la gestión ponen en cuestión la **lógica sistemática de los servicios de extinción**, basados en la vigilancia y el pronto ataque, que conlleva la extinción del 99% de los incendios en sus fases iniciales. Esta **elevada eficacia**, sostenida en el tiempo, se convierte en la **base de la paradoja del fuego**, en la cual las zonas no quemadas en los incendios extinguidos previamente se convierten en incrementos de combustible con los que alimentar ese 1% de los incendios que no llegan a ser controlados en sus fases iniciales, los incendios que suelen revelarse como los más destructivos (Padrón & Barranco, 2014).

El fuego puede emplearse para la conservación de los espacios naturales; los ejemplos más importantes provienen del Norteamérica, no sólo evitando intervenir en caso de incendios de origen natural, sino incluso sometiendo a espacios naturales a incendios periódicos que impiden que la acumulación de gran cantidad de biomasa diera lugar a ecosistemas muy inflamables que no existían en el pasado (Fernández-Palacios *et al.*, 2007).

El manejo controlado del fuego para la prevención y la extinción ha sido considerado por las administraciones. El **fuego prescrito**, además de ser una herramienta autorizada para la extinción de incendios forestales se incorpora tanto como herramienta en silvicultura preventiva para la disminución de combustible en puntos estratégicos y el mantenimiento de infraestructuras de defensa, como para el desarrollo de quemas controladas que concilien determinados intereses de la población. En el caso de Canarias, las prácticas tradicionales que incorporan el uso del fuego se relacionan con la quema de matorrales y pastizales y las quemas agrícolas y forestales reguladas por la Consejería insular competente (Lázaro *et al.*, 2007).

Los meses de verano es cuando los incendios forestales se producen con más frecuencia y cuando representan un mayor peligro. A los efectos del INFOCA, atendiendo al peligro de incendios forestales un año se divide en tres **épocas de peligro**, que pueden ser modificadas por el Órgano competente si concurren circunstancias meteorológicas que lo justifiquen (INFOCA, 2014):

- La *época de peligro alto* está comprendida entre el 1 de julio y el 30 de septiembre; durante este periodo el INFOCA estará activado en situación de *Prealerta*, estimando que el índice de probabilidades de incendio forestal es muy elevado.
- En la *época de peligro medio*, entre el 1 y 30 de junio y el 1 y 31 de octubre, los operativos de gestión de emergencias se mantendrán operativos y alerta, estimando que el índice de probabilidad de incendio forestal es alto o moderado.
- La *época de peligro bajo* está comprendida entre el 1 de noviembre y el 31 de mayo; en esta época se adoptarán las medidas y precauciones habituales frente a los incendios forestales, estimando que el índice de probabilidad de incendio es bajo.

Para facilitar una optimización en el uso de los medios y recursos de extinción, se determina un **Índice de gravedad potencial de los incendios forestales** (INFOCA, 2014). Este índice considera factores relacionados con la topografía (pendiente y accesibilidad), con el combustible (continuidad y combustibilidad), con la meteorología (viento y temperatura), con la vulnerabilidad de personas y bienes (edificaciones de difícil evacuación, infraestructuras, instalaciones y edificios de riesgo y evacuación de la población) y otros factores de valor añadido (patrimonio histórico artístico y **valor ecológico**). En cuanto a los valores de este índice de gravedad potencial (IGP) respecto al **daño forestal esperable**, **IGP 0** se refiere a incendios en los que el daño sería muy reducido, sea por la extensión del incendio o por las características de la masa forestal afectada; **IGP 1** se refiere a incendios en los que el daño sería considerable; **IGP 2** a incendios en los que el daño sería muy importante, aunque las medidas exigidas en tal caso sólo se refieren a la población y bienes y **IGP 3** a incendios de máxima gravedad que concurren con otras circunstancias que imposibiliten su control (INFOCA, 2014).

Atendiendo al valor ecológico del territorio, el índice de gravedad potencial se incrementa si el incendio produce “afección de espacios de especial relevancia ecológica catalogados y

protegidos, así como elementos que por su singularidad, rareza o difícil perpetuidad también gocen de especial protección”; para evaluarlo debe considerarse la topografía de la zona, los combustibles existentes y las características de las masas forestales amenazadas, entre otras.

Las **situaciones operativas o niveles del plan INFOCA** se clasifican en función de los **daños** ocurridos y de si la afección prevista es a **bienes de naturaleza forestal** o, por el contrario, afecta a la población o a bienes de naturaleza no forestal en los que sea necesario implementar medidas de protección civil para proteger a la población. Para definir la situación operativa se considera el índice de gravedad potencial de los incendios que han llevado a la activación del Plan, idoneidad y disponibilidad de medios y recursos, estacionalidad temporal, activación y puesta en servicio de los dispositivos de prevención y extinción determinados en los planes y otras circunstancias administrativas relevantes del territorio afectado, (INFOCA, 2014). En cuanto a la consideración de los daños a los valores ecológicos, el **Nivel 0** considera emergencias en las que sólo se prevé una afección a **bienes forestales** y se refiere a incendios con *IGP 0*, o *IGP 1* en caso de incendios de gran extensión o por las características de la masa forestal afectada. El **Nivel 1** considera emergencias en las que se prevé **afección grave a bienes forestales** y se refiere a incendios con *IGP 0*, ó *IGP 1* si fuera necesario establecer medidas de protección extras a la población. El **Nivel 2** considera emergencias en la que se prevé afección grave a la población y sus bienes, sin considerar los daños a los bienes forestales, y se refiere a incendios con *IGP 1, 2, ó 3*, al ser necesarias mayores medidas de protección a la población. El **Nivel 3** tiene en consideración el interés nacional y sería declarado por el Ministerio del Interior.

En cuanto a las **situaciones operativas** de los planes de emergencia, la situación 0 se refiere a incendios que sólo afectan a bienes de naturaleza forestal y la situación 1 hace referencia a incendios que afectan gravemente a bienes forestales; mientras que las situaciones 2 y 3 se refieren exclusivamente a incendios que afectan gravemente a la población y bienes de naturaleza no forestal y al interés nacional, respectivamente. Los Planes de emergencia por incendio forestal incluyen los **planes de autoprotección** que frente a este riesgo sean elaborados por diferentes entidades públicas o privadas (Real Decreto 893/2013).

3.5.1. Objetivos

La Propuesta de Plan de Defensa de las zonas de alto riesgo de incendios forestales de la isla de Gran Canaria establece los siguientes **objetivos generales** para reducir el riesgo de incendio en las ZARIs de Gran Canaria (Gobierno de canarias, 2011):

- Estudio de los problemas socioeconómicos locales que puedan manifestarse a través de la provocación reiterada de incendios o del uso negligente del fuego, así como la determinación de las épocas anuales de mayor riesgo de incendios forestales.
- Estimación de los trabajos preventivos que resulte necesario realizar, incluyendo tratamientos selvícolas, adecuación de vías de acceso y puntos de agua.

- Establecimiento y disponibilidad de los medios de vigilancia y extinción necesarios para dar cobertura a toda la superficie forestal de las ZARIs, con las previsiones para su financiación.
- La regulación de usos que puedan dar lugar a riesgo de incendios forestales.

A partir de esos objetivos generales, el Plan de Defensa desarrolla los siguientes objetivos particulares (Gobierno de Canarias, 2011):

- Análisis del medio físico.
- Análisis de la legislación vigente y de las restricciones existentes.
- Caracterización del territorio.
- Análisis de los medios y recursos existentes.
- Diagnóstico de la situación de riesgo frente a los incendios forestales.
- Análisis de alternativas de actuación.
- Establecimiento de estrategias de actuación.
- Establecimiento de medidas de protección.
- Planificación y programación de las inversiones necesarias.
- Evaluación de la eficacia de las medidas tomadas mediante indicadores de seguimiento.

Los objetivos perseguidos por la Propuesta de Plan de Defensa se pueden agrupar en los de tipo socioeconómico, político y legal y en los de carácter técnico y operativo.

Entre los **objetivos socioeconómicos, políticos y legal**, se establece la coordinación efectiva de las diferentes Administraciones para implantar los Planes de Actuación de ámbito local frente al riesgo de incendios forestales en aquellos municipios incluidos en las ZARIs, incluyendo instrucciones de evacuación y confinamiento. También se desarrollan estrategias de concienciación y educación orientadas a que los propietarios perciban adecuadamente el riesgo y acometan las actuaciones necesarias para disminuir la combustibilidad en torno a las edificaciones existentes en ZARIs. Respecto al marco legal, es necesario desarrollar la normativa sobre medidas preventivas frente a incendios forestales en áreas urbanizadas y agrícolas, hasta contar con una legislación específica adaptada al marco de declaración de las ZARIs.

Entre los **objetivos técnicos y operacionales**, se establece la necesidad de crear una estructura de defensa que separe las zonas de interfaz y las masas forestales, para evitar que el fuego de origen agrícola entre en contacto con el continuo forestal, y viceversa. También es necesario aplicar técnicas de silvicultura preventiva sobre los modelos de combustible más peligrosos, especialmente si están próximos a núcleos habitados o infraestructuras vulnerables. Respecto al elevado valor ecológico de la isla de Gran Canaria,

que es necesario preservar y proteger, se establece como objetivo contar con un servicio de extinción forestal dotado con los recursos necesarios para actuar de manera eficaz.

Respecto a la **autoprotección de la población en las zonas de interfaz urbano-forestal**, el mosaico agrícola-forestal que se extiende sobre determinadas zonas del territorio facilita el contacto del fuego de origen agrícola con las masas forestales y viceversa. Es necesaria la creación de una estructura de defensa que separe estas áreas más antropizadas de las masas forestales. Los objetivos perseguidos son **interrumpir la continuidad horizontal de la vegetación** en las zonas de interfaz disminuyendo la carga de los combustibles más peligrosos, lo que incrementa la seguridad de las personas y sus bienes, y **alcanzar un elevado nivel de concienciación y educación social** que mueva a los propietarios a llevar a cabo las actuaciones necesarias para disminuir la combustibilidad de la vegetación en el entorno circundante a las edificaciones existentes en las zonas de alto riesgo de incendio forestal.

Para lograr que los incendios forestales permanezcan dentro de capacidad de extinción, se debe **reducir la velocidad de los fuegos rápidos y disminuir la carga de combustible de los fuegos intensos** (Cabildo de Gran Canaria, 2017a).

El Proyecto de cambio de modelos de combustible en zonas de alto riesgo de incendios forestales de Gran Canaria, un documento técnico de reciente elaboración para la Consejería de Medio Ambiente y Emergencias del Cabildo de Gran Canaria, define zonas estratégicas de modificación del modelo de combustible en las ZARIs de la isla y las prescripciones técnicas de las actuaciones preventivas a realizar en estas áreas de baja carga de combustible, para dificultar la propagación de los incendios rápidos cuyo motor principal es el viento y de los incendios de alta intensidad cuyo motor principal es la acumulación de combustible. Dicho trabajo toma en consideración la Propuesta de Plan de Defensa de las ZARIs de Gran Canaria para priorizar puntos de actuación estratégicos frente al desarrollo de incendios forestales en base a la identificación de zonas de elevada intensidad de vientos del mapa eólico de Gran Canaria. En una segunda etapa, procede al estudio de diferentes modelos y estructuras de combustible existentes en las diferentes zonas de alta intensidad de viento, identificados a partir de la estructura de la vegetación observadas. Finalmente, propone zonas determinadas como Áreas de Baja Carga de Combustible, junto con acciones a ejecutar en su entorno, orientadas a disminuir la velocidad de propagación y la intensidad del fuego en caso de incendio, y a dotar a los medios de extinción de zonas estratégicas y seguras desde donde poder afrontar maniobras de supresión o defensa (Cabildo de Gran Canaria, 2017a).

La **regulación de usos que puedan dar lugar a riesgo de incendios forestales** es otro de los objetivos generales considerados en el Plan de Defensa. Para cada uso se indica las prescripciones adecuadas para prevenir la aparición de un incendio forestal. Los usos considerados son: quemas culturales, fumadores, hogueras, tendidos eléctricos, motores y máquinas térmicas, colmenas y carboneras, fuegos artificiales, vertidos, trabajos de soldadura, uso de radiales y tránsito y estancia por zonas expresamente acotadas en razón

de su alto peligro de incendios.

3.5.2. Estrategia

La estrategia del Plan de Defensa de las zonas de alto riesgo de incendios forestales en la isla de Gran Canaria contempla actuaciones de **prevención**, incluyendo sensibilización e información para la educación ambiental sobre las causas de los incendios forestales, modificación de la combustibilidad, autoprotección en interfaz urbano-agrícola-forestal, mantenimiento y mejora de medios de apoyo a la prevención y mejora del entorno socioeconómico; y medidas y actuaciones referentes a la **detección y extinción**, incluyendo el mantenimiento y mejora de infraestructuras y el dispositivo de vigilancia y extinción (Gobierno de canarias, 2011).

Gran Canaria es una isla muy poblada, con una parte importante de su población distribuida en zonas rurales. La Propuesta de Plan de Defensa de las zonas de alto riesgo de incendios forestales de la isla de Gran Canaria establece que **en caso de que se produzca un incendio forestal cerca de viviendas, primeramente hay que evacuar-confinar a la población, en segundo lugar proteger las casas y en tercer y último lugar cubrir la zona forestal** (Gobierno de canarias, 2011).

Dada la problemática que generan los incendios forestales, la Propuesta de Plan de Defensa cuenta con un epígrafe dedicado a caracterizar 34 **núcleos de población en zonas interfaz urbano-forestal y áreas recreativas**, extremadamente vulnerables y prioritarias en caso de emergencia, incluyendo un análisis visual de las diferentes trayectorias o carreras potenciales del fuego en función de la topografía y las condiciones de viento, rutas de escape, zonas seguras, lugares prioritarios para tratamientos de selvicultura preventiva y puntos de agua. Se trata de información útil para la prevención de incendios, para proteger a la población y para reducir la dificultad de las acciones de extinción y los tiempos requeridos para ejecutarlas; esta información sirve también de base para posteriores trabajos con otra escala y detalle, como los Planes de Emergencia Municipales y los Planes de Autoprotección (Gobierno de canarias, 2011).

Las actuaciones selvícolas preventivas contra incendios forestales son cartografiadas a la escala adecuada para un plan de defensa que se considera casi insular a la vez que comarcal respecto a cada uno de los Sectores de las ZARIs de la isla de Gran Canaria. Los rasgos generales de los límites territoriales y las prescripciones de cada actuación quedan definidos en la Propuesta de Plan de Defensa, posteriormente, los planes sectoriales como los Planes de Actuación Municipal, Planes de Autoprotección, Planes de Emergencia, Planes de Quema, etc., u otros proyectos concretos podrán definir las medidas propuestas de forma más detallada.

La Propuesta de Plan de Defensa considera necesario actuar **independientemente de la titularidad del territorio, por el bien o interés general**, debido tanto a la superficie creciente de fincas con cultivos abandonados alrededor de las viviendas, en las que se

desarrolla la vegetación y se acumulan combustibles de alta peligrosidad, como a la existencia de masas forestales de gran valor medioambiental, cuya distribución en el territorio es conocida y cuyo riesgo asociado respecto a los incendios forestales depende en gran medida de la combustibilidad del territorio.

En el caso de las actuaciones de **selvicultura preventiva**, la modalidad de ejecución de los trabajos viene determinada por el estado legal de los terrenos en que se llevarán a cabo, pudiendo realizarse mediante la firma de **convenios**, **acuerdos** o mediante la **cesión temporal de los terrenos** por parte de los propietarios a la Administración, mediante **ayudas o subvenciones** para la ejecución por parte de los propietarios, o bien a través de la ejecución subsidiaria por parte de la Administración.

Hay que destacar que en 2017 el Cabildo de Gran Canaria ha creado el **Fondo Verde Forestal**, cuya cuantía pretende ser equivalente a la recaudación del demandado Céntimo Verde, 4,5 millones €/año, y cuyo objetivo es ejecutar proyectos de reforestación orientados al fomento de medidas de **prevención de incendios**, además de incrementar la superficie de captación de CO₂, luchar contra la erosión y compensar a los propietarios de superficie forestal de tipo privado, aproximadamente 130.000 ha, por los **servicios ambientales** que estas realizan de protección de suelos, biodiversidad, paisaje, agua y fijación de CO₂ (Cabildo de Gran Canaria, 2017b).

3.5.3. Medidas y actuaciones

3.5.3.1. Medidas y actuaciones para la prevención

Agrupar las actuaciones de sensibilización e información, actuaciones para modificar la combustibilidad, medidas y actuaciones de autoprotección en interfaz urbano-forestal, mantenimiento y mejora de medios de apoyo a la prevención y acciones de mejora del entorno socioeconómico.

Sensibilización e información

El INFOCA establece que se deben realizar campañas de divulgación en las que especificar las recomendaciones y medidas de prevención y protección frente a los incendios, especialmente orientadas a personas que visiten o realicen actividades en el medio forestal (INFOCA, 2014).

Las **acciones de sensibilización e información referente a la prevención de incendios** forestales contempladas en el Plan de Defensa de Gran Canaria están orientadas tanto al público en general como a colectivos concretos y aprovechan medios como la prensa escrita, radio y televisión, folletos y carteles informativos, reuniones, charlas y jornadas. Los conceptos a transmitir incluyen los siguientes:

- Percepción del riesgo que supone vivir en entorno forestal y la necesidad de colaborar con las autoridades y los medios de extinción.

- Función de servicio de la administración hacia los ciudadanos
- Necesidad de auto-proteger las viviendas mediante la limpieza de un perímetro a su alrededor, desterrando el bulo compartido por la población de que no se puede eliminar la vegetación
- Necesidad de organizarse colectivamente por caseríos para mantener una zona de seguridad limpia donde refugiarse.
- Salidas o rutas de evacuación existentes.
- Protocolos de evacuación y confinamiento.
- Protocolos para el diseño de zonas forestales habitadas seguras frente a los incendios.

El **voluntariado** debiera constituir un pilar fundamental del sistema de protección ambiental frente a los incendios forestales. Bien canalizado, el voluntariado puede ofrecer una ayuda muy valiosa en cuanto a tiempos de llegada, refuerzo de acciones, concienciación e información, muy difícil de lograr sólo con profesionales. En cuanto a las **asociaciones de vecinos**, es necesaria la interacción con la población, no sólo para reducir los incendios sino para reducir los daños que éstos generan. Así, debe potenciarse actividades encaminadas a crear una cultura del fuego y una concienciación de los riesgos que conlleva vivir en el campo.

Sensibilización e información referente a la prevención de incendios forestales (278.500€)	
Actuaciones	Descripción
Campaña de comunicación	Medios de comunicación locales. 1 campaña cada año, al comienzo de la temporada de máximo riesgo. Prioridad alta.
Buzoneo con folletos	Población situada en el entorno de las ZARIs. 20.000 folletos/año. Prioridad alta.
Carteles informativos	Instalación y mantenimiento de 75 paneles en las principales vías de comunicación en el entorno de las ZARIs. Prioridad alta.
Charlas y jornadas	7 charlas/año a realizar por personal técnico del Cabildo en los caseríos del entorno de las ZARIs. Prioridad alta.

Tabla 10. Actuaciones de información y sensibilización propuestas para la defensa de las ZARIs de Gran Canaria, relacionadas con el objetivo de prevención de incendios forestales (Gobierno de Canarias, 2011).

Modificación de la combustibilidad

La **selvicultura preventiva** se relaciona con un conjunto de reglas dentro de la selvicultura general cuya finalidad común es desarrollar estructuras de vegetación con menor grado de combustibilidad y mayor resistencia a la propagación del fuego.

Las **actuaciones de silvicultura preventiva para modificar la estructura de la vegetación y la combustibilidad** deben estar orientadas a **reducir la carga de combustible** a través de podas, aclareo o resalveo, desbroces, retirada de pinocha, rozas y retirada de restos o quema, o a **sustituir parte de la vegetación pirófito** por otra más hidrófila, y pueden sintetizarse en las siguientes:

- Fajas auxiliares lineales junto a pistas forestales.
- Creación y mantenimiento de barreras verdes.
- Apertura de áreas cortafuegos.
- Control de la vegetación mediante actuaciones superficiales perimetrales en torno a determinadas masas forestales y edificaciones objeto de protección.
- Repoblaciones y creación de fajas húmedas con especies hidrófilas.

La Propuesta de Plan de Defensa selecciona el tipo de actuación lineal o superficial más adecuado en función de la problemática concreta respecto al riesgo de incendios, de las características del territorio y de la capacidad de la Administración para ejecutar trabajos selvícolas de este tipo. La densidad de las actuaciones es definida para cumplir con unas **mínimas garantías de protección del territorio, pero asumiendo que la protección total frente al riesgo de incendios es inviable**.

Las **actuaciones lineales intensivas** son propuestas para masas forestales, preferentemente aquellas catalogadas como Montes de Utilidad Pública y aquellas que no están sometidas a figuras de protección que limiten las posibles actuaciones, así como las de titularidad privada. Las actuaciones propuestas son la creación de fajas auxiliares, fajas cortafuegos, áreas cortafuegos, barreras verdes y el mantenimiento de las actuaciones preexistentes. Las actuaciones de nueva creación deben ajustarse al trazado definido en la cartografía detallada para formar, junto con las infraestructuras de defensa preexistentes, una red de defensa adecuada que proteja las masas forestales y, especialmente, las zonas habitadas. En las zonas de titularidad particular se deben activar los mecanismos que habiliten la actuación por parte de la Administración.

Las **fajas auxiliares** son tratamientos selvícolas de reducción de la carga de combustible y cambio estructural de la vegetación que se realizan a una distancia de hasta 15 m respecto al borde de pistas, preferentemente en la margen inferior del vial. Estas zonas permiten reducir la longitud de llama de los frentes de incendio, lo que contribuye a controlar su avance a través de la vía, especialmente en el caso de frentes de poca potencia. Ante frentes de mayor potencia, si la seguridad durante la gestión de la emergencia lo permite, estas fajas auxiliares permiten anclar maniobras de ataque indirecto de incendios mediante el uso de fuego técnico para realizar quemas de ensanche, cuya funcionalidad y operatividad estará condicionada a la estructura y carga de combustible en estas zonas, orientadas a facilitar las maniobras de ignición en la fase inicial de la quema de ensanche.

Se plantea desarrollar fajas auxiliares en la zona sur de la isla, con objeto de delimitar o compartimentar cuencas hidrográficas, dificultando que los incendios se propaguen sin control y puedan convertirse en grandes incendios. En el macizo de Tamadaba se proponen para garantizar el acceso y evacuación de las zonas e infraestructuras de uso público. En la meseta central donde se ubican los Llanos de la Pez contribuyen a romper la propagación de incendios entre las distintas fachadas de la isla. En algunos collados o degolladas que constituyen pasos estratégicos como Cruz de Tejeda permiten reforzar otros tratamientos extensivos. En la fachada norte de la isla no se plantea el uso de fajas auxiliares, debido a que la frondosidad y capacidad de regeneración de la cubierta vegetal implicaría un mantenimiento excesivamente costoso. La figura 28 muestra la distribución de las actuaciones de ejecución de fajas auxiliares.

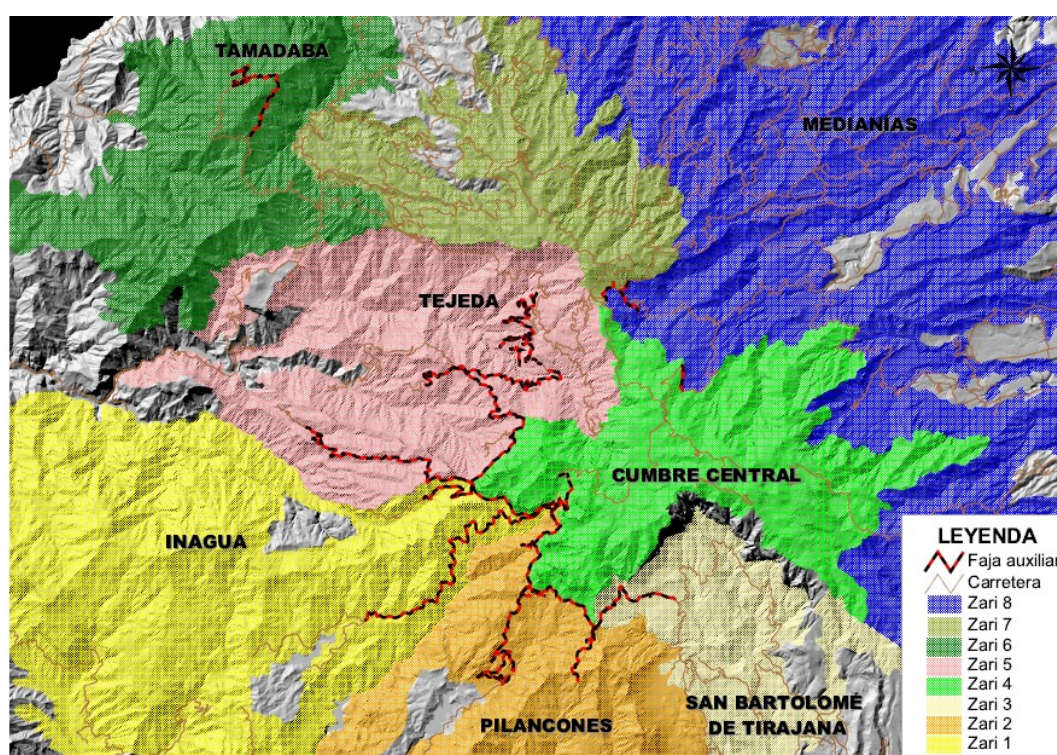


Figura 28. Distribución de los tratamientos selvícolas orientados a crear fajas auxiliares en la margen inferior de carreteras, con objeto, entre otros, de anclar maniobras de fuego técnico para aislar incendios topográficos entre las diferentes cuencas (Gobierno de Canarias, 2011).

En Gran Canaria no se aplican **fajas cortafuegos** debido al costoso mantenimiento que requieren para ser efectivas, así como al impacto visual y potencialmente erosivo que suponen. En todo caso, la abrupta topografía con acantilados puede ser considerada como un **gran cortafuegos rocoso natural** que cruza la isla de noroeste a sureste y dificulta la propagación de incendios radiantes entre las fachadas norte y sur de la isla; aunque esta estructura natural no sería efectiva frente a incendios convectivos con emisión de pavesas ni frente a incendios propagados desde el norte hacia la fachada sur.

Las **áreas cortafuegos** son tratamientos similares a las fajas auxiliares realizados sobre áreas más extensas, en zonas estratégicas para frenar posibles grandes incendios. De forma general, atendiendo a la topografía, la vegetación y la meteorología, la isla de Gran Canaria puede dividirse en tres grandes zonas: cumbres y medianías norte, macizo central y medianías sur. La distribución de las áreas cortafuegos debe ser tal que dificulte la propagación de los grandes incendios forestales entre estas tres zonas, contribuyendo a **evitar que arda más de una gran zona de la isla a la vez**. Para ello se plantea el aprovechamiento de las grandes discontinuidades existentes, principalmente las áreas rocosas, los embalses y las áreas urbanas. La figura 29 muestra la distribución de las áreas cortafuegos, diferenciando entre las actuaciones ejecutadas y las planificadas.

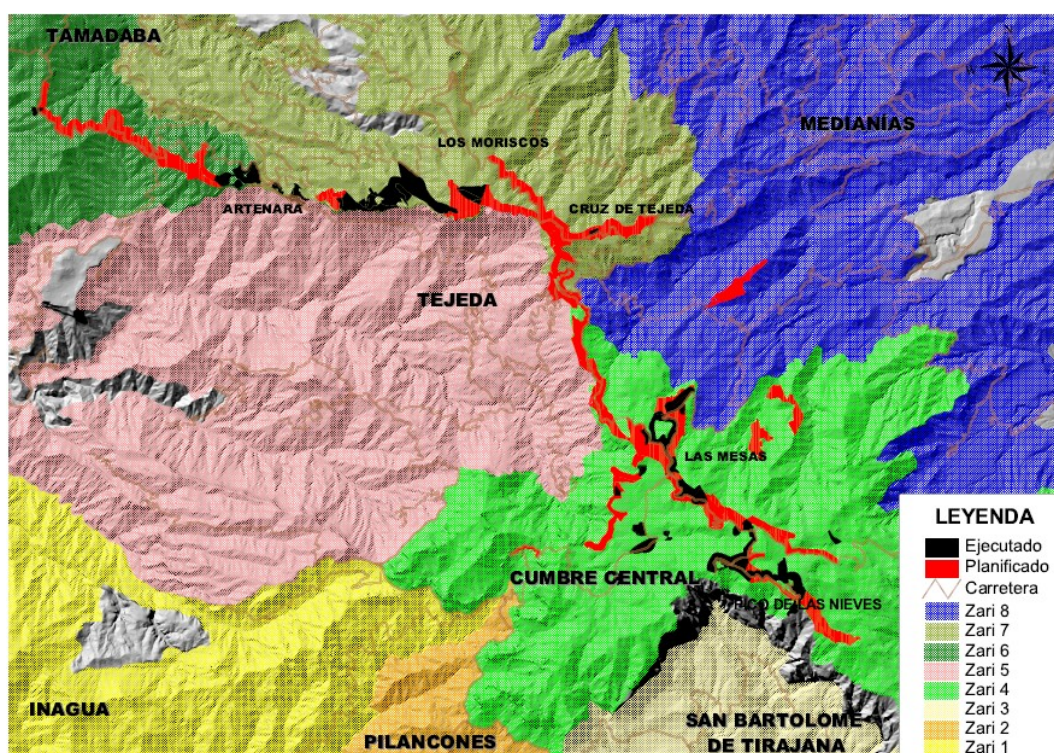


Figura 29. Distribución de los tratamientos selvícolas orientados a crear un gran área cortafuegos que cruce la isla de Gran Canaria de noroeste a sureste, apoyándose en la gran barrera cortafuegos natural que genera la cumbre de la isla como divisoria norte-sur (Gobierno de Canarias, 2011).

Dentro de la silvicultura preventiva, las **barreras verdes** se refieren a restauraciones o **mejora forestal de la vegetación de los cauces de barranco**, diseñadas y dimensionadas acorde a las actuaciones conducentes al desarrollo de infraestructuras de defensa contra incendios en los barrancos de la isla, de forma que funcionen también como zonas de pre-ataque de los incendios. El término se ha ido acuñando en el sector de los trabajos forestales de Gran Canaria durante la última década, y puede entenderse como *cortafuegos verde* en contraposición al concepto tradicional de cortafuegos referido a una franja ancha desprovista de vegetación.

Así, las barreras verdes son propuestas como restauración o mejora forestal de la vegetación de los cauces de barranco, especialmente en amplias zonas de medianías de la vertiente norte y en algunos barrancos de la vertiente sur. Se trata de un elemento dinámico en el tiempo y en el que se busca una **transformación de la vegetación existente**, normalmente en casos en que ésta no coincida con el óptimo forestal y en los que exista abundancia de especies introducidas, especialmente si se trata de especies invasoras y pirófitas. Si la vegetación existente se aproxima a su óptimo forestal, la actuación que cabe es el **enriquecimiento con especies nobles** propias del ecosistema.

Las barreras verdes deben constituir áreas de baja carga de combustible cuya estructura de vegetación evite la propagación de los incendios, reduzca su intensidad y sea capaz de facilitar un flujo adecuadamente distribuido de las aguas de escorrentía y caudales punta tras fenómenos de lluvias torrenciales. Los tratamientos selvícolas a base de repoblaciones forestales y favorecimiento de determinadas especies autóctonas ya establecidas estarán orientados a cambiar tanto los modelos de combustible como la composición florística mediante la sustitución de las especies más inflamables por otras más higrófilas. Además, para alcanzar estos objetivos será necesario continuar con tratamientos posteriores de mantenimiento, incluyendo el control periódico de las especies herbáceas y arbustivas más inflamables, hasta que la estructura arbolada final produzca suficiente sombra como para desplazar al matorral o de forma indefinida para proteger determinadas zonas de interfaz urbano-forestal especialmente expuestas al riesgo de incendios.

La superficie planificada para el desarrollo de barreras verdes es de unas 702 ha, equivalentes a unos 500 km lineales de cauces de barranco, de las que en 2011 se habrían ejecutado 422 ha, el 60% (Gobierno de Canarias, 2011). Las actuaciones son realizadas en fondos de barranco del Dominio Público Hidráulico, gestionados por el Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria. Respecto a otras parcelas de titularidad privada anexas a los cauces de barranco que fuesen de interés, sería posible establecer convenios entre el titular privado y el Cabildo de Gran Canaria, de forma que las actuaciones a realizar en estas parcelas estuvieran en sintonía con el resto.

La siguiente lista describe los diferentes trabajos selvícolas a ejecutar en barrancos para el establecimiento de las barreras verdes:

- Desbroce de matorrales densos (zarzales, cañaverales, tuneras, pitas, etc.) en los cauces y zonas aluviales de los barrancos.
- Aclareo sucesivo de eucaliptales mediante matarrasas, resalveos y muerte del tocón.
- Resalveo de conversión del monte verde en estado de monte bajo.
- Podas en las masas arbóreas conservadas, orientadas al desarrollo de una estructura abovedada que dificulte la propagación del fuego a las copas.
- Aplicación puntual de herbicidas para el control de la caña.

- Erradicación de otras especies exóticas.
- Repoblaciones con especies higrófilas propias de monteverde y bosque termófilo.

A largo plazo, los barrancos deben evolucionar hacia la **restauración del ecosistema con estructuras de vegetación más maduras** y acordes al entorno.

La figura 30 muestra la distribución de las barreras verdes, diferenciando entre las actuaciones ejecutadas y las planificadas.

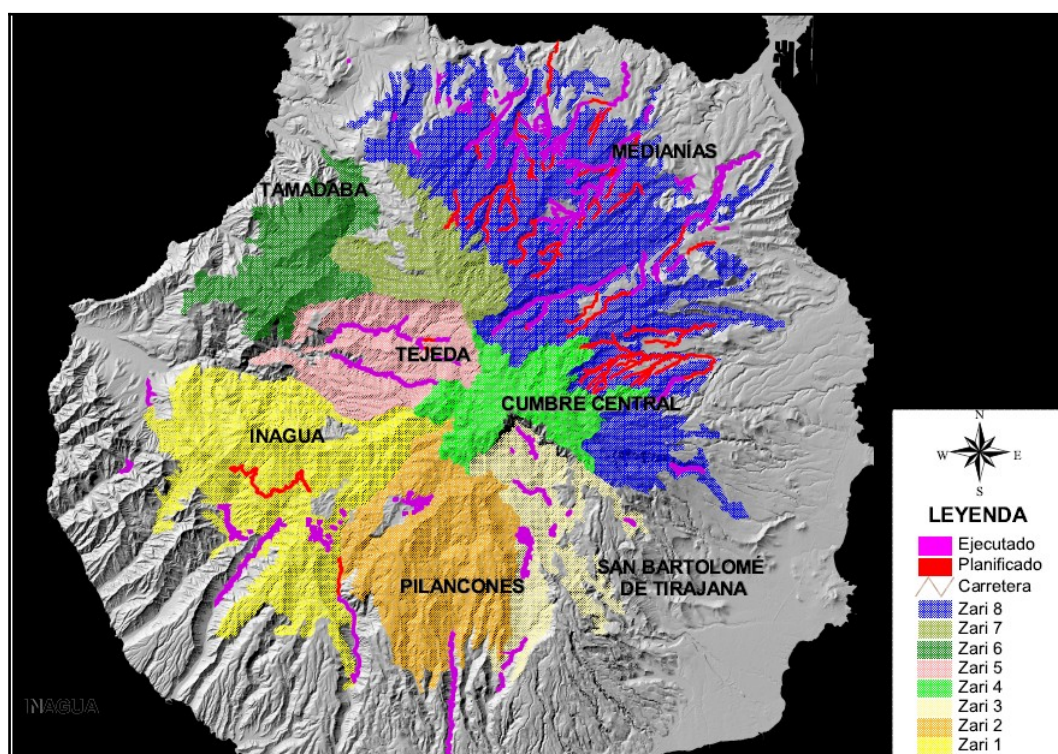


Figura 30. Distribución de la red de barreras verdes planteada para la isla de Gran Canaria (Gobierno de Canarias, 2011). Estas estructuras vegetales, basadas en el desarrollo de vegetación frondosa en los cauces principales, zonas adecuadas para el desarrollo de laurisilva, contribuyen a frenar la propagación de los incendios a través de los barrancos.

Las **actuaciones superficiales extensivas** son propuestas para zonas del territorio en las que se ubiquen puntos sensibles y, especialmente, alrededor de viviendas en la interfaz urbano-forestal. Se pretende garantizar la protección de estas zonas y dificultar la propagación de un fuego originado en estas zonas hacia otras adyacentes. Ahí se propone la realización de actuaciones de silvicultura preventiva orientadas al saneamiento superficial de las masas forestales, como las claras y resalveos. Estas actuaciones deben ajustarse a las superficies definidas en la cartografía detallada y fragmentar las masas forestales mediante la eliminación de determinadas especies inflamables y posterior repoblación con especies turgentes que constituyan cortafuegos o barreras verdes.

La siguiente lista describe las diferentes actuaciones extensivas de prevención consideradas:

- Tratamientos de desbroce de la vegetación y preparación del terreno, previo a las

repoblaciones.

- Saneamiento de las masas hasta lograr determinadas densidades de pies por hectárea, en función del grado de desarrollo de los estratos de vegetación, aplicando técnicas selvícolas como **clareos y claras altas de peso fuerte**. También la modificación de la estructura de la vegetación para modificar los modelos de combustible más peligrosos, aplicando **desbroces y podas**.
- **Roturación de terrenos agrícolas** y tratamiento de la vegetación alrededor y en zonas próximas a núcleos de población.

El presupuesto total de actuaciones de modificación de la combustibilidad para la prevención de incendios forestales es de 14.617.500€, equivalentes al 28% del presupuesto total para la Defensa de zonas de alto riesgo de incendios de Gran Canaria, 52.447.778,60€ (costes indirectos no incluidos) (Gobierno de Canarias, 2011).

Modificación de la combustibilidad para la prevención de incendios forestales (14.617.500€)	
Actuaciones lineales (4.780.300€)	Descripción
Creación de fajas auxiliares	143 ha localizadas en la zona sur, macizo de Tamadaba, meseta central de la cumbre y degolladas como la Cruz de Tejeda. Prioridad alta.
Mantenimiento de la red de fajas auxiliares	143 ha localizadas en la zona sur de la isla. Prioridad media.
Fajas auxiliares de protección en áreas recreativas	110 ha localizadas en el entorno de áreas recreativas. Prioridad alta.
Creación de áreas cortafuegos	605 ha localizadas en la cumbre, medianías del norte y sur y macizo central. Prioridad alta.
Mantenimiento de áreas cortafuegos	840 ha localizadas en zonas de cumbre y divisorias de cuencas. Prioridad media.
Creación de barreras verdes	422 ha localizadas en barrancos de la zona norte, dentro de las ZARIs. Prioridad alta.
Mantenimiento de barreras verdes	715 ha localizadas en barrancos de la zona norte, dentro de las ZARIs. Prioridad media.
Actuaciones superficiales (9.837.200€)	
Saneamiento de masas forestales	482 ha distribuidas en las ZARIs de Gran Canaria. Prioridad media.
Roturación de terrenos	197 ha localizadas en el entorno de la interfaz urbano-forestal de las ZARIs. Prioridad media.
Repoblación	1.556 ha localizadas en barreras verdes (repoblaciones de alta densidad) y áreas cortafuegos (repoblaciones de baja densidad) del entorno de la interfaz urbano-forestal de las ZARIs. Prioridad media.
Mantenimiento de actuaciones	394 ha para crear zonas de seguridad en el entorno de la interfaz urbano-forestal de las ZARIs. Prioridad media.

Tabla 11. Actuaciones lineales y superficiales de modificación de la combustibilidad propuestas para la defensa de las ZARIs de Gran Canaria, relacionadas con el objetivo de prevención de incendios forestales (Gobierno de Canarias, 2011).

El Proyecto de cambio de modelos de combustible en zonas de alto riesgo de incendios forestales en Gran Canaria propone zonas determinadas como **Áreas de Baja Carga de Combustible**, junto con acciones a ejecutar en su entorno, orientadas a disminuir la velocidad de propagación y la intensidad del fuego en caso de incendio, y a dotar a los medios de extinción de zonas estratégicas y seguras desde donde poder afrontar maniobras de supresión o defensa.

La tabla 12 registra el conjunto de áreas de baja carga de combustible determinadas en el proyecto, nombradas en función del topónimo más representativo del lugar, y las agrupa

por municipios y, en el caso de que el municipio esté mancomunado, por mancomunidades (Cabildo de Gran Canaria, 2017a).

Área de baja carga de combustible	Municipio	Mancomunidad
Tamadaba	Agaete	Norte
Mesa de Galaz - Moriscos - Artenara (*); Tirma - Cruce Acusa - Artenara; Las Arbejas	Artenara	
Osorio	Aruacas y Fargas	
Área recreativa Monte Pavón; Área recreativa Monte Pavón hacia Caideros; Bascamao; La Solapilla; Moriscos - Pinos de Gáldar; Monte Pavón; Pinos de Gáldar - Monte Pavón; Barranco de los Propios	Gáldar y Santa María de Guía	
Barranco del Laurel; GC-75 pk 15 al 17,5; Lomo de Santiago Rivero; Mesa de Galaz - Moriscos - Artenara (*); Pinos de Gáldar - El Gusano; Barranco de Azuaje	Moya	
Barranco de Madrelagua; Caldera de Pino Santo; Lo Blanco GC-212; Ariñez GC-42 (*); Osorio (*); Pino Santo - Llanos de María Rivera (*); Sagrado Corazón	Teror	
Ariñez GC-230; Barranco de La Retamilla; Cueva Corcho; Ariñez GC-42 (*); Lanzarote; Mesa de Galaz (*); Mesa de Galaz - Moriscos - Artenara (*); Osorio (*); Barranco de La Virgen; Valleseco - Zamora; Zamora - Laguna de Valleseco	Valleseco	Medianías
Pino Santo - Llanos de María Rivera (*); Barranco Guiniguada - Lomo Espino; Divisoria San Mateo - Tenteniguada (*); Las Meleguinas	Santa Brígida	
Barranco Guiniguada - Utiaca; Divisoria San Mateo - Tenteniguada (*); Ariñez GC-42 (*); Mesa de Galaz (*)	San Mateo	
Bentayga - Cruz de Timagada; Bentayga - El Chorrillo Degollada del Aserrador; El Espinillo; Hornos; Juncal de Tejeda; Nublo	Tejeda	
Divisoria San Mateo - Tenteniguada (*)	Valsequillo	
Mesa de las Vacas	Agüimes; Santa Lucía de Tirajana	Sureste
Llanos de María Rivera; San José del Álamo	Las Palmas de Gran Canaria	No mancomunados
Alto de Tunte - Fataga; Cruz Grande; Cruz Grande - Pajonales - Degollada Manzanilla; Risco Blanco GC-654	San Bartolomé de Tirajana	
Inagua	Mogán	

Tabla 12. Áreas de baja carga de combustible establecidas en el Proyecto de cambio de modelos de combustible en las zonas de alto riesgo de incendios forestales de Gran Canaria, agrupadas por municipios y mancomunidad. El asterisco indica áreas de baja carga distribuidas en varios municipios (Cabildo de Gran Canaria, 2017a).

La figura 31 muestra la distribución de las áreas de baja carga de combustible establecidas en el Proyecto de cambio de modelos de combustible.

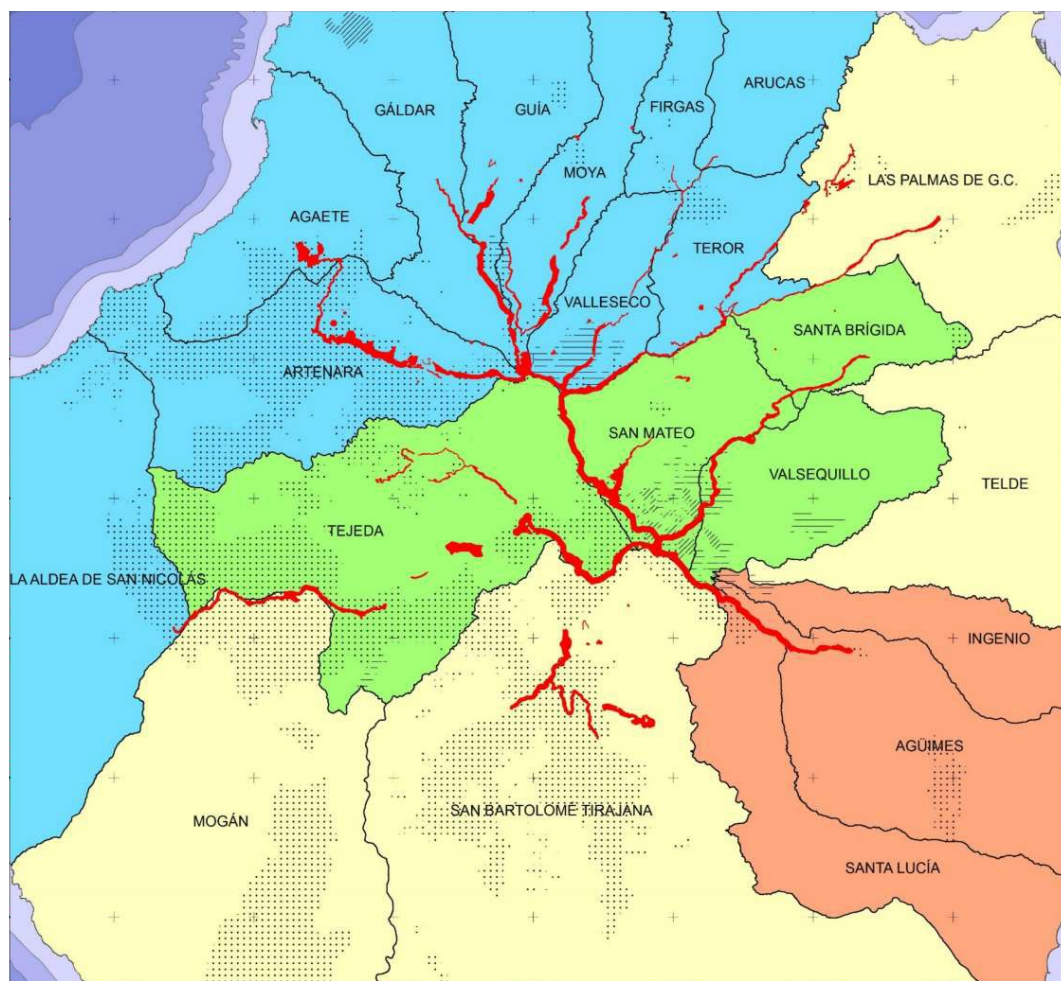


Figura 31. Distribución espacial de las zonas de baja carga de combustible establecidas en el Proyecto de cambio de modelos de combustible en las zonas de alto riesgo de incendios forestales de Gran Canaria, agrupadas por municipios y mancomunidad (Cabildo de Gran Canaria, 2017a).

Considerando las características orográficas y la orientación a los vientos dominantes de las zonas de actuación, así como la presencia de construcciones e infraestructuras, las actuaciones para el cambio de modelos de combustible se refieren a **divisoria de cuenca, ejes de cresta y degolladas, cauces y nudos de barranco, áreas recreativas y núcleos urbanos y carreteras en torno a cauces de barranco**.

En estas zonas, las estructuras de vegetación sobre las que realizar las actuaciones corresponden a arbolado (pinar monoespecífico y mixto; eucaliptares y castaños), matorral (retamares, codesares, escobonales, jarales, cañaverales y zarzales) y herbazal. La vegetación presente en las zonas de actuación se encuentra profundamente alterada en la actualidad a causa de la influencia de los usos tradicionales del territorio. Actualmente destaca la abundancia de matorrales de sustitución de las comunidades potenciales, que presentan una distribución relíctica y muy fragmentada de pinar canario subhúmedo, con

sotobosque de transición a laurisilva, surcado por corredores de sauzales y juncales en fondos de barranco. Los matorrales de sustitución ocupan las áreas abiertas entre las repoblaciones de pino canario realizadas en las últimas décadas, con escasa representación de pinar natural. También es posible encontrar eucaliptos y otras especies arbóreas de las que se hacía mayor aprovechamiento forestal en el pasado, como castaños, manzanos o nogales. Las tierras agrícolas en estas zonas se concentran principalmente en laderas de barranco alrededor de los núcleos poblados, sobre suelos ricos en materia orgánica ocupados en el pasado por bosques de laurisilva (Cabildo de Gran Canaria, 2017a).

Las **prescripciones técnicas de actuaciones sobre la vegetación en las áreas de baja carga de combustible** determinadas por el Proyecto de cambio de modelos de combustible en las ZARIs de Gran Canaria están referidas a desbroce, resalveo, poda, apeo, desramado, tronzado, apilado, saca, acordonado y eliminación de restos. A continuación se describen las características generales de estos trabajos (Cabildo de Gran Canaria, 2017a).

El **desbroce** consiste en la eliminación de todo el matorral existente de cañaveral y zarza mediante motodesbrozadora antes de que tenga lugar la diseminación de semillas. El desbroce será selectivo cuando afecte a las especies de matorral inflamable: jaras (*Cistus spp.*), zarzas (*Rubus spp.*), codeso (*Adenocarpus foliolosus*), retamas (*Teline spp.*), incienso (*Artemisia thuscula*), caña (*Arundo donax*), granadillo (*Hypericum canariensis*), vinagrera (*Rumex lunaria*), helechos (*Pteridium aquilinum*), así como a otras especies menos inflamables como tuneras (*Opuntia spp.*) y pitas (*Agave spp.*). El desbroce selectivo debe priorizar entre especies: las cañas y zarzas son los objetivos principales, seguidos por el resto de especies ordenadas de más a menos inflamables y, finalmente, las pitas y tuneras. La proporción de cobertura de matorral a eliminar varía en función de la pendiente del terreno: con pendientes de hasta el 25% se realizan desbroces selectivos hasta eliminar el 70% de la vegetación, con pendientes mayores al 25% se realizan desbroces selectivos por fajas hasta eliminar el 40% de la vegetación. En determinadas zonas de medianías altas de la fachada norte, además de mantener las zonas de pastoreo, éstas se favorecerán mediante desbroce selectivo de matorral fibroso.

El **resalveo de especies de monte verde** se realiza sobre las cepas de los pocos ejemplares de monte verde presentes en las zonas de actuación, en función de su estado de evolución, considerando la altura, cobertura y estructura de las cepas que componen la formación vegetal sobre la que trabajar. En una primera actuación se debe limpiar de tallos y ramas secas. A continuación se resalvean varas respetando las más gruesas de la periferia, de forma que no se reduzca la fracción de cabida cubierta más de un 30%, evitando que la luz penetre hasta la zona del suelo. Finalmente se realiza la poda de los tallos restantes siempre y cuando éstos tengan una altura superior a 3 metros, con una altura de poda mínima de 50 cm y sin superar la tercera parte de la altura del tallo para evitar desequilibrios que favorezcan el rebrote de cepa. Esta actuación debe realizarse durante el periodo de reposo de la planta, próximo al comienzo del periodo vegetativo.

Con la **poda** se eliminan ramas bajas del arbolado para evitar la continuidad del

combustible. Se realizarán a un máximo de 5 m de altura. Las labores de poda deben realizarse durante el periodo de parada vegetativa.

Para el **apeo** o corta de árboles se deben elegir previamente los árboles a eliminar, orientado a un clareo establecido para cada zona, con densidades de 200, 250 y 300 pies/ha. Las operaciones de corta deben ejecutarse con el mínimo daño para el sotobosque y los árboles que permanezcan en pie y evitando elevadas concentraciones de pies abatidos en el monte, por lo que deberán coordinarse con la preparación de productos forestales y desembosque.

Debido a la orografía accidentada de algunas zonas de actuación, donde no sea posible realizar la saca del fuste entero de los árboles apeados se procederá a su procesado *in situ*, incluyendo el **desramado, tronzado y apilado**.

El **acordonado** de los restos vegetales procedentes de los tratamientos selvícolas consiste en el almacenamiento de los residuos de desbroce, desrame y despunte, y cualquier otro resto existente en el monte, en montones o cordones que faciliten su eliminación.

En cuanto a la **eliminación de los residuos**, los propietarios de los terrenos o los vecinos de la zona podrán hacer uso de la madera si está situada en zonas accesibles. Si los restos son abundantes, sólo se eliminarán si la pendiente del terreno es menor al 50%. La eliminación de los residuos ligeros se realiza mediante triturado con motodesbrozadora con disco triturador y posterior distribución homogénea sobre el terreno. En cuanto a la eliminación de residuos no triturables *in situ*, si distan menos de 50 m de la pista, deberán ser trasladados hasta un lugar accesible y posteriormente cargados y trasladados a vertedero o aserradero; en su caso, podrán ser apilados a pie de pista para su posterior aprovechamiento durante un plazo máximo de 15 días. Donde sea posible realizar la saca de los fustes, ésta se realizará mediante cable tirado por *skidder*. En este caso, la maquinaria sólo puede circular por la red de pistas existente. Si los residuos no triturables distan más de 50 m de la pista, serán apilados en contacto con el suelo para favorecer su degradación; la altura máxima de las pilas debe ser inferior a 0,4 m. El fuego podría ser utilizado en determinadas circunstancias para realizar la **quema controlada** de residuos previamente apilados en un lugar adecuado.

Medidas y actuaciones de autoprotección en interfaz urbano-forestal

El fin último de las **medidas de autoprotección** es evitar que el fuego forestal alcance zonas urbanas y ocasione daños a las personas y sus bienes, así como evitar que los incendios originados en estas zonas de interfaz urbano-forestal se conviertan en incendios forestales. Para conseguir el nivel de autoprotección deseado se plantean las siguientes medidas:

- Recuperación de terrenos agrícolas de abandono reciente mediante la roturación de tierras o la reforestación con especies más turgentes, especialmente agroforestales, de monteverde y de bosque termófilo.
- Establecimiento de barreras verdes en cauces localizados en las proximidades e

interior de núcleos urbanos.

- Áreas de baja carga de combustible alrededor de las viviendas, gestionadas por sus propietarios con el asesoramiento, información y apoyo administrativo de las Administraciones.
- Actuaciones de vigilancia, pronto ataque y policiales orientadas a la inspección, investigación y sanción.

En las zonas de interfaz urbano-forestal y en las instalaciones de acampada, para disminuir o romper la continuidad de los combustibles se debe asegurar la existencia de una franja perimetral de 30 m de ancho alrededor de urbanizaciones, edificaciones o instalaciones, libre de vegetación seca y con la masa arbórea y arbustiva aclarada. Excepcionalmente y fuera de la época de peligro alto, se permite el uso del fuego en los montes y terrenos forestales en los montes y terrenos forestales previa autorización del Órgano competente (INFOCA, 2014). Respecto a las **líneas de alta tensión**, deben someterse a revisiones periódicas para evitar situaciones de riesgo, aplicando podas y talas selectivas, siempre antes de que comience la época de peligro alto (INFOCA, 2014).

Mantenimiento y mejora de medios de apoyo a la prevención

Para el **mantenimiento y mejora de medios de apoyo a la prevención**, las actuaciones dirigidas a la Brigada de Investigación de Incendios Forestales (BIIF) están orientadas a mejorar la investigación de la causalidad de los incendios.

Mantenimiento y mejora de medios de apoyo a la prevención de incendios forestales (99.500€)	
Actuaciones	Descripción
Adquisición de un vehículo propio	Un vehículo todoterreno de 9 plazas para la Brigada de Investigación de Incendios Forestales. Prioridad media.
Formación continua	Dos cursos anuales para formación de la Brigada de Investigación de Incendios Forestales. Prioridad alta.
Implementación de una base de datos	Caracterización de la causalidad de los incendios forestales, para su posterior estudio y tratamiento. Prioridad alta.

Tabla 13. Actuaciones de mantenimiento y mejora de los medios de apoyo a la prevención propuestas para la defensa de las ZARIs de Gran Canaria, relacionadas con el objetivo de prevención de incendios forestales (Gobierno de Canarias, 2011).

Acciones de mejora del entorno socioeconómico

Respecto a las acciones de **mejora del entorno socioeconómico** en las zonas de alto riesgo de incendios forestales, destaca la **potenciación de la agricultura**, evitando prácticas agrícolas mal realizadas, como las quemas de rastrojos no autorizadas, y el abandono de tierras que favorece la colonización del territorio por matorrales forestales relacionados con

modelos de combustibles de alto riesgo. Se propone establecer estrategias de mercado que favorezcan las empresas a escala familiar, lo que requiere una capacitación y acompañamiento a la comercialización, hasta crear una red con nuevos canales de venta en los que se destaque los beneficios ambientales de este tipo de aprovechamiento del territorio frente a los incendios forestales.

Vinculado a la agricultura existen otros **aprovechamientos tradicionales de los recursos** que se pueden fomentar, como la recogida de pinocha para uso agrícola, desarrollo del turismo rural, actividades de ocio y deportes en la naturaleza. Para favorecer las actividades económicas compatibles con el entorno y su conservación, incluyendo sinergias con actividades turísticas, lúdicas y recreativas, es necesario disponer de infraestructuras de acogida y estancia de los visitantes.

Otro sector que debe contemplarse para mejorar la estructura socioeconómica local y reducir el riesgo de incendios es la creación de una **industria maderera orientada al consumo local**, aportando valor económico a las masas boscosas y propiciando iniciativas de inversión para su aprovechamiento, beneficiándose de las ventajas competitivas de la certificación de los productos, lo que ayudaría a reducir la importación y la dependencia de los mercados exteriores y repercutiría positivamente en el mercado laboral rural. Cabe destacar también el aprovechamiento forestal para la **producción de energía** a través de la biomasa, lo que podría ser favorecido haciendo uso de esta energía en infraestructuras de uso público de ámbito municipal como calderas de edificios y piscinas, además del interés potencial del sector industrial y de servicios.

Mejora del entorno socioeconómico para la prevención de incendios forestales	
Actuaciones	Descripción
Potenciación de la agricultura tradicional	Prevención de prácticas agrícolas mal realizadas (relacionadas con la quema de rastrojos, etc) y de abandono de actividades relacionadas con la agricultura tradicional. Prioridad media.
Desarrollo de actividades económicas compatibles con el entorno	- Establecimiento de estrategias de mercado para el acercamiento de productos artesanos, sostenibles y naturales a los consumidores. - Promoción de la inserción formal de pequeños productores al mercado mediante la consolidación de una infraestructura de transformación, empaque y distribución de mercancías adecuada y la implantación de centros de distribución estratégicamente distribuidos. - Desarrollo de una política de capacitación y acompañamiento para crear una red de comercialización y dar salida a iniciativas agrícolas de escala familiar. - En las áreas de influencia socioeconómica vinculadas a los Espacios Naturales Protegidos incluidos en las ZARIs, compensación económica e implementación de infraestructuras y equipamientos que faciliten el acceso y mejoren las condiciones de vida de sus habitantes. - Facilitar la acogida y estancia de visitantes mediante la mejora de infraestructuras orientadas al desarrollo económico mediante actividades turísticas, lúdicas y recreativas compatibles con la finalidad de protección del territorio. Prioridad media.

Fomento de actividades tradicionales	Facilitar la recogida de pinocha, reduciendo la carga de combustible y fomentando una agricultura sostenible. Prioridad media.
Desarrollo de industria maderera y de aprovechamientos de la biomasa	- Promover iniciativas de inversión para el aprovechamiento económico de los recursos forestales, creando empleo y ayudando a reducir las importaciones y dependencias de mercados exteriores. - Certificaciones de calidad. - Promoción del aprovechamiento energético de la biomasa forestal. Prioridad media.

Tabla 14. Actuaciones de mejora del entorno socioeconómico para la defensa de las ZARIs de Gran Canaria, relacionadas con el objetivo de prevención de incendios forestales (Gobierno de Canarias, 2011).

3.5.3.2. Medidas y actuaciones referentes a la detección y extinción

Todo sistema está sujeto a mejoras relacionadas con técnicas y tecnologías para hacer frente a los nuevos retos y problemas que se generan. Por otra parte, tanto las infraestructuras como los vehículos o el personal están sujetos a algunas de las siguientes fases: construcción, implantación o puesta en funcionamiento, revisión periódica o revaluación, mantenimiento, retirada o eliminación.

Respecto al **mantenimiento y mejora de infraestructuras** La tabla 15 muestra la descripción de las acciones relativas a la red viaria, red de estaciones meteorológicas, red de comunicaciones, red de vigilancia, red de puntos de agua, helipuertos y helisuperficies.

Mantenimiento y mejora de infraestructuras para la mejora del dispositivo de vigilancia y extinción de incendios forestales (2.024.075€)	
Actuaciones	Descripción
Infraestructuras viarias	- Inventario de caminos y pistas situados dentro de las ZARIs. Prioridad alta. - Listado de mejora y acondicionamiento de la infraestructura viaria. Pendiente de proyectar. Prioridad media. - Señalización de pistas mediante 500 postes en caminos y pistas. Prioridad alta. - Establecimiento de servicio de <i>bulldozers</i> para disponer de 5 conductores en las medianías del norte de la isla durante 3 meses al año. Prioridad media. - Mantenimiento anual de pistas y caminos situados dentro de las ZARIs. Prioridad alta.
Red de estaciones meteorológicas	- Instalación de 8 estaciones automáticas distribuidas en puntos estratégicos de las ZARIs. Prioridad media. - Sistema informático de análisis de riesgo con recepción e interpretación de datos meteorológicos y elaboración de índices, gestionado por el CECOPIN. Prioridad media. - Mantenimiento anual de la red de estaciones meteorológicas. Prioridad alta.
Red de comunicaciones	- Despliegue de la red UHF mediante la instalación de un nuevo repetidor (prioridad alta), adquisición de terrenos (prioridad media) y adquisición de equipos receptores para los dispositivos de vigilancia y extinción (prioridad alta). - Implementación de sistemas de seguridad en las comunicaciones GPS. Prioridad alta. - Realización de cursos de formación del personal del dispositivo de vigilancia y extinción. Prioridad alta. - Mantenimiento anual de la red de comunicaciones localizadas en las ZARIs. Prioridad alta.
Red de vigilancia	- Mejora de los accesos a torres de vigilancia. Prioridad alta. - Obras menores de conservación de torres de vigilancia. Prioridad alta. - Autosuficiencia energética en torres de vigilancia. Prioridad alta. - Adquisición de terreno donde se localiza la torre de vigilancia de Ariñez. Prioridad media. - Construcción de una nueva torre en la cumbre central (Picacho). Prioridad media. - Construcción de instalaciones auxiliares en tres torres de vigilancia. Prioridad media. - Vigilancia disuasoria con dos puestos de vigilancia disuasoria en torres afectadas por el mar de nubes. Prioridad media. - Mantenimiento anual de la red de vigilancia distribuida en las ZARIs.
Red de puntos de agua	- Estandarización de las tomas de agua de la red de hidrantes. Prioridad media. - Mejora de los accesos a ciertas tomas de agua. Prioridad media. - Instalación de hidrantes en determinadas zonas de interfaz urbano-forestal. Prioridad media. - Revisión anual de la red de hidrantes de las ZARIs. Prioridad alta. - Mantenimiento anual de la red de hidrantes de las ZARIs. Prioridad alta.
Helipuertos y helisuperficies	- Creación de nuevas helisuperficies permanentes en finca de Osorio y Llano de la Mimbres. Prioridad alta. - Mantenimiento anual de helipuertos y helisuperficies de las ZARIs. Prioridad alta.

Tabla 15. Actuaciones de mantenimiento y mejora de infraestructuras propuestas para la defensa de las ZARIs de Gran Canaria, relacionadas con el objetivo de aumento de la eficacia y seguridad en la detección y extinción de incendios forestales (Gobierno de Canarias, 2011).

Finalmente, la Tabla 16 muestra los requisitos mínimos que requiere el **dispositivo de vigilancia y extinción** para la defensa frente a los incendios forestales.

Mantenimiento y mejora del dispositivo de vigilancia y extinción (35.427.953,60€)	
Actuaciones	Descripción
Disposición de medios humanos	- Potenciación de agrupaciones de voluntariado ambiental. Prioridad alta. - Cursos anuales de formación general y de formación específica para especialistas, mandos intermedios y mandos técnicos. Prioridad alta. - Gastos de personal terrestre y aéreo. Prioridad alta.
Disposición de recursos	- Adquisición de vehículos <i>pick-up</i> para las brigadas de extinción. Prioridad alta. - Adquisición de vehículos autobomba para las brigadas de extinción. - Mantenimiento anual de medios y equipos de las brigadas de extinción. Prioridad alta.

Tabla 16. Actuaciones de mantenimiento y mejora del dispositivo de vigilancia y extinción propuestas para la defensa de las ZARIs de Gran Canaria, relacionadas con el objetivo de aumento de la eficacia y seguridad en la detección y extinción de incendios forestales (Gobierno de Canarias, 2011).

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Cambio climático

- La temperatura media anual de Canarias está en aumento, más acusado en los últimos años y más intenso en las cumbres.
- Las olas de calor tienden a aumentar su frecuencia anual, apuntando a un crecimiento del periodo estival hacia el comienzo del otoño, con impactos ecológicos acumulativos.
- Las precipitaciones anuales tienden a disminuir, siendo más significativo en las laderas de barlovento de las islas montañosas. Esto se relaciona con menor infiltración y recarga de acuíferos y con escorrentías menos frecuentes y más erosivas. Canarias es una región donde los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos se notarán especialmente.
- Se observa cierto cambio en la dirección de los vientos; especialmente aumento de frecuencia de vientos de componente este en otoño e invierno. Relacionado con advecciones de polvo sahariano, olas de calor y mayor riesgo de incendios.
- A escala global los impactos del cambio climático supondrán una parte significativa del producto interior bruto. En Canarias ocasionará desequilibrios ecológicos que retroalimentarán la vulnerabilidad tanto de la biodiversidad como del modelo socioeconómico. Una inversión temprana en adaptación reduce la vulnerabilidad y permite ahorrar recursos frente a las consecuencias de los impactos negativos esperados.
- Los impactos esperados del cambio climático sobre la biodiversidad en Canarias son: proliferación y expansión de especies introducidas, aumento del riesgo de incendios, cambios en la resiliencia de los ecosistemas y contracción del rango de distribución de especies y ecosistemas.
- Es necesario identificar aquellos impactos del cambio climático sobre los que actuar estratégicamente. La investigación debe resolver incertidumbres sobre la extensión de los impactos, mejorar las proyecciones de cambio climático a escala regional, mejorar la comprensión sobre la respuesta de las especies y ecosistemas y evaluar la idoneidad de posibles medidas de adaptación.
- Adaptación a través de una gestión ambiental preventiva, basada en favorecer la adaptación de los ecosistemas, controlar y evitar el establecimiento de nuevas especies exóticas invasoras y desarrollar una silvicultura preventiva frente a los incendios forestales, acorde con los requerimientos ambientales y ecosistémicos del territorio.

4.2. Especies exóticas

- Existe consenso acerca de los daños a la biodiversidad y de las pérdidas socioeconómicas ocasionadas por las especies exóticas invasoras, que constituyen la segunda causa más grave de pérdida de biodiversidad a nivel mundial.
- Es imprescindible abordar el problema de las especies exóticas en el presente para evitar invasiones que ocasionen daños mayores y costes inasumibles en el futuro. Es necesario incidir en los factores culturales, económicos y ambientales implicados en el desarrollo de las invasiones biológicas, y en sus posibles interrelaciones y consecuencias.
- Más de 2.000 especies terrestres introducidas en Canarias, equivalente a la tercera parte de las especies nativas del archipiélago. Más de 400 especies introducidas son consideradas invasoras, de las que 217 están presentes en Gran Canaria.
- Es difícil identificar a priori qué especies de nueva introducción podrían ser más o menos problemáticas como invasoras. Por tanto, frente a la incertidumbre, es de vital importancia establecer mecanismos de gestión que permitan prevenir las invasiones y articular respuestas rápidas y eficaces de control. La identificación de especies con elevado potencial invasor en las vías de entrada, la detección temprana de individuos y núcleos poblacionales en el territorio y el despliegue de planes de contingencia facilitarán la eficacia necesaria para gestionar adecuadamente este tipo de problemas.
- Apostar por un mejor conocimiento y comprensión acerca de las especies invasoras presentes y de aquellas susceptibles de ser introducidas y que, por tanto, podrían llegar a expresar un comportamiento invasor.
- Respecto a los mamíferos hervíboros de carácter invasor, es necesario un control efectivo para la conservación y recuperación adecuada de especies y ecosistemas y, en lo posible, su erradicación. En particular, poblaciones de conejos y de cabras y ovejas de origen doméstico establecidas en el territorio que dañan significativamente nuestra biodiversidad y amenazan las inversiones con esfuerzos y recursos para su recuperación.
- Favorecer, incentivar, potenciar y reconocer los esfuerzos de las ciencias ambientales y sociales por el conocimiento de interrelaciones entre especies exóticas, invasiones biológicas, cambio climático y desarrollo socioeconómico responsable y sostenible.
- Favorecer políticas educativas y de divulgación que acerquen la problemática de las especies invasoras a las Administraciones y a la sociedad en general.
- Las herramientas predictivas que permiten una respuesta temprana a las invasiones requieren disponer datos precisos sobre la distribución geográfica de las especies y

de las variables ambientales que afecten a la distribución de aquellas sobre el territorio permiten el uso. Es necesario incrementar, aglutinar y mantener actualizada y accesible dicha base de información.

- Establecer prioridades para la gestión de las invasiones biológicas, considerando las especies introducidas, las vías de entrada y la sensibilidad y susceptibilidad del territorio frente a las invasiones.
- Los sistemas de alerta temprana facilitan la identificación de situaciones de riesgo relacionadas con especies invasoras, permitiendo actuar en las vías de introducción, zonas de introducción, establecimiento y dispersión, antes de que estos eventos se produzcan.
- Las acciones dirigidas a aumentar la concienciación y participación ciudadana en todas las actividades relacionadas con el cambio climático, las invasiones biológicas y sus consecuencias para la biodiversidad autóctona son medidas preventivas óptimas.
- Mayor número de profesionales con formación taxonómica en los diferentes organismos e instituciones responsables de la gestión de las especies invasoras, como administraciones autonómicas, insulares y locales, SEPRONA o Aduanas.

4.3. Incendios forestales

- El cambio climático amplía las zonas de alto riesgo de incendios forestales, la época de peligro, y la frecuencia de igniciones y desarrollo de incendios. Los incendios de alta intensidad y los grandes incendios forestales seguirán superando las capacidades de los dispositivos de extinción.
- El aumento de frecuencia de los incendios favorece la erosión del territorio, pone en peligro la integridad física de las personas, ocasiona importantes pérdidas económicas y puede favorecer a determinadas especies invasoras.
- La combustibilidad del territorio aumentará con el cambio climático y condicionará un incremento de igniciones por negligencias y accidentes asociados a la actividad humana, principalmente en zonas de interfaz urbano-agrícola-forestal. Es necesario hacer hincapié en medidas de autoprotección y medidas de seguridad respecto al uso de maquinaria.
- El abandono de zonas rurales, de la agricultura y de los aprovechamientos forestales asociados, junto con un desarrollo de masas forestales jóvenes, inestables e inadecuadamente gestionadas se suman al cambio climático y complica la gestión del riesgo de incendios.
- La adaptación forestal al cambio climático requiere de soluciones locales que combinen las experiencias de las medidas de adaptación disponibles con el conocimiento avanzado de la investigación básica.

- La prevención debe orientarse a reducir la carga de combustible existente en el monte mediante actuaciones de silvicultura preventiva y políticas dirigidas a propietarios forestales y ciudadanía para la revalorización económica del monte, desarrollo de infraestructuras, concienciación ciudadana e investigación. Las políticas para la gestión de los incendios forestales deben ajustarse a las nuevas condiciones climáticas y a la dinámica de las formaciones vegetales.
- Las acciones de información y formación a la ciudadanía favorecen el diseño de estrategias factibles sobre el territorio y facilitan los procesos de negociación necesarios.
- Es necesario desarrollar planes locales de emergencia y potenciar el asesoramiento a quienes están relacionados con infraestructuras y actividades en entornos forestales.
- Hace falta un gran esfuerzo orientado a perseguir las acciones humanas que ocasionan los incendios para reducir la siniestralidad.
- Para reducir los daños ocasionados por los incendios se requiere una gestión forestal preventiva que tenga en cuenta la diversidad, estructura y funcionamiento de los ecosistemas.
- Buscar el desarrollo de formaciones vegetales cuya distribución sobre el territorio facilite la defensa de los valores medioambientales (hábitats naturales, especies amenazadas, servicios ecosistémicos, etc.) y la estabilidad socioeconómica (integridad física de personas e infraestructuras, defensa y sinergias con explotaciones agrícolas, ganaderas y forestales) a través de su distribución en el territorio.
- Los incendios y el fuego controlado pueden ser una herramienta de gestión adecuada para conducir las manchas homogéneas y artificiales de pinar de repoblación y plantaciones, estancadas en la sucesión ecológica, hacia formaciones forestales maduras.
- Orientar los aprovechamientos forestales a optimizar la respuesta de las formaciones vegetales frente a los incendios, integrándolos como herramientas para la gestión.
- Recuperar espacios naturales y agroforestales con una cubierta vegetal bien gestionada y preparada para evitar incendios de alta intensidad.
- La legislación sobre incendios forestales regula las actividades susceptibles de producir un incendio forestal, así como todas las actuaciones, planes, programas y protocolos de prevención y extinción para reducir el número de incendios forestales y el daño causado. Es importante avanzar hacia una adaptación de la normativa de incendios forestales que considere los escenarios previsibles de cambio climático.
- Las bases de datos constituyen una fuente de información estadística de enorme valor para el estudio y análisis temporal de diferentes aspectos de los incendios

forestales, como su ocurrencia, las causas, la localización de los puntos de ignición, la superficie, tipo de vegetación afectada y las condiciones meteorológicas. Junto con datos meteorológicos, climáticos y de vegetación basados en escenarios de cambio climático, constituyen buena parte de la información necesaria para predecir el comportamiento y mejorar la gestión de los incendios forestales en escenarios de cambio climático.

- El desarrollo e interrelación de la cartografía de especies, hábitats e incendios forestales permitirá mejorar la capacidad de monitorizar los impactos del fuego sobre la biodiversidad y definir con mayor precisión las necesidades de adaptación.
- Invertir en verde para evitar el coste que supone el negro del incendio.

BIBLIOGRAFÍA

Agencia Efe. 2018a. Controlado, pero no erradicado, el mosquito del dengue en Fuerteventura. Canarias 7. [acceso: 16-04-2018]

(<https://www.canarias7.es/siete-islas/fuerteventura/controlado-pero-no-erradicado-el-mosquito-del-dengue-en-fuerteventura-MB4065871>)

Agencia EFE. 2018b. Perros asilvestrados matan 30 ovejas de raza palmera en peligro de extinción. La Palma Ahora [acceso: 26/04/2018]

(https://www.eldiario.es/lapalmaahora/sucesos/Perros-asilvestrados-oveja-palmera-peligro-extincion_0_632387316.html)

Alonso-Pérez, S., Cuevas, E., Pérez, C., Querol, X., Baldasano, J.M., Draxler, R. & De Bustos, J.J. 2011. Trend changes of African airmass intrusions in the marine boundary layer over the subtropical Eastern North Atlantic region in winter, Tellus B: Chemical and Physical Meteorology, 63:2, 255-265. ([enlace al documento](#))

Arechavaleta M., S. Rodríguez, N. Zurita & A. García (coord.). 2010. Lista de especies Silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres. Gobierno de Canarias. 579 pp. ([enlace al documento](#))

Bomford, M. Risk assessment models for establishment of exotic vertebrates in Australia and New Zealand. Invasive Animals Cooperative Research Centre, Canberra. ([enlace al documento](#))

Brooks M. L., C.M. D'Antonio, D.M. Richardson, J.B. Grace, J.E. Keeley, J.M. Di Tomaso, R.H. Hobbs, M. Pellant & D. Pyke. 2004. Effects of Invasive Alien Plants on Fire Regimes. BioScience, 54 (7): 677-688. ([enlace al documento](#))

Cabrera Rodríguez, F. & Rodríguez Luengo, J.L. 2009. *Oryctolagus cuniculus*. En: Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2014. Gobierno de Canarias. ([enlace del documento](#))

Cabildo de Gran Canaria. 2017a. Proyecto de cambio de modelos de combustible en zonas de alto riesgo de incendios forestales de Gran Canaria. Consejería de Medio Ambiente y Emergencias. Documento no publicado.

Cabildo de Gran Canaria. 2017b. El Cabildo de Gran Canaria, pionero en España en implantar el Fondo Verde Forestal con el equivalente al Céntimo Verde. [acceso: 15/06/2018] (<http://cabildo.grancanaria.com/-/noticia-el-cabildo-de-gran-canaria-pionero-en-espana-en-implantar-el-fondo-verde-fo-restal-con-el-equivalente-al-centimo-verde>)

Cabildo de Gran Canaria. 2017c. La comisión Europea acepta la prórroga del Life+ Guguy para erradicar las cabras asilvestradas sin abatidas. Sala de Prensa. ([enlace al documento](#))

Campbell, K.J., Harper, G., Algar, D., Hanson, C.C., Keitt, B.S. & Robinson, S. 2011. Review of feral cat eradications on islands. En: Veitch, C.R.; Clout, M.N. and Towns, D.R. (eds.). 2011. Island invasives: eradication and management. IUCN, Gland, Switzerland. ([enlace al documento](#))

Capdevila Argüelles, L., Iglesias García, A., Orueta, J.F. & Zilletti, B. 2006. Especies exóticas invasoras. Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 288 pp. ([enlace al documento](#))

Capdevila-Argüelles L., B. Zilletti y V.A. Suárez Álvarez. 2011. Cambio climático y especies exóticas invasoras en España. Diagnóstico preliminar y bases de conocimiento sobre impacto y vulnerabilidad. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid, 146 Pp. ([enlace al documento](#))

Cubas, J., Martín Esquivel, J.L., del Arco, M. & González Mancebo, J.M. 2017. El conejo europeo como ingeniero del paisaje en la alta montaña canaria. Conservación Vegetal, 21. pp. 14-17. ([enlace al documento](#))

Cumming, G.S. & Van Vuuren, D.P. 2006. Will climate change affect ectoparasite species ranges?. Global Ecology and Biogeography, 15: 486-497.

DAISIE European Invasive Species Gateway [acceso: 25/06/2018]
(<http://www.europe-aliens.org/>)

de Urioste, J. 2003. En: Control de Vertebrados Invasores. Simposio sobre el control de vertebrados invasores en islas de España y Portugal. Santa Cruz de Tenerife. 252 pp. ([enlace al documento](#))

de Urioste, J. 2008a. *Periplaneta australasiae*. En: Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2014. Gobierno de Canarias. [acceso: 13/05/2018] ([enlace al documento](#))

de Urioste, J. 2008b. *Periplaneta americana*. En: Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2014. Gobierno de Canarias. [acceso: 13/05/2018] ([enlace al documento](#))

de Valles Ibáñez, G. 2009. Selección de alimento en la hormiga argentina, *Linepithema humile* (Mayr, 1868) (Hymenoptera, Formicidae). Anales Universitarios de Etología, 3:13-17. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. ([enlace al documento](#))

Decreto 111/2002, de 9 de agosto, de traspaso de funciones de la Administración Pública de la Comunidad Autónoma de Canarias a los Cabildos Insulares en materia de servicios forestales, vías pecuarias y pastos; protección del medio ambiente y gestión y conservación de espacios naturales protegidos. BOC 110, de 16 de agosto de 2002. ([enlace al documento](#))

Decreto 20/2004, de 2 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento Orgánico de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial. BOC 52, de 16 de marzo de 2004. ([enlace al documento](#))

Decreto 66/2015, de 30 de abril, por el que se regula el contenido y procedimiento de

elaboración y aprobación de los planes de defensa de las zonas de alto riesgo de incendios forestales en la Comunidad Autónoma de Canarias. BOC 89, de 12 de mayo de 2015. ([enlace al documento](#))

Decreto 30/2018, de 5 de marzo, por el que se regula el régimen jurídico de la tenencia de animales potencialmente peligrosos en Canarias. BOC 51. de 13 de marzo de 2018. ([enlace al documento](#))

Del Arco Aguilar, M. *et al.* 2006. Mapa de Vegetación de Canarias. GRAFCAN. Santa Cruz de Tenerife ([enlace al documento](#))

del Arco Aguilar, M. & Garzón Machado, V. 2012. Estudio predictivo de distribución de los pisos de vegetación de Tenerife y Gran Canaria, para diferentes escenarios de Cambio Climático. Proyecto Clima-Impacto. Gobierno de Canarias.

Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. DOCE 206, de 22 de julio de 1992. ([enlace al documento](#))

Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres. DOUE 20, de 26 de enero de 2010. ([enlace al documento](#))

INFOCA. 2014. Decreto 60/2014, de 29 de mayo, por el que se aprueba el Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por Incendios Forestales de la Comunidad Autónoma de Canarias (INFOCA). BOC 113, de 13 de junio de 2014. ([enlace al documento](#))

Delgado Castro, G. 2008. *Atelerix algirus*. En: Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2014. Gobierno de Canarias. [acceso: 12-05-2018] ([enlace al documento](#))

Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural. 2018. Picudo Rojo en Canarias. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias. [acceso: 11/06/2018]. (<http://www.picudorojocanarias.es/index.php/plagas-y-enfermedades-mainmenu-61/plagas-mainmenu-64/39.html>)

Dorta, P. 1995. Algunos efectos de las advecciones de aire cálido sahariano en Canarias. En VI Coloquio Ibérico de Geografía. Universidad de Oporto, pp. 833-839.

Dorta, P. 2001. Aproximación a la influencia de las advecciones de aire sahariano en la propagación de los incendios forestales en la provincia de Santa Cruz de Tenerife. En XVII Congreso de Geógrafos Españoles, Oviedo, pp. 158-162. ([enlace al documento](#))

Dukes J.S. (2000). Will the increasing atmospheric CO₂ concentration affect the success of invasive species? En: Invasive species in a changing world. Mooney H.A. & R.J. Hobbs (eds.). (2000). Pp. 95-113. Island press, Washington D.C.–Covelo California, USA. ([enlace al documento](#))

Durán, J., Rodríguez, A., Fernández-Palacios, J.M. & Gallardo, A. 2009. Changes in net mineralization rates and soil N and P pools in a pine forest wildfire chronosequence. *Soil. Fertil. Soils*. 8 pp. ([enlace al documento](#))

Estudios Medioambientales, S.L. 2017. Red integrada de seguimiento del estado de los montes. Tomo II: Informe de resultados sobre la vitalidad del arbolado a nivel nacional. Ministerio de Agricultura y Pesca, alimentación y Medio Ambiente. 217 pp. ([enlace al documento](#))

Fernández-Palacios, J.M., Arévalo, J.R., Delgado, J.D., Orro, R., Morales, G. & Méndez, J. 2007. Incendios forestales y humanos en Canarias. En: *Makaronesia*, 9. 10 pp. ([enlace al documento](#))

Foster, P. 2001. The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. *Earth-Science Reviews*, 55: 73-106 ([enlace al documento](#))

Franklin, J. & Miller, J.A. 2010. Mapping species distributions. Spatial inference and prediction. Cambridge University Press. UK. 340 pp. ([enlace al documento](#))

Fundación Neotrópico. 2015. Manual de buenas prácticas para el comercio con animales exóticos. Life+Lampropeltis. Gobierno de Canarias ([enlace al documento](#))

García Gallo A., Rodríguez Delgado O. & Gesplan. 2009. *Opuntia maxima*. En: Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2014. Gobierno de Canarias. [acceso: 12-05-2018] ([enlace al documento](#))

García-Herrera, R., Gallego, D., Hernández, E., Gimeno, L., Ribera, P. & Calvo, N. 2003. Precipitation trends in the Canary Islands. *International Journal of Climatology*. 23: 235-241. DOI: 10.1002/joc.870 ([enlace al documento](#))

Garzón-Machado, V., del Arco, M.J., Valdés F. & Pérez-de-Paz, P.L. 2012. Fire as a threatening factor for endemic plants of the Canary Islands. *Biodiversity & Conservation*, 21: 2621-2632 ([enlace al documento](#))

Gesplan. 2008a. *Diocalandra frumenti*. En: Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2014. Gobierno de Canarias. [acceso: 13/05/2018] ([enlace al documento](#))

Gesplan. 2008b. *Agave americana*. En: Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2014. Gobierno de Canarias. [acceso: 13/05/2018] ([enlace al documento](#))

Gesplan. 2015. Control de la especie invasora *Lampropeltis getula californiae* en la isla de Gran Canaria. Informe LAYMAN. Life+Lampropeltis. 10 pp. ([enlace al documento](#))

Gesplan. Creación de una lista de especies de vertebrados exóticos invasores en las Islas Canarias. Proyecto Life+Lampropeltis.

González-Calvo, A., Hernández-Leal, P.A., Alonso-Benito, A., Arbelo, M. & Arvelo-Valencia, L. 2008. Modelado del riesgo de incendios forestales en las Islas Canarias usando datos de satélite y aplicaciones SIG. En: Hernández, L. & Parreño, J.M. (Eds.). *Tecnologías de la*

Información Geográfica para el Desarrollo Territorial. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC. Las Palmas de Gran Canaria. Pp. 588-596. ISBN: 978-84-96971-53-0. ([enlace al documento](#))

Gobierno de Canarias. Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias. [acceso: 12-04-2018] ([enlace al documento](#))

Gobierno de Canarias. 2011. Propuesta de Plan de Defensa de las zonas de alto riesgo de incendios forestales en la isla de Gran Canaria. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial. Documento no publicado.

Gobierno de Canarias. 2014. Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias [acceso: 14/04/2018] (<http://www.interreg-bionatura.com/especies/>)

Gobierno de Canarias. 2018. Política Territorial activará de nuevo los Eirif para la campaña de prevención y extinción de incendios. [acceso: 20/06/2018] (<http://www.gobiernodecanarias.org/noticias/pts/95821/politica-territorial-activara-nuevo-eirif-campana-prevencion-extincion-incendios-ano>)

González Artiles, F.J. 2017. Control de especies invasoras en Gran Canaria. Una aproximación a pie de campo. En: XXIV Jornadas Forestales de Gran Canaria. Consejería de Medio Ambiente y Emergencias del Gobierno de Canarias. ([enlace al documento](#))

Greenpeace. 2009. El futuro en llamas. Cambio climático y evolución de los incendios forestales en España. Barcelona. 44 pp. ([enlace al documento](#))

Greenpeace. 2018. Incendios forestales. [acceso: 22-05-2018] (<https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/bosques/incendios-forestales/>)

Herrero, A. 2018. El coste de ignorar el cambio climático. El Mundo [acceso: 16-04-2018]. ([enlace al documento](#))

IPBES. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. 2018. Comunicado de prensa: las contribuciones de la diversidad biológica y la naturaleza continúan en peligroso declive, alertan los científicos. [acceso: 16-04-2018] (<https://www.ipbes.net/news/comunicado-de-prensa-las-contribuciones-de-la-diversidad-biológica-y-la-naturaleza-continúan->)

IPCC. 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. & Hanson, C.E. (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp. ([enlace al documento](#))

IPCC. 2014. Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes, preguntas frecuentes y recuadros multicapítulos. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. C.B., Field, Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N.,

MacCracken, S., Mastrandrea, P.R. & White, L.L. (eds.). Organización Meteorológica Mundial, Ginebra (Suiza), 200 págs. ([enlace al documento](#))

ISTAC. 2018. Estadística de Incendios Forestales en Canarias, serie anual 2000-2015. Instituto Canario de Estadística, a partir de datos de la Viceconsejería de Medio Ambiente del gobierno de Canarias. [acceso: 22/05/2018] (<http://www.gobiernodecanarias.org/istac/>).

IUCN. 2000. Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species. International Union for the Conservation of Nature, Gland, Switzerland. 24 pp. ([enlace al documento](#))

La Voz de La Palma. 2018. Ganadería estudia incluir los ataques de perros al ganado en los seguros agrarios. [acceso: 25/04/2018] ([enlace al documento](#))

Lázaro, A., Herrero, G., Montiel, C. & Molina, D. 2007. Organización de la defensa contra incendios forestales en el Estado de las Autonomías: el caso español. En: 4ª Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales. Sevilla. ([enlace al documento](#))

Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases de Régimen Local. BOE 80, de 3 de abril de 1985. ([enlace al documento](#))

Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes. BOE 280, de 22 de noviembre de 2003. ([enlace al documento](#))

Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. BOE 299, de 14 de diciembre de 2007. ([enlace al documento](#))

Ley 4/2010, de 4 de junio, del Catálogo Canario de Especies Protegidas. BOE 150, de 21 de junio de 2010. ([enlace al documento](#))

Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. BOE 227, de 22 de septiembre de 2015. ([enlace al documento](#))

LIFE+Pinzón. Proyecto de expansión de hábitat y de aumento del tamaño poblacional de la especie prioritaria *Fringilla polatzeki*. TRAGSA. Gran Canaria. [acceso: 28/05/2018] (<http://lifepinzon.org/>)

López-Darias, M. 2008. *Atlantoxerus getulus*. En: Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2014. Gobierno de Canarias. [acceso: 25-04-2018] ([enlace al documento](#))

Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. (2004). 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Grupo Especialista de Especies Invasoras. 11 pp.

Luque, A., Martín, J.L., Dorta, P. & Mayer, P. 2014. Temperature Trends on Gran Canaria (Canary Islands). An example of Global Warming over the subtropical northeastern Atlantic. Atmospheric and Climate Sciences, 4. pp. 20-28. ([enlace al documento](#))

- Martín Esquivel, J.L. 2010. Atlas de biodiversidad de Canarias. Gobierno de Canarias.
- Martín Esquivel, J.L., 2011. El calentamiento climático afecta a la biodiversidad en las Islas Canarias. Boletín de la RED de Seguimiento del Cambio Global en Parques Nacionales, nº 1. Primavera-Verano. 22-26. ([enlace al documento](#))
- Martín, J.L., Bethencourt, J., Cuevas-Agulló, E. 2012. Assessment of global warming on the island of Tenerife, Canary Islands (Spain). Trends in minimum, maximum and mean temperatures since 1944. Climatic Change, 144. DOI 10.1007/s10584-012-0407-7 ([enlace al documento](#))
- Martín Esquivel, J.L., Santana Saavedra, B., Nazco Medina, N. & López Fernández, B. 2013. Evaluación preliminar de la vulnerabilidad ante el cambio climático en las islas Canarias. Proyecto Clima-Impacto. Gobierno de Canarias. ([enlace al documento](#))
- Marzol Jaén, M.V. 2001. “Análisis estadístico del calor en la isla de Tenerife (1950-2000). Contribución a la prevención de situaciones de riesgo”. En Pérez-Cueva, A. et al. (eds.). 2001. El tiempo del clima. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC). Serie A, nº 2. Valencia. 574 pp. ([enlace al documento](#))
- Mateo, J.A. 2008. *Lampropeltis getula ssp. californiae*. En: Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2014. Gobierno de Canarias. [acceso: 14/05/2018] ([enlace al documento](#))
- McGeoch, M.A., Genovesi, P., Bellingham, P.J., Costello, M.J., McGrannachan, C. & Sheppard, A. 2016. Priorizing species, pathways, and sites to achieve conservation targets for biological invasions. Biological Invasions, 18. pp. 299-314 ([enlace al documento](#))
- McMichael, A.J., Campbell-Lendrum, D.H., Corvalán, C.F., Ebi, K.L., Githeko, A.K., Scheraga, J.D. & Woodward, A. 2003. Climate change and human health. Risk and responses. World Health Organization. Ginebra. 333 pp. ([enlace al documento](#))
- Medina, F.M. & Nogales, M. 2009. A review on the impacts of feral cats (*Felis silvestris catus*) in the Canary Islands: implications for the conservation of its endangered fauna. Biodiversity and Conservation, 18. pp. 829-846 ([enlace al documento](#))
- Ministerio de Interior. 2017. Anuario Estadístico del Ministerio del Interior. ([enlace al documento](#))
- Ministerio de Medio Ambiente. 2000. Libro blanco del agua en España. ([enlace al documento](#))
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2018. Distribution of *Tecia solanivora* in Canary Islands [acceso: 22/06/2018]. (<http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/tecia-solanivora/>)
- Moreno, J.M. 2005. Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente. ([enlace al documento](#))

Moreno, J.M. 2016. Los incendios forestales en España en un contexto de cambio climático: información y herramientas para la adaptación. Universidad de Castilla-La Mancha. 237 pp. ([enlace al documento](#))

Nazco Medina, N. & Martín, J.L. 2013. Síntesis del conocimiento sobre los efectos del cambio climático en Canarias. Proyecto Clima-Impacto. Gobierno de Canarias.

Neris, J., Tejedor, M., Fuentes, J. & Jiménez, C. 2012. Infiltration, runoff and soil loss in Andisols affected by forest fire (Canary Islands, Spain). *Hydrological Processes*, 27: 2814-2824. ([enlace al documento](#))

Nogales, M., Martín, A., Tershy, B.R., Donlan, C.J., Veitch, D., Puerta, N., Wood, B. & Alonso, J. 2004. A Review of Feral Cat Eradication on Islands. *Conservation Biology*, 18: 310-319. ([enlace al documento](#))

Nogales, M., Rodríguez-Luengo, J.L. & Marrero, P. 2006. Ecological effects and distribution of invasive non-native mammals on the Canary Islands. *Mammal Review*, 36. pp 49-65. ([enlace al documento](#))

Ojeda Land, E & Mesa Coello, R. 2008. *Eucalyptus camaldulensis*. En: Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2014. Gobierno de Canarias. [acceso: 121-04-2018] ([enlace al documento](#))

Ojeda Land, E. & Rodríguez Luengo, J.L. 2012. Medidas y actuaciones sobre especies exóticas invasoras en la Comunidad Autónoma de Canarias. *Foresta*, 56: 18-23. ([enlace al documento](#))

Orden de 5 de agosto de 2005, por la que se declaran las zonas de alto riesgo de incendios forestales de Canarias. BOC 160, de 17 de agosto de 2005. ([enlace al documento](#))

Orden de 9 de octubre de 2008, por la que se modifica la Orden de 5 de agosto de 2005, que declara las zonas de alto riesgo de incendios forestales de Canarias. BOC 218, de 30 de octubre de 2008. ([enlace al documento](#))

ORDEN de 17 de julio de 2017, por la que se encomienda a la empresa pública Gestión y Planeamiento Territorial y Medioambiental, S.A. (GESPLAN) el servicio denominado "Red de Detección e Intervención de Especies Exóticas Invasoras en Canarias. Experiencia piloto". BOC 147, de 1 de agosto de 2017. ([enlace al documento](#))

Orden de 20 de marzo de 2018, por la que se crea y regula el Registro de Explotaciones Ganaderas de Canarias. BOC 59, de 23 de marzo de 2018. ([enlace al documento](#))

Padrón Castañeda, N. Y Barranco Reyes, J. 2014. Cambio climático e incendios de 5ª generación. En: Riesgos naturales y cambio climático. Colegio de Ingenieros de Montes (Ed.). 8 pp. ([enlace al documento](#))

Petit J. & Prudent G. 2008. Climate Change and Biodiversity in the European Union Overseas Entities. IUCN, Brussels. 196 pp. ([enlace al documento](#))

Pimentel, D., Zuniga, R. & Morrison, D. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics*, 52: 273-288. ([enlace al documento](#))

Rando, J.C. 2014a. Manual para el análisis de riesgos en el comercio de vertebrados exóticos en Canarias. LIFE+Lampropeltis. Gobierno de Canarias. 130 pp. ([enlace al documento](#))

Rando, J.C. 2014b. Informe preliminar sobre la situación del ganado asilvestrado en la Red Natura 2000 en Canarias. Gobierno de Canarias. ([enlace al documento](#))

CITES. 1983. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. ([enlace al documento](#))

Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. BOE 46, de 23 de febrero de 2011. ([enlace al documento](#))

Real Decreto 630/2013a, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras. BOE 185, de 3 de agosto de 2013 ([enlace al documento](#)).

Real Decreto 630/2013b, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras. BOE 185, de 3 de agosto de 2013. Fichas de las especies [acceso: 12-04-2018] ([enlace al documento](#)).

Real Decreto 893/2013, de 15 de noviembre, por el que se aprueba la Directriz básica de planificación de protección civil de emergencia por incendios forestales. BOE 293, de 7 de diciembre de 2013. ([enlace al documento](#))

Reglamento 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de octubre de 2014, sobre la prevención y a gestión de la introducción y propagación de especies exóticas invasoras. DOUE 317, de 4 de noviembre de 2014. ([enlace al documento](#))

Reiter, P. 2001. Climate change and mosquito-borne disease. *Environmental Health Perspectives*, 109. pp. 141-161 ([enlace al documento](#))

Rodríguez-Delgado, O., García Gallo, A. & GesPlan S.A.U. 2009. *Pennisetum setaceum ssp orientale*. En: Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2014. Gobierno de Canarias. [acceso: 12-04-2018] ([enlace al documento](#))

Rodríguez Luengo, J.L. 2014a. Problemas y desafíos de la gestión de las especies exóticas en Europa y en Canarias. Seminario internacional sobre la gestión de reptiles exóticos invasores. LIFE+Lampropeltis. Gobierno de Canarias. ([enlace al documento](#))

Rodríguez Luengo, J.L. 2014b. *Ovis orientalis*. En: Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2014. Gobierno de Canarias. [acceso: 16-04-2018] ([enlace al documento](#))

Rodríguez Luengo, J.L. & Cassinello, J. 2014. *Ammotragus lervia*. En: Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2014. Gobierno de Canarias. [acceso: 16-04-2018] ([enlace al documento](#))

Rothermel, R. 1972. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. United States Department of Agriculture. Forest Service. Utah. ([enlace al documento](#))

Salas, M. 2009. La caña común, *Arundo donax*: de planta útil a importante peligro ecológico. En La Invasión en el Blog: Invasiones biológicas en Canarias. [acceso: 12-06-2018] (<http://invasionesbiologicas.blogspot.com/2009/04/la-cana-comun-arundo-donax-de-planta.html>)

Salas, M. 2011. Los eucaliptos. Una relación de amor-odio. En La Invasión en el Blog: Invasiones biológicas en Canarias. [acceso: 12-06-2018] (<http://invasionesbiologicas.blogspot.com/2011/01/los-eucaliptos-una-relacion-de-amor.html>)

Salas, M. 2012. Los cañaverales de *Arundo donax* y los incendios. En La Invasión en el Blog: Invasiones biológicas en Canarias. [acceso: 12-06-2018] (<http://invasionesbiologicas.blogspot.com/2012/09/los-canaverales-de-arundo-donax-y-los.html>)

Salas, M. 2013. *Macrohomotoma gladiata*, nueva plaga de *Ficus microcarpa* encontrada en Tenerife: la culpa de todo la tiene el cambio climático. En La Invasión en el Blog: Invasiones biológicas en Canarias. [acceso: 12-04-2018] (<http://invasionesbiologicas.blogspot.com.es/2013/02/macrohomotoma-gladiata-nueva-plaga-de.html>)

Salas, M. 2015. Control de la caña común (*Arundo donax*) mediante pastoreo controlado en el Barranco de El Pintor (San Lorenzo-Gran Canaria). En La Invasión en el Blog: Invasiones biológicas en Canarias. [acceso: 12-06-2018] (<http://invasionesbiologicas.blogspot.com/2015/03/control-de-la-cana-comun-arundo-donax.html>)

Salas, M. 2016. *Orthezia insignis*, una cochinilla introducida que afecta a especies endémicas de Canarias e Islas Salvajes. En La Invasión en el Blog: Invasiones biológicas en Canarias. [acceso: 12-05-2018] (<http://invasionesbiologicas.blogspot.com/2016/04/orthezia-insignis-una-cochinilla.html>)

Santana, B. 2013. Catálogo de mapas climáticos de Gran Canaria y Tenerife. Tomo 1: combinación de variables climáticas mensuales de Gran Canaria. Proyecto Clima-Impacto. Gobierno de Canarias. 101 pp. ([enlace al documento](#))

Sanz, R., Cardós, C. & Barrera, E. 2007. Heat waves in the Canary Islands. 7th EMS Annual Meeting 8th European Conference on Applications of Meteorology. San Lorenzo de El Escorial, Spain. 01-05 October.

SEO/BirdLife. 2011a. *Acridotheres tristis*. En: Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2014. Gobierno de Canarias. [acceso: 13-05-2018] ([enlace al documento](#))

SEO/BirdLife. 2011b. *Psittacula krameri*. En: Base de Datos de Especies Introducidas en

- Canarias, 2014. Gobierno de Canarias. [acceso: 13-05-2018] ([enlace al documento](#))
- SEO/BirdLife. 2011c. *Myopsitta monachus*. En: Base de Datos de Especies Introducidas en Canarias, 2014. Gobierno de Canarias. [acceso: 13-05-2018] ([enlace al documento](#))
- Shwartz A. & Shirley S. 2007. *Psittacula krameri*. En: *DAISIE European Invasive Species Gateway* [acceso: 13-04-2018] ([enlace al documento](#))
- Silva, L., Ojeda Land, E. & Rodríguez Luengo, J.L. (eds.) (2008) *Flora y Fauna Terrestre Invasora en la Macaronesia. TOP 100 en Azores, Madeira y Canarias*. ARENA, Ponta Delgada, 546 pp. ([enlace al documento](#))
- Suárez, N.M., Betancor, E., Fregel, R., Rodríguez F. & Pestano, J. 2012. Genetic signature of a severe forest fire on the endangered Gran Canaria blue chaffinch (*Fringilla teydea polatzeki*). *Conservation Genetic*, 13: 499- 507. ([enlace al documento](#))
- Stern, N. 2006. Review on the economics of climate change. HM Treasury, London ([enlace al documento](#)).
- Thuiller W., D. Richardson & G.F. Midgley. 2007. Will climate change promote alien plant invasions? En: *Biological Invasions*. Nentwig W. (ed.) Pp. 197–211. *Ecological studies*, vol. 193. Springer, Berlin. ([enlace al documento](#))
- Unión Europea. 2014. *Especies Exóticas Invasoras: La respuesta de la Unión Europea*. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. Luxemburgo. 28 pp. ([enlace al documento](#))
- UNEP. 2010. El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica. En: *Decisión adoptada por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica en su décima edición*. Nagoya, Japón. ([enlace al documento](#))
- Valladares, F. (Editor). 2008. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. 588 pp. ([enlace al documento](#))
- Valladares Hernández, B. 2011. Cambio climático y enfermedades tropicales. Conferencias de Invierno 2011 sobre el Cambio Climático en Canarias. En: Nazco Medina, N. & Martín, J.L. 2013. *Síntesis del conocimiento sobre los efectos del cambio climático en Canarias*. Proyecto Clima-Impacto. Gobierno de Canarias. ([enlace al documento](#))
- Vilà, M. & López-Darias, M. 2006. Contrasting biogeography of endemic and alien terrestrial species in the Canary Islands. *Orsis*, 21. pp 91-101. ([enlace al documento](#))
- Vilà, M., F. Valladares, A. Traveset, L. Santamaría, P. Castro (coord.). 2008. *Invasiones biológicas*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 216 pp. ([enlace al documento](#))
- Witmer, G.W & Fuller, PL. 2011. Vertebrate species introductions in the United States and its territories. *Current Zoology*, 57:559-567 ([enlace al documento](#))

Wittenberg, R. & Cock, M. 2001. Especies exóticas invasoras: una guía sobre las mejores prácticas de prevención y gestión. Global Invasive Species Programme. Reino Unido. 242 pp. ([enlace al documento](#))