



Fundación Interuniversitaria
Fernando González Bernáldez
PARA LOS ESPACIOS NATURALES

Las áreas protegidas en el contexto del cambio global
**Incorporación de la adaptación al cambio
climático en la planificación y gestión**

Caso piloto:
PRUG del Parque Nacional del Teide
Identificación de objetos de conservación
Análisis de vulnerabilidad

MAYO 2018

CON EL APOYO DE:



Incorporación de la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión

Caso piloto: PRUG del Parque Nacional del Teide

Equipo redactor: Teresa Gil, Fernando Saura y José Antonio Atauri
Oficina Técnica EUROPARC-España
Fundación Fernando González Bernáldez
ICEI Edificio A. Campus de Somosaguas
28223 Pozuelo de Alarcón (Madrid)

Este documento ha sido redactado por la Oficina Técnica de EUROPARC-España en el contexto del proyecto “Promover la adaptación al cambio climático en la gestión de las áreas protegidas de España”, Convocatoria de Ayudas 2016 para la realización de proyectos en materia de adaptación al cambio climático de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica

El objetivo del proyecto es promover la incorporación de criterios de adaptación al cambio climático en la redacción de planes de gestión de áreas protegidas, mediante la aplicación del Manual 13 de EUROPARC España en varios casos piloto.

El Parque Nacional del Teide, por su interés como zona de transición entre diferentes pisos bioclimáticos, por presentar valiosos ecosistemas de altas cumbres con numerosos endemismos, por su carácter insular, que confiere alta vulnerabilidad al cambio climático y por estar inmerso en la revisión de su Plan Rector de Uso y Gestión, ha sido seleccionado como uno de estos casos piloto. A través de esta acción del proyecto, y de forma coordinada con la Administración responsable, se proporcionarán materiales y pautas de utilidad para la correcta incorporación de la adaptación al cambio climático en las diferentes fases de redacción del PRUG (diagnóstico, formulación de objetivos, propuesta de medidas e indicadores de seguimiento y evaluación).

Este informe contiene la identificación y el análisis de vulnerabilidad de los objetos de conservación seleccionados.

Las opiniones y documentación aportadas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad de los autores de los mismos, y no reflejan necesariamente los puntos de vista de las entidades que apoyan económicamente el proyecto.

Incorporación de la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión
Caso piloto: PRUG del Parque Nacional del Teide
Identificación de objetos de conservación

Índice

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. Objetos de conservación del Parque Nacional del Teide	4
1.2. Análisis de vulnerabilidad.....	5
2. VULNERABILIDAD DEL PARQUE NACIONAL.....	5
3. VULNERABILIDAD DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN.....	6
3.1. Hábitat de la retama de cumbre (<i>Spartocytisus supranubius</i>).....	6
3.2. Bosques endémicos de <i>Juniperus</i> spp. (9560). Hábitat del cedro canario (<i>Juniperus cedrus</i>)	9
3.3. Pinares endémicos de Pino canario (<i>Pinus canariensis</i>) (9550)	11
3.4. Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica (8220)	12
3.5. Especies de flora endémica amenazada y flora protegida.....	13
Cardo de plata (<i>Stemmacantha cynaroides</i>).....	15
Jarilla de Las Cañadas (<i>Helianthemum juliae</i>)	16
Rosal del Guanche (<i>Bencomia exstipulata</i>).....	18
Jopillo de cumbre (<i>Dactylis metlesicsii</i>).....	19
Canutillo del Teide (<i>Silene nocteolens</i>)	20
Violeta del Teide (<i>Viola cheiranthifolia</i>).....	21
3.6. Invertebrados endémicos.....	23
3.7. Uso público y Turismo asociado al Parque Nacional del Teide	24
4. PRIORIZACIÓN DE OBJETOS DE CONSERVACIÓN.....	26
5. REFERENCIAS	28

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetos de conservación del Parque Nacional del Teide

Se entienden por objetos de conservación aquellas especies, hábitats y ecosistemas así como sus valores asociados, que deben ser objeto de la gestión del Parque Nacional, bien por estar recogidos en los documentos normativos existentes (formulario Natura 2000, ley de declaración del Parque Nacional del Teide y PRUG vigente), bien por ser necesaria su gestión para el mantenimiento de los primeros. Para la selección de objetos de conservación se han consultado los documentos normativos y se ha consultado a técnicos encargados de la actualización del PRUG del Parque Nacional del Teide. A partir de este proceso se seleccionaron aquellas especies, hábitats, y servicios ecosistémicos presentes en el espacio que son potencialmente más vulnerables al cambio climático y sobre los que habría por tanto que priorizar medidas de adaptación al cambio climático en la revisión del PRUG.

Entre los valores naturales por los que el Parque Nacional del Teide fue declarado por Decreto el 22 de enero de 1954 y reclasificado por la Ley 5/1981, de 25 de marzo se encuentran los ecosistemas asociados a la alta montaña de la región macaronésica, considerados como altamente vulnerables al cambio climático (Moreno, *et al.* 2005). Entre ellos, se encuentran el retamar de cumbre, una flora endémica de gran valor y formaciones de Cedro del Teide. Además de los objetos de conservación identificados por los gestores del Parque Nacional del Teide y técnicos implicados en la redacción del PRUG de dicho espacio natural protegido, existen otros valores naturales de alto valor para la conservación por los que este espacio fue declarado ZEC ES7020043 Parque Nacional del Teide y valores socioeconómicos de importancia para la isla. Algunos de estos objetos de gestión Red Natura 2000 y valores socioeconómicos son en cierta medida vulnerables al cambio climático y por ello los añadimos al listado inicial.

A continuación, se expone el listado preliminar de objetos de conservación potencialmente vulnerables al cambio climático o amenazado, consensuado con técnicos y gestores del Parque Nacional del Teide:

OBJETO DE CONSERVACIÓN	CRITERIO DE SELECCIÓN
HÁBITATS/ECOSISTEMAS	
-Hábitat de la retama de cumbre (<i>Spartocytisus supranubius</i>)	A priori vulnerable al cc
- Bosques endémicos de <i>Juniperus</i> spp. (9560). Hábitat del cedro canario (<i>Juniperus cedrus</i>)	A priori vulnerable al cc
- Pinares endémicos de Pino canario (<i>Pinus canariensis</i>) (9550)	A priori vulnerable al cc
-Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica (8220)	Objeto de declaración ZEC
FLORA	
<i>Stemmacantha cynaroides</i> (Cardo de Plata)	A priori vulnerable al cc y protegida
<i>Helianthemum juliae</i> (Jarilla de Las Cañadas)	A priori vulnerable al cc y protegida
<i>Bencomia exstipulata</i> (Rosal del guancho)	A priori vulnerable al cc y protegida
<i>Dactylis metlesicsii</i> (Jopillo de cumbre)	A priori vulnerable al cc y protegida
<i>Silene nocteolens</i> (Canutillo del Teide)	A priori vulnerable al cc y protegida
<i>Viola cheiranthifolia</i> (Violeta del Teide)	A priori vulnerable al cc y amenazada
FAUNA	
Invertebrados endémicos	A priori vulnerable al cc
USO PÚBLICO Y TURISMO	
Visitantes	A priori vulnerable al cc

1.2. Análisis de vulnerabilidad

Para valorar la vulnerabilidad de los objetos de conservación del Parque Nacional del Teide frente al cambio climático se ha enviado una encuesta a expertos en los valores naturales del Parque Nacional del Teide. Estos expertos son bien gestores del espacio protegido bien investigadores que han desarrollado proyectos de investigación y seguimiento en dicho espacio. A continuación, se presentan los resultados del análisis de la vulnerabilidad frente al cambio climático de los objetos de conservación considerados, provenientes del análisis de las respuestas de 19 encuestas completadas por estos expertos y del diagnóstico realizado sobre los objetos de conservación. Los objetos de conservación que han sido valorados por los expertos e incluidos en este documento son el hábitat del retamar, la flora amenazada (incluida la Violeta del Teide), el cedro del Teide y los pinares canarios.

La evaluación de la vulnerabilidad de los objetos de conservación se basa en una metodología sencilla en la que en una matriz se combinan diferentes componentes de la vulnerabilidad (exposición, impacto, capacidad de adaptación) con objeto de realizar una valoración global cualitativa de la vulnerabilidad (Alta, Media, Baja), excepto en algún caso en que la información disponible no ha permitido valorar su vulnerabilidad adecuadamente, por lo que se ha considerado “Sin información suficiente”.

Por un lado, se han identificado aquellos componentes del cambio climático que afectan a cada objeto de conservación y que denominamos “Exposición”. Además se han analizado los efectos previsibles o “Impacto” de la exposición al cambio climático sobre el objeto de conservación (efectos en las poblaciones, funcionamiento de los ecosistemas, etc.). Por último, se ha valorado la capacidad de adaptación propia del sistema de responder al cambio climático. Es decir, la capacidad de un sistema natural para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los cambios extremos) a fin de moderar los daños potenciales, aprovechar las consecuencias positivas, o soportar las consecuencias negativas. (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) Grupo de Trabajo 2, 2001. *Third Assessment Report, Annex B: Glossary of Terms.*)

Se debe tener en cuenta que una especie puede estar muy expuesta al efecto directo (cambio de variables ambientales) o indirecto (efectos colaterales) del cambio climático, pero que su respuesta final dependerá de la capacidad de adaptación intrínseca que tenga para hacer frente a esas variaciones. Así un objeto de conservación poco expuesto podría llegar a ser extremadamente vulnerable, y viceversa.

2. VULNERABILIDAD DEL PARQUE NACIONAL

Para los dos escenarios, RCP6 y RCP8,5, a finales de este siglo el piso Mesomediterráneo Inferior Seco podría aparecer en el interior del Parque Nacional del Teide. Es probable que el piso Mesomediterráneo Superior Seco aumente notablemente su extensión, pasando a ser el piso dominante, en detrimento del inmediatamente superior, el Supramediterráneo Seco.

Es de esperar por tanto, un avance del pinar donde haya suelo constituido, gracias a su capacidad de colonización y con los incendios forestales como aliado, así como una reducción del retamar de cumbre.

Por último, el piso Oromediterráneo se vería acantonado en los últimos 200 metros de altitud, estando por tanto en grave peligro de desaparición, junto con la comunidad de la Violeta del Teide.

3. VULNERABILIDAD DE LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN

3.1. Hábitat de la retama de cumbre (*Spartocytisus supranubius*)

Exposición	Impacto	Capacidad de adaptación	Vulnerabilidad
<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la temperatura media y máxima -Incremento en la temperatura nocturna (mínimas) -Mayor frecuencia o duración de olas de calor (temperaturas cálidas extremas) -Menor frecuencia o duración de olas de frío -Disminución de la precipitación anual -Disminución de las precipitaciones otoñales e invernales -Alteración en el patrón de precipitación (adelanto o retraso) -Aumento en la frecuencia de tormentas tropicales - Aumento de las intrusiones de polvo sahariano -Cambios en la nubosidad 	<ul style="list-style-type: none"> -Pérdida de superficie (Actual y Previsible) - Cambios en el área de distribución (Actual y Previsible) - Ascenso altitudinal del área de distribución (Actual y Previsible) -Disminución de la población (Actual y Previsible) -Disminución del estado de salud de la población (vigor, tasas de reclutamiento, regeneración, etc.) (Actual y Previsible) -Afección a la estructura de las poblaciones (ej: sex ratio, proporción de edades, etc.) (Previsible) -Cambios en la composición de especies, pérdida de diversidad (Actual y Previsible) -Cambios en las relaciones interespecíficas (competencia, depredación) (Actual y Previsible) -Cambios en procesos ecológicos clave (p ej ciclo hidrológico en humedales, etc...) (Actual y Previsible) -Proliferación de especies exóticas invasoras. Herbívoros invasores. (Actual) - Afección a elementos específicos o singulares (Actual) - Incremento del riesgo de incendio (Previsible) 	<ul style="list-style-type: none"> ☺ Alta diversidad o variabilidad genética ☺ Plasticidad genotípica, alta capacidad de adaptación ☺ Elevada capacidad de dispersión (semillas, propágulos) , alta movilidad, facilidad para colonizar nuevos lugares ☺ Elevada diversidad de especies ☺ Bajos requerimientos ecológicos, alta tolerancia a condiciones ambientales ☺ Procesos vitales no dependientes del clima ☺ Diversidad de estrategias de reproducción y supervivencia ☹ Conejo obstáculo a su capacidad de adaptación ☹ Hábitat disponible limitado 	Alta

El retamar de cumbre es una formación arbustiva constituida por el endemismo Canario, la retama del Teide (*Spartocytisus supranubius*) que domina el paisaje de las cumbres de Tenerife y en concreto el de Las Cañadas del Parque Nacional del Teide (Del Arco Aguilar, *et al.* 2006). El epíteto *supranubius* de la retama del Teide procede del latín *supra*, que significa "por encima" y *nubius*, que significa "nubes", haciendo referencia a que vive por encima del llamado "mar de nubes".

Esta formación se desarrolla a más de 2.000 metros de altitud y llega hasta los 3.100 metros en el Pico Viejo, donde crece junto al codeso de cumbre (*Adenocarpus viscosus*) creando formaciones de retamar-codesar. Se desarrolla en espacios abiertos con escasas precipitaciones y amplias fluctuaciones térmicas (de 5 grados en invierno a 35 en verano) ocupando más de 11.000 ha (B.O.C., 2016).

Otras especies que enriquecen la formación son la hierba pajonera (*Descurainia bourgeauana*) y el rosalito de cumbre (*Pteroccephalus lasiospermus*) que es muy abundante. Esta formación cuenta con una alta densidad de endemismos tanto de flora como de fauna, adaptados a las condiciones ecológicas de la alta montaña. En el límite inferior se mezcla con el pinar de Pino Canario.

Desde el 2006 se ha detectado que el retamar de cumbre está experimentando un retroceso importante, debido principalmente al ramoneo por conejo (*Oryctolagus cuniculus*) para el que las plántulas y ejemplares juveniles de esta leguminosa supone un alimento de gran valor nutritivo. En menor medida también es ramoneado por el muflón (Olano *et al.*, 2017; Delibes-Mateos *et al.* 2008). El tamaño de la población se reduce ya que al morir los ejemplares viejos de retamas no son reemplazados por ejemplares más jóvenes. El resultado final es un paisaje fuertemente modificado por la acción de los herbívoros, en particular el conejo.

El descenso de *S. supranubius* es un ejemplo de lo que está sucediendo con otras especies de plantas nativas y endémicas de este ecosistema de altas cumbres, las cuales también están experimentando daños sustanciales por parte de herbívoros introducidos (Nogales *et al.* 2006; Garzón-Machado *et al.* 2010; Irl *et al.* 2014). El conejo se considera un herbívoro generalista y se ha documentado que puede consumir hasta 25 especies diferentes en el Parque Nacional del Teide (Hemdorff, 2013). El conejo fue introducido hace cerca de 500 años en las Islas Canarias y es una de las 100 especies invasoras más dañinas del planeta (López Darías, *et al.*, 2016).

Es conocido por sus habilidades como ingeniero del paisaje debido a su dieta selectiva que favorece unas especies frente a otras. De hecho el rosalito de cumbre (*P. lasiospermus*) se está viendo favorecida por el retroceso del retamar (Marcelo *et al.*, 2011). Esto se explica por la diferencia en la palatabilidad de estas dos especies y porque al reducirse la superficie de la retama de cumbre disminuye la competición por luz y el rosalito de cumbre se ve favorecido (Gough, 2010).

La densidad recomendada para proteger la flora endémica en general es de 0.5 conejos/ha como máximo, y es probablemente mucho menor la compatible con la regeneración de especies presentes en la alta montaña (Cubas *et al.*, 2017a y b). La densidad del conejo en las cumbres de Tenerife ha aumentado en las últimas décadas debido al incremento de temperatura en zonas de elevada altitud (Martin *et al.* 2015). La mayor densidad de conejo registrada alcanza (7.9 conejos/ha; 2232 m a.s.l., (Cubas *et al.*, 2017 a y b).

La densidad de muflón en el Parque Nacional del Teide ha disminuido considerablemente gracias a las medidas de control llevadas a cabo, que implican restringir el acceso por problemas de seguridad durante casi un mes al año a determinadas parte de este espacio. Sin embargo, estas medidas no han sido del todo efectivas ya que no se ha conseguido erradicar completamente el muflón de este espacio. Para ello, sería necesario erradicarlo de la isla de Tenerife. A través del seguimiento desde el año 2004 de parcelas con vallados de exclusión para herbívoros se ha observado que el efecto del muflón sobre la retama es mucho menor que el efecto del conejo (com. pers. Esquivel).

En el pasado la retama del Teide ha sido utilizada como alimento y cama para ganado y para generar carbón, así como la madera muerta para leña. Al llegar a estar en peligro de extinción actualmente solo está permitido su aprovechamiento apícola, siendo la miel de retama del Teide muy popular en la isla. El cese de dichos usos históricos en los años 50 ha tenido consecuencias en la dinámica de este hábitat y el efecto en el paisaje de lentos cambios en la

estructura y composición de este hábitat comienzan ahora a apreciarse significativamente. Es llamativa la presencia de pies secos y madera muerta, baja presencia y en algunos casos ausencia de pies jóvenes o regeneración, así como numerosos pies de color amarillo, sobre todo en la zona sur del parque, que están afectados por fitopatógenos e incluso individuos que han sufrido muerte súbita.

La retama del Teide (*Spartocytisus supranubius*) es una especie clave del matorral dominante en el Parque Nacional del Teide. Entre los servicios que se verían afectados con su desaparición o disminución está la fijación de nitrógeno, el papel de control microclimático y de facilitación del establecimiento de otras especies de flora, así como el control de avenidas y erosión y la producción de biomasa. Además su floración es fundamental para numerosas especies de invertebrados y tiene un rol protagonista en el paisaje del parque nacional cuya ausencia afectaría a la diversidad de invertebrados polinizadores y al uso público. Por tanto, el cambio climático probablemente afectará a la biodiversidad asociada a este hábitat (tanto fauna como flora), a la calidad del paisaje tan singular del Parque Nacional del Teide, y al contenido de nitrógeno del suelo, propiciado por su simbiosis con las bacterias del género *Rhizobium* (González-Rodríguez *et al.*, 2017).

En algunas zonas del Parque Nacional del Teide se está observando un aumento de la relación de pies clonales respecto a pies de origen sexual que presentan una menor producción de semillas lo que conlleva una menor producción de plántulas. Este proceso no es homogéneo en todo el Parque Nacional del Teide y actualmente no se conoce la incidencia de este proceso en todo el espacio protegido.

La retama de cumbre (*S. supranubius*) se encuentra catalogada en la Lista Roja de la UICN como “Preocupación menor” a nivel global (Requena Suarez, 2017). El retamar de cumbre está catalogado como hábitat de interés comunitario, incluido dentro de los “Matorrales oromediterráneos endémicos con aliaga” (4090) de la Directiva Hábitat (Bonet, *et al.*, 2009).

La combinación del aumento de la temperatura y de la disminución de la precipitación anual provoca un incremento del estrés hídrico de las especies de flora y en este caso de la retama del Teide. Esto lleva asociado un descenso del estado de salud de la población y un incremento de la mortalidad sobre todo en las zonas más secas, las de menor altitud y en los periodos de sequía que son cada vez más frecuentes (Cubas *et al.*, 2017a y b). Esto asociado a los problemas de regeneración que presenta esta especie causados por el ramoneo de herbívoros invasores, en particular el conejo explican la disminución del tamaño poblacional y de la superficie ocupada por esta especie como la expansión de otras especies menos palatables como el rosalito de cumbre (*Pteroccephalus lasiospermus*) dentro del Parque Nacional del Teide (Marcello *et al.*, 2011; Olano *et al.*, 2017).

Por otro lado, el cambio climático está incrementando los efectos producidos por el conejo sobre el retamar (Olano *et al.*, 2017), ya que la reducción de la precipitación en las últimas décadas está afectando negativamente a la tasa de supervivencia de esta planta y está provocando un aumento de la mortalidad de individuos en los periodos de sequía, que son cada vez más frecuentes (Cubas *et al.*, 2017a y b).

Un agravante de la situación es el hecho de que el cambio climático es mucho más acusado por encima de 2.000 metros de altitud que en cotas inferiores (Martínez *et al.*, 2012). Además las zonas de alta montaña presentan menor superficie disponible para el desplazamiento del retamar hacia cotas más elevadas, por lo que su posible desplazamiento se ve comprometido (Del Arco *et al.*, 2008).

La retama del Teide parece que cuenta con una alta capacidad de ajustarse al cambio climático, ya que sus poblaciones cuentan con una elevada diversidad genética, presenta una buena capacidad de dispersión de semillas, bajos requerimientos ecológicos, etc. Sin embargo, el hecho que la superficie disponible para el desplazamiento del retamar hacia cotas más elevadas sea limitado y el obstáculo que supone la presión que ejerce el conejo a su capacidad de adaptación, hacen que su posible desplazamiento se vea comprometido (Del Arco *et al.*, 2008).

Además, se ha observado una reducción significativa en la eficacia reproductiva de ejemplares de *S. supranubius* (retama del Teide) frecuentemente visitados por la abeja doméstica. La abeja no es un polinizador efectivo de la retama del Teide, que es una especie autoincompatible. La reducción significativa en la eficacia reproductiva de esta especie, entre otras especies vegetales endémicas del Parque Nacional del Teide podría estar afectando a su capacidad de adaptación (Valido *et al.*, 2010; 2014; Magrach *et al.*, 2017). En las últimas décadas el número de colmenas autorizadas dentro del Parque Nacional del Teide ha ido aumentando hasta la cifra de 2.709 en 2018 ya que este espacio ofrece accesibilidad, seguridad y provee miel de alta calidad y singular. Esto supone la presencia de cerca de 100 millones de abejas domésticas durante varios meses en 18 asentamientos fijos.

3.2. Bosques endémicos de *Juniperus* spp. (9560). Hábitat del cedro canario (*Juniperus cedrus*)

Exposición	Impacto	Capacidad de adaptación	Vulnerabilidad
<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la temperatura media -Disminución de la precipitación anual -Alteración en el patrón de precipitación (adelanto o retraso) -Cambios en la dirección de los vientos 	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la población (Actual) -Cambios en la superficie ocupada por la población (Actual) -Disminución del estado de salud de la población (vigor, tasas de reclutamiento, regeneración, etc.) (Actual) - Incremento del riesgo de incendio (Actual y Previsible) 	<ul style="list-style-type: none"> ☉Bajos requerimientos ecológicos, alta tolerancia a condiciones ambientales ☉Dependencia de especies de aves o lagartos para la dispersión de semillas ☉Baja tasa de crecimiento 	Media-Alta

El cedro canario *Juniperus cedrus* es la única conífera endémica canaria dioica que se distribuye de forma natural en el Parque Nacional del Teide. Se encuentra en zonas escarpadas y de difícil acceso entre los 1.900 y 2.200 m. que presentan bajas precipitaciones y grandes variaciones intradiarias de temperatura. Este hábitat parece ser marginal y subóptimo en comparación con su rango de distribución original. Antes de la colonización humana debió de ocupar zonas elevadas, hoy dominadas por matorral de leguminosas, así como su óptimo altitudinal inferior debió estar situado en zonas actualmente ocupadas por el pinar canario (Nogales *et al.* 2014).

Sus poblaciones naturales están reducidas y fragmentadas debido a amenazas históricas como la deforestación, los incendios y la herbivoría por mamíferos introducidos como el conejo europeo, la cabra doméstica, o el muflón (Rumeu, *et al.*, 2013), aunque en la actualidad no está claro que le afecten los conejos y el efecto de los muflones al haberse reducido su tamaño poblacional hasta densidades bajas no suponen un impacto relevante (Ezquivel comm. pers). Cambios en la precipitación estacional y humedad proveniente de las nieblas de la costa también podría estar afectando a las poblaciones de esta especie (Rumeu *et al.* 2011). En el Parque Nacional del Teide se estima una población de alrededor de 200 ejemplares maduros

con un niveles significativos de endogamia (Rumeu, *et al.*, 2013) y pese al incremento de individuos de cedro canario en las últimas décadas, su estado de conservación está lejos de ser óptimo.

A todo esto hay que añadir que las tasas de regeneración parecen ser bajas. En la actualidad, la dispersión de las semillas de esta especie depende en gran medida del mirlo capiblanco (*Turdus torquatus*) que visita la isla en invierno, así como de los lagartos endémicos (*Gallotia galloti*). Estos dispersantes de semillas se ven amenazados por especies domésticas que los depredan, como el gato o en menor medida las ratas. En el Parque Nacional del Teide se lleva a cabo un control continuo de estas especies.

Otro agente dispersante de larga distancia como el cuervo (*Corvus corax*) se extinguió del Parque Nacional del Teide hace más de dos décadas (Rumeu, *et al.*, 2013). Existe una población de cuervos estables en Teno y hay un grupo de cuervos no emparejados que visitan el espacio. Desde el Parque Nacional del Teide se prevé la creación de comederos para atraer a cuervos no emparejados a establecerse dentro del parque.

Cambios en las rutas migratorias del mirlo capiblanco tendría unas consecuencias muy negativas sobre esta especie. Así mismo la evolución prevista para esta especie bajo diferentes escenarios climáticos para el siglo XXI no es positiva. Los modelos proyectan reducciones en la distribución potencial actual de la especie entre un 99% y un 100% en 2041-2070 (Araújo *et al.*, 2011).

Entre los servicios de los ecosistemas afectados por las modificaciones previsibles en el hábitat del cedro canario están la formación de suelo y control de la erosión. Entre los servicios culturales están la calidad del paisaje y el valor científico de tiene esta especie presente en el Parque Nacional del Teide.

En la actualidad, se encuentra actualmente catalogada como “En Peligro” por la UICN (Rumeu *et al.* 2011) y está incluido como "Vulnerable", en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas. Además está catalogado como hábitat prioritario incluido dentro de “Bosques endémicos de *Juniperus spp.*” (9560*) (Montesinos, *et al.*, 2009). Debido a su rareza y protección no presenta ningún uso en la actualidad.

En el Parque Nacional del Teide se han restaurado zonas afectadas por incendios usando semillas locales. Debido al lento crecimiento de esta especie tendrán que pasar muchos años para ver los efectos positivos de esta medida de conservación.

El cambio climático unido a la dependencia del mirlo capiblanco (*Turdus torquatus*) que visita la isla en invierno, así como de los lagartos endémicos (*Gallotia galloti*) para la dispersión de semillas (Rumeu *et al.* 2011; 2013) y del impacto histórico de la deforestación, los incendios y la herbivoría por mamíferos introducidos son gran parte de las causas de que sus poblaciones actuales sean tan reducidas y estén fragmentadas dentro del Parque Nacional del Teide, respecto a su rango de distribución original (Nogales *et al.* 2014) y que sus tendencias futuras no sean nada halagüeñas.

Al ser una especie arbórea con una tasa de crecimiento muy lento el seguimiento y evaluación de los cambios debidos al cambio climático y de medias de gestión llevadas a cabo requieren de periodos largos de estudio.

3.3. Pinares endémicos de Pino canario (*Pinus canariensis*) (9550)

Exposición	Impacto	Capacidad de adaptación	Vulnerabilidad
-Aumento de la temperatura media -Disminución de las precipitaciones otoñales -Disminución de las precipitaciones invernales	-Ascenso altitudinal del área de distribución (Previsible) -Disminución del estado de salud de la población (vigor, tasas de reclutamiento, regeneración, etc.) (Previsible) - Incremento del riesgo de incendio (Actual y Previsible)	☺ Bajos requerimientos ecológicos, alta tolerancia a condiciones ambientales ☺ Especie pionera y competitiva en zonas de suelo constituido ☺ Especie adaptada al fuego. Germinación de semillas favorecida por el fuego ☹ Conejo obstáculo a su capacidad de adaptación	Baja

Los pinares endémicos de pino canario (*Pinus canariensis*) se desarrollan en la actualidad en el piso montano seco. En las vertientes norte y nordeste, a barlovento de los vientos alisios, crecen por encima del nivel de condensación de los vientos dominantes desde los 1.200 m hasta los 2.000 m, esto es por encima de las formaciones de laurisilva y fayal brezal. En las vertientes meridionales y suroccidentales, a sotavento, dominan por encima de los sabinares, desde los 700-800 m hasta los 2.300 m donde son sustituidos por matorrales de leguminosas de alta montaña (Arévalo *et al.*, 2009).

El pino canario es una especie pionera ya que presenta una gran competitividad sobre sustratos sálicos y sobre coladas volcánicas recientes, en particular donde se ha conformado suelo, que llega a formar formaciones de bosques maduros. Además, es marcadamente generalista ya que puede darse en un amplio rango de condiciones térmicas e hídricas.

El pinar de pino canario muestra una gran resistencia y adaptabilidad a los cambios de precipitación y temperatura. En concreto puede resistir una oscilación térmica desde los -10 a los 40 °C, temperaturas medias entre los 10-18°C y amplitudes diarias muy importantes (Serrada *et al.*, 1988). Por otro lado, puede soportar tanto altas precipitaciones (<1500 mm) como la aridez (<300 mm) siendo un magnífico captador de la precipitación horizontal ligada al mar de nubes. Además está adaptado al fuerte viento, presentando una gran resistencia frente a temporales (Del Arco *et al.*, 2006).

El cambio climático amenaza con una mayor reiteración de incendios en el ámbito de la isla de Tenerife. Aunque estos bosques serían vulnerables frente a un incremento en la frecuencia y severidad de incendios forestales, asociados a un ascenso de las temperaturas y el descenso en las precipitaciones, serían beneficiados frente a otras formaciones vegetales por su carácter colonizador después de los incendios ya que germinación de los piñones se ve estimulada por el fuego (Arévalo y Fernández Palacios, 2005; Arévalo *et al.*, 2001). Esto siempre que las semillas tuvieran las condiciones adecuadas de insolación y humedad para poder germinar y generar un banco de plántulas que diera lugar a una expansión de la masas de pinar.

A pesar de los incendios, el pastoreo y el aprovechamiento maderero el pinar de pino Canario está bien representado en la isla de Tenerife. En el Parque Nacional del Teide los pinares ocupan cerca de 700 ha. estando interrumpido por barrancos y coladas lávicas, o limitado edáficamente. Puede que en el pasado el Cedro del Teide (*Juniperus cedrus*) compartiera su territorio con el pinar, pero al no resistir el fuego y debido a la explotación de su madera debió desaparecer de los pinares.

En Tenerife ha sido favorecido por reforestaciones en su área potencial y en el futuro se estima que el cambio climático favorezca la expansión del pinar (Del Arco, 2008) al contrario que para muchas otras formaciones vegetales que verán reducida la superficie que ocupan (ver apartado Escenarios de Futuro).

Al igual que al resto de la flora del Parque Nacional del Teide el herbivorismo llevado a cabo por conejos y muflones supone una de las amenazas y presiones a las que se encuentra sometido el hábitat 9550 Pinares macaronésicos (endémicos), afectando a su capacidad de regeneración (Thomas, 2017; B.O.C., 2016; López Darías *et al.*, 2016).

El hábitat de los Pinares endémicos canarios está catalogado como hábitat de interés comunitario en la Directiva Hábitats (9550) y ha sido evaluado con un estado de conservación favorable (Arévalo *et al.*, 2009; B.O.C., 2016). En la lista Roja de la UICN el pino canario está catalogado como “Preocupación menor” a nivel global y Europeo (Janssen *et al.*, 2016; Thomas, 2017).

Los pinares endémicos se distribuyen actualmente en una orla de vegetación que rodea el Parque Nacional del Teide en el piso montano seco. Su afinidad por el fuego unido al aumento de las temperaturas y descenso de las precipitaciones hacen presagiar que su ascenso altitudinal previsto afecte a otros hábitat contiguos con su límite superior, como el matorral de altas cumbres. Por sus bajos requerimientos ecológicos y alta tolerancia a condiciones ambientales diversas (Brito *et al.*, 2014, 2015, 2016ay b) es probable que se expanda dentro del Parque Nacional, modificando el paisaje actual, en particular en aquellas zonas donde ya haya un suelo constituido.

Aunque estos bosques serían vulnerables frente a un incremento en la frecuencia y severidad de incendios forestales, asociados a un ascenso de las temperaturas y el descenso en las precipitaciones. Sin embargo, se verían beneficiados frente a otras formaciones vegetales por su carácter colonizador después de los incendios, ya que germinación de los piñones se ve estimulada por el fuego (Arévalo y Fernández Palacios, 2005; Arévalo *et al.*, 2001). Esto siempre que las semillas tuvieran las condiciones adecuadas de insolación y humedad para poder germinar y generar un banco de plántulas que si no es ramoneado por el conejo o el muflón, daría lugar a una expansión de la masas de pinar (López Darías *et al.*, 2016).

3.4 Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica (8220)

Exposición	Impacto	Capacidad de adaptación	Vulnerabilidad
-Aumento de la temperatura media - Incremento en la temperatura diurna (media) -Incremento en la temperatura nocturna (mínimas) -Disminución de la precipitación anual -Alteración en el patrón de precipitación (adelanto o retraso) -Disminución de las precipitaciones otoñales e invernales	-Cambios en las relaciones interespecificas (competencia, depredación.) (Actual) -Proliferación de especies exóticas invasoras (Actual)	Falta de información	Baja

Este hábitat está constituido por comunidades vegetales que se desarrollan en las grietas o fisuras de los cantiles o farallones no costeros.

En el ámbito del Parque Nacional del Teide se desarrolla la “comunidad cumbre de bejequillo peludo”, endémica de las montañas del entorno del Circo de Las Cañadas del Teide que se caracteriza por su verticalidad y escasez de suelo. En esta comunidad destacan plantas crasas y helechos como el endemismo tinerfeño *Aeonium smithii* (bejequillo peludo de Tenerife), *Aeonium spathulatum* (mato puntera), *Cheilanthes guanchica*, *Cosentinia vellea* (doradilla), *Cheilanthes marantae*.

En el Parque Nacional del Teide el hábitat se encuentra muy localizado en algunos cantiles del circo de Las Cañadas y en las proximidades del risco de La Fortaleza, ocupa algo más de 5 ha.

Las pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica son un hábitat de interés comunitario (8220) de la Directiva Hábitats (Pérez-Alberti y López-Bedoya, 2009).

Dado el carácter escarpado del hábitat no existen amenazas relevantes ni son previsibles impactos negativos significativos que modifiquen su superficie, densidad o composición. Se ha considerado su estado de conservación de este hábitat es favorable y que su mantenimiento a medio plazo está asegurado (B.O.C., 2016).

3.5. Especies de flora endémica amenazada y flora protegida

Exposición	Impacto	Capacidad de adaptación	Vulnerabilidad
-Aumento de la temperatura media	-Disminución de la población (Actual y Previsible)	☺Alta diversidad o variabilidad genética	Alta
-Incremento en la temperatura diurna (media)	-Cambios en la superficie ocupada por la población (Actual y Previsible)	☺Plasticidad genotípica, alta capacidad de adaptación	
-Incremento en la temperatura nocturna (mínimas)	-Ascenso altitudinal del área de distribución (Previsible)	☹ Baja movilidad, dificultad para colonizar nuevos lugares. Mecanismos de dispersión poco efectivos.	
-Disminución de la precipitación anual	-Proliferación de especies exóticas invasoras, en particular el conejo (Actual y Previsible)	☺Diversidad de estrategias de reproducción y supervivencia	
-Alteración en el patrón de precipitación (adelanto o retraso)	-Afección a fases específicas del ciclo vital (hibernada,...) (Actual y Previsible)	☹ Reducido número de poblaciones y tamaños poblacionales pequeños	
-Disminución de las precipitaciones otoñales e invernales	-Afección a la fenología (floración, caída de la hoja, migración) (Previsible)	☹ Algunos taxones presentan mecanismos de dormancia ligados a grandes variaciones de temperatura	
- Menor frecuencia o duración de olas de frío	-Cambios en la morfología/fenotipo (Actual y Previsible)	☹ Conejo obstáculo a su capacidad de adaptación	
-Mayor frecuencia o duración de olas de calor (temperaturas cálidas extremas)	-Disminución del estado de salud de la población (vigor, tasas de reclutamiento, regeneración, etc.) (Actual y Previsible)	☹Afección por abeja doméstica en especies con polinización entomófila	
	- Afección a la estructura de las poblaciones (ej:sex ratio, proporción de edades, etc.) (Actual)		

	-Afección al hábitat de la especie (Actual)		
--	---	--	--

La flora endémica de las islas Canarias supera los 680 taxones que supone más de la mitad de la flora local (Reyes-Betancort *et al.*, 2008). De ellos 208 taxones crecen en el Parque Nacional del Teide, de las cuales 62 constituyen endemismos del archipiélago (Martín y Wilpret, 1999; Wilpret y Martín, 2003). Esto supone un nivel de endemidad próximo al 30% que se explica por la confluencia de ser una isla oceánica y una isla ecológica en altitud. Las severas condiciones ambientales del Parque Nacional del Teide, a las que la gran mayoría de las especies vegetales no pueden adaptarse, son las que han generado un proceso de radiación adaptativa que ha ocasionado la aparición de tantas especies endémicas.

La afección del cambio climático no es homogénea para toda la flora endémica amenazada y depende de cada especie en cuestión. Ante unas condiciones de cambio climático con aumento de temperaturas y reducción o cambio en la distribución de las precipitaciones (Martín *et al.*, 2012; Del Arco Aguilar y Garzón Machado, 2012.), se prevé que los taxones más vulnerables sean los más expuestos a lo largo de su rango de distribución, y aquellos ligados a requerimientos ecológicos concretos respecto a las necesidades hídricas, dependencia de la nieve, los de biología reproductiva más sensible y los que tengan poblaciones más pequeñas. Las especies que habitan a elevada altitud sufrirían también los efectos del aumento de las temperaturas, puesto que no podrían migrar a mayor altitud en busca de territorios adecuados. Sin embargo, los táxones más termófilos se verán favorecidos, pudiendo utilizar nichos ecológicos hoy día cubiertos por táxones adaptados a duras condiciones climáticas.

Concretamente, las previsiones de disminución de la precipitación y la reducción de la disponibilidad de agua en el suelo por aumento de la evapotranspiración, debida al aumento de temperatura tendrán un efecto negativo en la viabilidad de las poblaciones de estas especies, en concreto en la producción y viabilidad de las plántulas.

De hecho la etapa más crítica de estas especies frente al cambio climático es el establecimiento de las plántulas, sobre todo ante periodos de sequía ya que se limita su tasa de reclutamiento. Esto junto a su reducida área de ocupación, ser especies con pocas poblaciones y con tamaños poblaciones pequeños, les confiere una gran vulnerabilidad frente al cambio climático (Marrero *et al.*, 2003).

Entre las principales consecuencias del cambio climático que ya está teniendo efectos sobre la flora está la introducción y expansión de especies invasoras, como los herbívoros introducidos. Como se va a ver repetidas veces en este documento en particular el conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y el muflón (*Ovis gmelini musimon*), tienen un efecto generalizado en la flora del Parque Nacional del Teide, siendo preocupante los daños que generan en un elevado número endemismos (Nogales *et al.* 2006; Garzón-Machado *et al.* 2010; Hemdorff, 2013; Irl *et al.* 2014; Cubas *et al.*, 2017a y b; Wildpret y Martín, 2003). El conejo que se está viendo favorecido por el aumento de temperaturas y descenso de las precipitaciones debilita a las plantas adultas e incluso las destruye al buscar raíces rizomatosas y los ejemplares reproductivos generan una

menor productividad de semillas al consumir los capullos florales. Esto afecta tanto a especies muy longevas como el Cardo de plata o el Rosal del Guanche como a especies con ciclos más cortos como la Jarilla de Las Cañadas.

El gran número de táxones de flora endémica del Parque Nacional del Teide que potencialmente están en riesgo de extinción por el cambio climático es elevado y por ello, es necesario priorizar los esfuerzos en aquellas más vulnerables. Se han seleccionado aquellas especies de flora endémica y amenazada para las cuales hay evidencias que el cambio climático está suponiendo un efecto negativo en sus poblaciones. Todas menos la Violeta del Teide están protegidas legalmente. En concreto, se han seleccionado un grupo de especies “a priori” muy vulnerables al cambio climático, el Cardo de plata (*Stemmacantha cynaroides*), Jarilla de Las Cañadas (*Helianthemum juliae*), Rosal del Guanche (*Bencomia exstipulata*), Jopillo de cumbre (*Dactylis metlesicsii*), Canutillo del Teide (*Silene nocteolens*) y la Violeta del Teide (*Viola cheiranthifolia*). Casi todas presentan un alto riesgo de extinción en un plazo de 50-100 años.

La mayoría de estas especies aunque produzcan muchas semillas tienen mecanismos de dispersión poco eficaces alejándose escasamente de la planta madre. En algunos casos las poblaciones están fragmentadas y separadas por el cono volcánico del Teide como el Jopillo de cumbre. Por todo ello el intercambio genético es inexistente o escaso y su capacidad de adaptación y velocidad para ascender altitudinalmente o colonizar nuevas zonas que potencialmente respondan a sus requerimientos ecológicos queda muy limitada.

En especies vegetales zoodependientes estrictos como el Cardo de plata, la Jarilla de Las Cañadas o el Rosal del Guanche, las variaciones en la fenología de la planta o la relación con los agentes polinizadores, podrían dificultar el proceso de polinización.

El incremento de incendios como causa del cambio climático supone un elevado riesgo para la supervivencia de estas especies que cuentan con escasas poblaciones dentro del Parque Nacional del Teide. Esto es más grave cuando todas las poblaciones conocidas de las Islas Canarias se encuentran dentro de este espacio protegido.

Por último, muchos de los taxones de alta montaña cuentan con mecanismos de dormancia fisiológica ligados a grandes variaciones de temperatura, por lo que el aumento de las temperaturas podría afectar a su capacidad germinativa (Bachetta *et al.*, 2008).

Se ha consultado información básica de las especies en la Plataforma del Inventario Español de Patrimonio Natural y Biodiversidad, Biodiversia del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medioambiente. <http://www.biodiversia.es/>, así como informes, artículos científicos y monografías técnicas sobre la biología y estado de conservación de las especies seleccionadas.

Cardo de plata (*Stemmacantha cynaroides*)

El Cardo de plata es una planta compuesta endémica exclusiva de las altas cumbres de Tenerife que crece en campos de piroclastos o gleras con escasa cobertura de matorral y zonas soleadas entre 2.200- 2.400 m.s.n.m. En estos sustratos con alta movilidad y extrema rigurosidad climática muy pocos taxones son capaces de desarrollarse. Suele crecer en poblaciones monoespecíficas pero también se la encuentra junto a *Argyranthemum teneriffae*

y *Viola cheiranthifolia*. En ocasiones estas especies se encuentran rodeadas de retamar de cumbre (Marrero *et al.*, 2011c).

Se conocen 5 poblaciones pequeñas y dispersas, aunque casi el 90% de los ejemplares se encuentran en una sola localidad. En total, hay poco más de 150 ejemplares maduros y varios cientos de ejemplares juveniles que se encuentran en su totalidad dentro del Parque Nacional del Teide. El área de ocupación real apenas supera los 20.000 m². Es de destacar su desaparición en varias localidades en épocas recientes.

Es una especie hermafrodita que se poliniza por insectos y que presenta una alta tasa de producción de semillas que se dispersan por el viento, aunque por lo general a corta distancia (no más de 200 m de la planta madre). Florece entre junio y julio y fructifica en agosto (Marrero *et al.*, 2011c).

Los escasos ejemplares de *S. cynaroides* al igual que más de 30 especies endémicas de Canarias catalogadas en el Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España presentan como principal amenaza los herbívoros introducidos (Cubas *et al.*, 2017a y b). A pesar de ser un taxón longevo (posiblemente superior a 100 años) debido al ramoneo por parte de conejos y muflones, se ha estimado que esta especie tiene un riesgo de extinción de prácticamente el 100% para un horizonte temporal de 100 años.

Las fases reproductora y juvenil son las más vulnerables ya que los herbívoros al comerse las cabezuelas florales disminuyen o eliminan la producción de semillas y al acceder a las partes subterráneas de las plantas provocan la muerte de los individuos. A esto se suma, la depredación de semillas por larvas del díptero tefrítido *Acanthiophilus walkeri* y a que es una especie de crecimiento lento cuyos ejemplares no comienzan a florecer hasta los 10-15 años (Marrero *et al.*, 2011c). Por último, el coleccionismo, aunque está controlado, sigue afectando a las poblaciones más conocidas y de fácil acceso.

El cardo de planta está cataloga en la UICN como “En Peligro” a nivel global (EN B2ab(v); C2a(i); D) (Marrero *et al.* 2011d) y como “En Peligro Crítico” (CR C2a(ii)) a nivel nacional (Bañares *et al.* 2011c). Está citada en el anexo II de la Directiva Hábitats. Está incluida en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y en el Catálogo Canario de Especies Protegidas como “En Peligro de Extinción”.

Debido al riesgo de extinción en 2006 se aprobó el Plan de Recuperación del Cardo de Plata (*S. cynaroides*) en el cual que estableció como objetivo fijar como mínimo 1.500 ejemplares reproductores, distribuidos en al menos ocho núcleos viables de al menos 150 ejemplares reproductores (las 5 localidades naturales conocidas y otras 3 de nueva creación). Desde el Parque Nacional del Teide esta especie ha sido objeto de gestión y se han desarrollado medidas de seguimiento intensivo de su dinámica poblacional, reintroducciones y establecimiento de cercados de protección, conservación *ex situ*, control de conejos y muflones, entre otras medidas (B.O.C., 2006).

Jarilla de Las Cañadas (*Helianthemum juliae*)

La Jarilla de Cumbre, es un caméfito hermafrodita endémico de Tenerife exclusivo del Parque Nacional de Teide, que crece en zonas de matorrales de cumbre en pequeñas repisas de acantilados y piedemontes relativamente sombreados en las cumbres de alta montaña de la isla en lugares de suelo escaso y con cierta movilidad en época de lluvias a 2.050-2.300 metros de altitud. Es aparentemente autógeno y de corta longevidad (en torno a 13 años).

En el Parque Nacional del Teide se ha pasado en una década de estar censados apenas 166 ejemplares distribuidos en 3 pequeñas poblaciones a más de 4.000 en 9 núcleos mediante el refuerzo de poblaciones (Bañares *et al.* 2011d; Marrero *et al.*, 2007).

Florece en mayo-junio y la polinización es eminentemente entomógama. Fructifica en julio-agosto, presentando un mecanismo de dispersión poco efectivo (barocoria) ya que rara vez se observan germinaciones a más de 3 metros de las plantas productoras. Un ejemplar adulto produce entorno a 50 semillas de las cuales suelen germinar el 30% coincidiendo con las primeras lluvias dando lugar a numerosas plántulas. El estado de plántula es la etapa más crítica de su ciclo vital (Marrero *et al.*, 2003) ya que solo un 2-5% supera la sequía estival y en años con un registro pluviométrico inferior a 350 mm la tasa de crecimiento de las poblaciones es inferior a 1. Aquellas plántulas que han nacido en lugares con menor insolación presentan una mayor probabilidad de sobrevivir. Ello propicia una tendencia general regresiva y fluctuaciones en el tamaño de las poblaciones en función de la variabilidad climática.

Estudios realizados sobre la previsión de evolución de la jarilla de las Cañadas en función de diferentes escenarios climáticos indican un alto riesgo de extinción (90% en 100 años). Concretamente las previsiones de disminución de la precipitación y la reducción de la disponibilidad de agua en el suelo por aumento de la evapotranspiración, debida al aumento de temperatura tendrán un efecto negativo en la viabilidad de estas poblaciones, en concreto en la producción y viabilidad de las plántulas. (Bañares *et al.* 2011d).

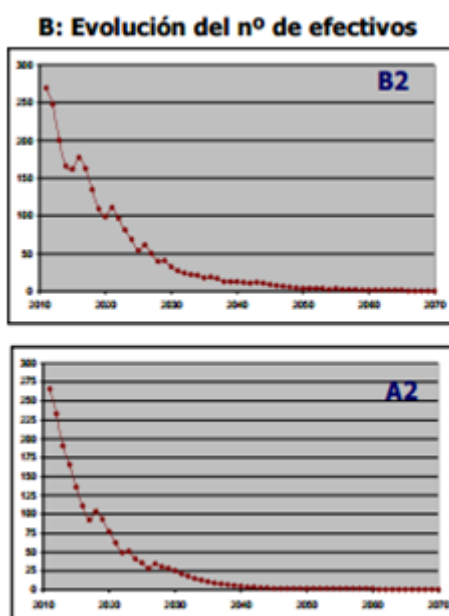


Figura 1: Previsión de la evolución de *H. juliae* atendiendo al proceso de cambio climático atendiendo a dos escenarios climáticos utilizados por el IPCC (A2 y B2). (Bañares *et al.*, 2011d)

Además de las variaciones climáticas otro factor de presión importante es ramoneo por parte del conejo y el muflón, el cual debilita a las plantas adultas y generan una menor productividad de semillas.

La especie presenta una escasa plasticidad ecológica, ya que requiere de unas condiciones ambientales de humedad del suelo poco frecuentes en la alta montaña de Canarias.

La Jarilla de Cumbre es una de las especies de la flora canaria mejor conocida ya que desde 1995 se vienen realizando estudios para caracterizar la estructura y biología reproductiva de

estas poblaciones, así como para analizar la viabilidad de especie mediante un seguimiento demográfico durante una década (Marrero *et al.*, 2007; Pérez *et al.*, 2015). También se han realizado estudios genéticos a nivel poblacional (Sosa y Polifrone, 2004), en los cuales se ha visto que los ejemplares de las tres poblaciones presentan una gran homogeneidad genética.

En la UICN está catalogada como “En Peligro Crítico” (CR B2ab(v)c(v); C2a(i); E) a nivel nacional (Bañares *et al.*, 2011c). A nivel global aún no ha sido evaluado. La Jarilla de Cumbre está incluida en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y en el Catálogo Canario de Especies Protegidas en la categoría “En Peligro de Extinción” (Decreto 151/2001, de 23 de julio).

Debido al riesgo de extinción en 2006 se aprobó el Plan de Recuperación de la Jarilla de Cumbre (“*Helianthemum juliae*”) en el cual se estableció como objetivo fijar como mínimo 3.000 ejemplares reproductores, distribuidos en al menos nueve núcleos viables de al menos 300 ejemplares reproductores (las 3 localidades naturales conocidas y otras 6 de nueva creación). Desde el Parque Nacional del Teide se han desarrollado medidas de conservación *in situ*, vigilancia intensiva, control de herbívoros introducidos, estudio de su biología poblacional, reforzamientos poblacionales, entre otras medidas.

Rosal del Guanche (*Bencomia exstipulata*)

El rosal del Guanche es un arbusto leñoso endémico de las Islas Canarias, de hasta 2,5 m de altura, que crece en fisuras, escarpes y grietas en acantilados de difícil acceso en zonas de alta montaña entre 2.000-2.100 m. En ocasiones se desarrolla dentro del matorral de cumbre y en malpaisés (Bañares *et al.*, 2011b).

En el Parque Nacional del Teide existe una única población natural que se desarrolla en el roque Tiro del Guanche, así como ejemplares aislados en la base del roque entre 2.000-2.100 m. En su conjunto, el área de dispersión de la especie abarca menos de una hectárea. En las islas Canarias hay una segunda población natural en la isla de la Palma. Florece de marzo a mayo y fructifica en junio-julio (Marrero Gómez, *et al.* 2011a).

La población natural del Parque Nacional del Teide no superaba los 100 ejemplares. La situación de las poblaciones de *Bencomia exstipulata* de Tenerife era crítica desde un punto de vista genético porque casi todos los ejemplares (naturales y reintroducidos) eran genéticamente idénticos (Sosa *et al.* 2009, ; González *et al.*, 2009). Para paliar esta situación se hicieron reintroducciones con ejemplares genéticamente diversos que han dado lugar a cerca de 1000 ejemplares en Tenerife (Bañares *et al.*, 2011). Además hay poblaciones reintroducidas que han logrado incrementar sus efectivos hasta un total de 654 ejemplares. El área real de ocupación supera escasamente los 10.000 m².

La dificultad que tienen las plántulas para establecerse ante la sequía limita su tasa de reclutamiento y junto a su reducida área de ocupación, son responsables de la gran vulnerabilidad que esta especie presenta ante eventos estocásticos.

La mayoría de los ejemplares presentan expresión bisexual pudiéndose encontrar individuos que incluso cambian de sexo de un año a otro. Las flores se polinizan por insectos. Tiene una elevada producción de semillas sobre todo aquellos ejemplares de gran tamaño donde dominan las flores femeninas y cuenta con multiplicación vegetativa por acodos. La dispersión de *Bencomia exstipulata* parece estar favorecida por los lagartos (*Gallotia galloti*), el cual parece ser depredado por gatos silvestres (Olesen y Valido, 2003).

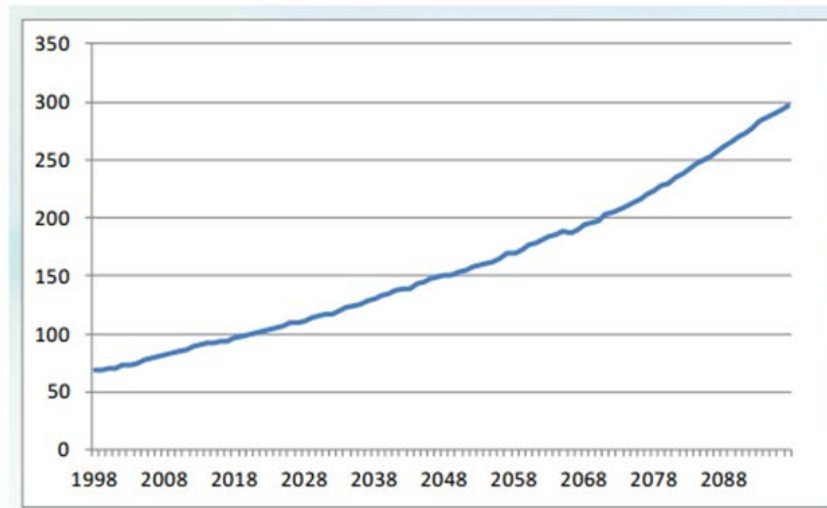


Figura 2: Proyección de la evolución de los efectivos de *B. exstipulata* en Tiro del Guanche

La población aparenta una ligera tendencia expansiva y presenta una dinámica sumamente lenta, con escaso reclutamiento, compensado por la alta longevidad de los adultos. Una de las principales amenazas son los incendios, que ya en el pasado (verano 2012) han supuesto una reducción de ejemplares importante (Martín *et al.*, 2005; Bañares *et al.*, 2011b).

Esta especie se encuentra incluida en diversos catálogos y listas rojas de especies amenazadas, en las categorías de máximo riesgo. Sin embargo gracias a los trabajos de recuperación de la especie que se llevan realizando en el Parque nacional del Teide desde los años 90 se ha rebajado la categoría UICN a “Vulnerable” (VU D1) tanto a nivel global como a nivel nacional (Marrero Gómez, *et al.* 2011a; Bañares *et al.*, 2011c; Bañares *et al.*, 2011b). Está incluida en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y en el Catálogo Canario de Especies Protegidas como “En Peligro de Extinción”.

Esta especie de flora aunque carece de un Plan de Recuperación es objeto de un programa de recuperación desde hace más de 30 años que contempla, entre otras medidas, el estudio de su biología poblacional, reforzamientos poblacionales, reintroducción de poblaciones extinguidas y creación de nuevas poblaciones en su hábitat potencial. Además es seguimiento a largo plazo (Marrero *et al.*, 2015) y de proyectos de investigación (Sosa *et al.*, 2009)

Jopillo de cumbre (*Dactylis metlesicsii*)

Gramínea endémica de Tenerife que crece en pedregales de alta montaña en zonas del retamar de cumbre entre 1.800-2.400 m. Como hábitat secundario puede aparecer en zonas de pinar canario aclarado y en humedales de carices y mastranto. Se localiza únicamente en la zona media y nororiental de Las Cañadas y en la montaña del Cabezón en contadas poblaciones (Martín *et al.*, 2004; B.O.C., 2016).

Es un hemicriptófito hermafrodita que carece de reproducción vegetativa. Se poliniza por el viento. Entre las amenazas existentes destacan la depredación por herbívoros, incendios, sequías, la transformación de cursos de agua, desprendimientos y corrimientos, actividades volcánicas y el coleccionismo y recolección tradicional (B.O.C., 2016).

En la UICN no ha sido evaluada a nivel global y a nivel nacional está cataloga “En Peligro” (EN B2ab (iii,iv,v) (Bañares *et al.*, 2011c)). Está incluida en el Catálogo Canario de Especies Protegidas como “Vulnerable”. Además su hábitat el retamar de cumbre está catalogado

como hábitat de interés comunitario, incluido dentro de los “Matorrales oromediterráneos endémicos con aliaga” (4090) de la Directiva Hábitat (Bonet, *et al.*, 2009).

Canutillo del Teide (*Silene nocteolens*)

Cariofilácea endémica de Tenerife que se desarrolla entre 2.500-3.000 m, sobre una capa de piroclastos (piedra pómez) de varios centímetros de espesor que a su vez están sobre suelos más o menos profundos. Esta capa de piroclastos a menudo está desprovista de cubierta vegetal aparente y contribuye a mantener la humedad edáfica, en ausencia de lluvias, hasta entrado el verano. *S. nocteolens* florece entre mayo y junio y fructifica en agosto (Marrero *et al.*, 2011b). Con frecuencia cohabita con *Viola cheiranthifolia*, *Erysimum scoparium*, *Argyranthemum teneriffae*, etc.

Existen solo 2 poblaciones conocidas que se encuentran en su totalidad dentro del Parque Nacional del Teide y que presentan niveles de variabilidad genética altos (González, 2011). Según el censo de 2008, tienen un tamaño de 517 ejemplares adultos la población de Montaña Blanca y 1.542 ejemplares adultos la población de Pico Viejo (Marrero *et al.*, 2015). Ambas poblaciones a pesar de estar separadas 6,2 km por una barrera geológica natural que es el volcán del Teide presentan un flujo genético importante. En conjunto el área de ocupación real de la especie apenas alcanza 10.000 m².

Es una especie que se poliniza por mariposas nocturnas y tiene una capacidad de expansión limitada ya que las semillas generalmente no son dispersadas más lejos de 10 m de la planta madre.

El principal factor de amenaza para esta especie es el ramoneo del conejo y en menor medida del muflón que destruyen las plantas en busca de raíces rizomatosas y que consumen los capullos florales. Esta presión ha podido llevar a la desaparición de alguna localidad en el pasado y en la actualidad sigue afectado al desarrollo óptimo de las plantas (Bañares *et al.*, 2011a). Debido a que las poblaciones se ubican próximas a senderos transitados, existe un riesgo de artificialización del hábitat y riesgo de pisoteo (Marrero *et al.*, 2011b).

Otro factor de amenaza son fenómenos climatológicos adversos de carácter catastrófico. De hecho el soterramiento de ejemplares como consecuencia de avenidas en periodos de fuertes lluvias, sequías prolongadas o ausencia de cobertura nival en invierno afectan al estado de conservación de ejemplares, incrementándose las tasas de mortalidad, sobre todo de plántulas y juveniles (Marrero *et al.*, 2015).

Esta especie ha sido objeto de medidas de conservación por parte del Parque Nacional del Teide donde se lleva a cabo un programa de recuperación de la especie, de estudios científicos (González, 2011; Sosa *et al.*, 2009) y de seguimiento a largo plazo de su demografía, (Marrero *et al.*, 2015).

El seguimiento de esta especie ha permitido observar una tendencia regresiva de la especie, ya que hay poblaciones envejecidas, en la que el reclutamiento de nuevos individuos es un proceso relativamente poco frecuente.

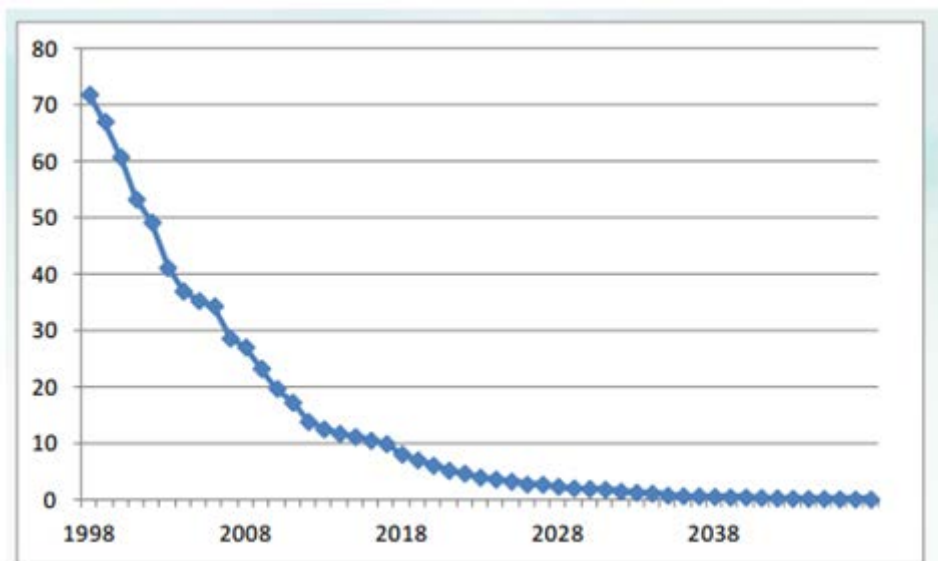


Figura 3: Previsión de la evolución de los efectivos de *S. nocteolens* en Montaña Blanca

Existen indicios de que el proceso regresivo de esta especie pueda tener relación con algunas variables climáticas, y en especial la duración de la cobertura nival invernal (que cada año es menor), o con un incremento de la presión de herbívoros introducidos (fundamentalmente conejos). En concreto, estudios realizados revelan una probabilidad de extinción del 99% en 50 años (Marrero *et al.*, 2015).

S. nocteolens está catalogado en la UICN como “En Peligro Crítico” a nivel nacional y global (CR B2ab(iii)) (Bañares *et al.*, 2011a y 2011c). Está catalogada como “Vulnerable” en el Catálogo Canario de Especies Protegidas y en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial.

Violeta del Teide (*Viola cheiranthifolia*)

La violeta del Teide es un endemismo exclusivo del Parque Nacional del Teide que crece en laderas pedregosas por encima de los 2.500 m de altitud y hasta cerca de la cima y en el propio cráter del Teide, a aproximadamente 3.600 m. Se desarrolla sobre materiales estériles volcánicos, sin suelo, estando adaptada a un elevado contraste de condiciones climatológicas propias de altitudes por encima de los 2.500 m que para la mayoría de las plantas es muy estresante (Traveset, *et al.*, 2015). Por ello, pocas especies forman parte de esta comunidad, caracterizada por *Viola cheiranthifolia*, aunque pueden acompañarla *Argyranthemum teneriffae* (margarita del Teide), *Silene nocteolens* (conejera de cumbre) y *Stemmacantha cynaroides* (cardo de plata).

Es la planta que florece a mayor altura de toda España, y la más llamativa o singular del Parque Nacional del Teide, junto al tajinaste rojo (*Echium wildpretii*) y a la retama del Teide (*Spartocytisus supranubius*). La morfología y fisiología de esta especie muestran una interesante diferenciación poblacional en una distancia de pocos kilómetros.

Tiene un fruto, con forma de cápsula, se divide en tres hojas en las que se hallan algunas semillas que brotan si han vivido un periodo frío. Esto es debido a que se trata de una planta

completamente adaptada a las severas condiciones ambientales de las altas cumbres y requiere del reposo del frío invierno.

Se ha observado que su floración se está adelantando. Ha llegado a florecer en enero cuando Humboldt vio en flor esta simbólica violeta del Teide en junio de 1799. Por otro lado, la intensidad de la floración en general está disminuyendo a medida que decaen las precipitaciones invernales y los días de nieve.

La mayor vulnerabilidad ante el cambio climático está en aquellas especies de cumbre que tienen restringida su expansión en altura por falta de hábitat. Es muy probable que la isoterma de cero grados en el pico Teide desaparezca en unas décadas, al igual que las nevadas. No sabemos qué consecuencias tendrá para la violeta del Teide, que podría verse muy perjudicada como predicen algunos estudios sobre esta especie (González Fernández *et al.*, 2016).

La principal amenaza sobre esta especie es la presencia del conejo que en las últimas décadas se ha vuelto muy abundante, y el cual se ha llegado a capturar a 3.700 metros. Tiene terribles consecuencias para los ejemplares aislados de la endémica violeta del Teide (Traveset, *et al.*, 2015; Seguí *et al.*, 2017).

Se han construido modelos predictivos de los cambios que puede experimentar su distribución y abundancia frente a distintos escenarios climáticos, teniendo en cuenta las particularidades ecológicas y genéticas de la especie. Estos modelos indican un fuerte retroceso de la especie, tanto por el cambio climático como por las especies invasoras.

Además, la mayor parte de sus poblaciones se encuentran altamente amenazadas por el gran número de visitantes del Pico del Teide que pueden acceder a sus poblaciones.

En la UICN está catalogada como “Vulnerable” (Vu D2) a nivel nacional (Bañares *et al.*, 2011c). A diferencia del resto de especies de flora seleccionada y a pesar de estar catalogada como amenazada esta especie no está incluida ni en el Catálogo Canario de Especies Protegidas y ni en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial.

La comunidad de violeta del Teide se encuentra integrada en el hábitat (8320) Campos de lava y excavaciones naturales, que es un hábitat de interés comunitario incluido en el Anexo I de la Directiva Hábitats (Beltrán y Dóniz, 2009).

Esta especie ha sido objeto de medidas de gestión por parte del Parque Nacional del Teide como vallado de algunas poblaciones, control de herbívoros invasores y de proyectos de investigación sobre su ecología reproductiva (Rodríguez-Rodríguez, *et al.* 2014); Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2016).

3.6. Invertebrados endémicos

Exposición	Impacto	Capacidad de adaptación	Vulnerabilidad
-Aumento de la temperatura media -Incremento en la temperatura diurna (media) -Incremento en la temperatura nocturna (mínimas) -Disminución de la precipitación anual -Alteración en el patrón de precipitación (adelanto o retraso) -Mayor frecuencia o duración de olas de calor (temperaturas cálidas extremas) -Modificación de la dirección del viento	-Disminución de la población Afección al hábitat de la especie -Cambios en las relaciones interespecíficas (competencia, depredación) -Proliferación de especies exóticas invasoras -Incremento de las poblaciones de especie exótica introducida abeja de la miel (<i>Apis mellifera</i>) -Cambios en la fenología de las especies de plantas nutricias -Disminución o desaparición de especies de plantas vitales para su ciclo vital	☺ Elevada diversidad de especies ☺ Alta movilidad, facilidad para colonizar nuevos lugares ☹ Falta de información sobre su variabilidad genética, requerimientos ecológicos y procesos vitales dependientes del clima	Alta

El grupo de los invertebrados es el mejor representado en el Parque Nacional del Teide, con casi 1.500 especies y un significativo porcentaje de endemidad (más del 40 por ciento son endémicas de Canarias, de ellas casi un 10% son exclusivas de Tenerife y un 7% del Parque Nacional del Teide). La fauna invertebrada del Parque Nacional sigue siendo insuficientemente conocida y de hecho siguen apareciendo especies nuevas (Tshikolovets, 2002). Destacan especialmente las arañas (*Acculepeira annulipes* y *Dysdera chioensis*), escarabajos (*Cyphocleonus armitagei*, *Hesperophanes roridus* y *Pimelia ascendens*), dípteros, hemípteros, himenópteros, mantis (*Pseudoyersinia teydeana*) y lepidópteros (*Cyclirius webbianus*).

El ciclo de los invertebrados es en general estacional y es durante la primavera e inicios del verano cuando se produce una eclosión en sus poblaciones. La floración en primavera de la vegetación de Las Cañadas y en particular de la retama de cumbre, atrae a toda una multitud de insectos entre los que abundan chinches, escarabajos, mariposas, avispa, etc. (Tshikolovets, 2002).

El hecho que varias especies de plantas estén iniciado su floración varios meses antes de lo previsto y que la intensidad de la floración en general esté disminuyendo a medida que disminuyen las precipitaciones invernales y los días de nieve (Martín *et al.*, 2015) puede tener un efecto de desacople con los ciclos vitales de los invertebrados endémicos con consecuencias negativas tanto para las poblaciones de plantas como de invertebrados.

El invertebrado más común es la introducida abeja de la miel (*Apis mellifera*) que cada año irrumpe en el Parque Nacional del Teide con más de cien millones de individuos, que desplazan a los polinizadores autóctonos y a menudo endémicos, y perjudica la polinización de la flora, que como hemos visto, es de gran valor para la conservación por su altísimo grado de endemidad.

Aunque en el Parque Nacional del Teide se están realizando estudios sobre el efecto del cambio climático sobre determinados grupos como mariposas o fauna invertebrada subterránea existe un gran desconocimiento sobre el efecto del cambio climático sobre los invertebrados a pesar de su gran diversidad, elevado grado de endemidad e importante

función dentro de los ecosistemas de alta montaña (Tshikolovets, 2002). Debido a la estrecha relación entre los invertebrados polinizadores y la flora entomófila del Parque Nacional del Teide parte de los efectos del cambio climático sobre estas especies está relacionado con los efectos del cambio climático sobre la flora del parque nacional, la cual ha sido objeto de numerosos estudios y acciones de gestión. En concreto variaciones en la fenología de las plantas, podrían dificultar el proceso de polinización y tener efectos negativos sobre el ciclo vital de los invertebrados polinizadores si no se ajustan a dichos cambios.

Existen evidencias científicas sobre la competencia que numerosas especies de invertebrados polinizadores están padeciendo por parte de la abeja doméstica (*Apis mellifera*) (Valido *et al.*, 2010; 2014) aunque hace falta corroborarlo en el Parque Nacional del Teide. La actividad apícola genera una fuerte competencia por polen y néctar entre las abejas de la miel y los invertebrados polinizadores. En el Parque Nacional del Teide el uso apícola está permitido por el PRUG vigente y es una actividad de gran peso. En este espacio protegido se registra en primavera una elevadísima densidad de colmenas por hectárea, pertenecientes a cerca de 150 apicultores que liberan cada año alrededor de cien millones de abejas domésticas.

Se debería investigar el efecto de la actividad apícola si no se regula adecuadamente en la disminución de la variedad y abundancia de especies de polinizadores nativos con sus efectos colaterales negativos sobre la reproducción de plantas y su diversidad genética ya que en islas volcánicas oceánicas como Hawaii se ha evidenciado científicamente este efecto.

3.7. Uso público y Turismo asociado al Parque Nacional del Teide

Exposición	Impacto	Capacidad de adaptación	Vulnerabilidad
<ul style="list-style-type: none"> -Aumento de la temperatura media -Incremento en la temperatura diurna (media) -Aumento en la frecuencia de tormentas tropicales -Mayor frecuencia o duración de olas de calor (temperaturas cálidas extremas) -Aumento de las intrusiones de polvo sahariano 	<ul style="list-style-type: none"> -Cambios en la estacionalidad del turismo y concentración en los meses menos calurosos. -Disminución en la calidad de la visita -Efectos negativos en la salud (alergias, problemas respiratorios, enfermedades transmitidas por insectos) 	<ul style="list-style-type: none"> ©Sector flexible con capacidad de adaptarse a las futuras demandas del turismo 	Sin información suficiente

La isla de Tenerife recibe anualmente más de 5 millones de turistas, de los cuales la gran mayoría visita el Parque Nacional del Teide. En concreto, Parque Nacional del Teide es el Parque Nacional más visitado de la Red de parques del estado (web Gobierno de Canarias).

No está claro que el aumento de las temperaturas y el incremento de la frecuencia y duración de las olas de calor en la isla de Tenerife podría disminuir el número de visitantes o modificar patrones estacionales de visita a la isla.

Si llegara a afectar esto podría deberse a que la calidad de la visita descendería, a que aumentarían los riesgos para la salud de los visitantes asociados a las olas de calor, a enfermedades transmitidas por insectos que se multiplicarían con gran rapidez o a un

incremento de casos de alergia y problemas respiratorios, por aumento de vientos cargados de polvo procedente del Sáhara. Por otro lado, la desertización de los paisajes naturales podría reducir el atractivo de esta isla y por tanto habría menos visitantes que harían la visita casi obligada al Parque Nacional del Teide.

4. PRIORIZACIÓN DE OBJETOS DE CONSERVACIÓN

A partir del análisis de vulnerabilidad realizado para cada objeto de conservación, teniendo en cuenta la exposición al cambio climático, su impacto y la capacidad de adaptación, es posible identificar expresamente los objetos de conservación más vulnerables y los más resilientes frente al cambio climático (EUROPARC- España, 2017).

A continuación, se muestra una tabla-resumen de la valoración de la vulnerabilidad de todos los objetos de conservación seleccionados, siempre y cuando la información bibliográfica disponible, junto a la consulta a expertos, ha proporcionado información suficiente para ello:

Tabla-Resumen: Vulnerabilidad de los objetos de conservación del Parque Nacional del Teide

OBJETO DE CONSERVACIÓN	VULNERABILIDAD
TIPOS DE HÁBITAT	
Hábitat de la retama de cumbre (<i>Spartocytisus supranubius</i>)	ALTA
Bosques endémicos de <i>Juniperus</i> spp. (9560*). Hábitat del cedro canario (<i>Juniperus cedrus</i>)	MEDIA-ALTA
Pinares endémicos de Pino canario (<i>Pinus canariensis</i>) (9550)	BAJA
Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica (8220)	BAJA
ESPECIES	
Especies de flora endémica y de flora protegida	ALTA
Invertebrados endémicos	ALTA
OTROS VALORES	
Uso público y Turismo asociado al Parque Nacional del Teide	Sin información suficiente

Tras el análisis de la vulnerabilidad se confirma que los hábitats y especies asociados a altas cumbre de islas oceánicas como es el caso de los objetos de conservación del Parque Nacional del Teide presentan un elevado grado de vulnerabilidad a los efectos del cambio climático. En particular, es destacable el efecto del cambio climático en el hábitat de la retama de cumbre, en la flora endémica amenazada, ya esté a día de hoy protegida o no y en la comunidad de invertebrados endémicos, muchos de ellos vinculados estrechamente con la flora del Parque Nacional. Estas especies y hábitats están siendo objeto de seguimiento y han sido objeto de numerosas medidas de conservación basadas en conocimiento científico, en muchos casos aplicado a la gestión. Por ello, se puede decir que en el Parque Nacional del Teide, aunque quedan indicios observados a nivel global y en islas volcánicas similares que verificar

científicamente a nivel de este espacio, cuenta desde hace varias décadas con un exhaustivo nivel de conocimiento de casi todos sus valores naturales. Esto unido a las largas series de datos climáticos existentes para el Parque Nacional del Teide ha permitido analizar el grado de vulnerabilidad de estos objetos de conservación con mayor precisión, detectar los efectos del cambio climático en muchos de ellos y realizar escenarios de futuro con menor rango de error que en otros espacios.

Hay varios hábitats en los que no está previsto efectos negativos significativos del cambio climático y algunos en los que incluso está previsto que pueden verse beneficiados como en el caso de los Pinares endémicos de Pino canario.

Finalmente, con la información disponible no se ha podido valorar si el aumento de las temperaturas y el incremento de la frecuencia y duración de las olas de calor en la isla de Tenerife podría disminuir el número de visitantes o modificar patrones estacionales de visita a la isla. Debido al valor económico del sector turístico en esta isla sería importante realizar algún estudio específico para identificar el grado de vulnerabilidad.

5. REFERENCIAS

- Araújo, M.; Guilhaumon, F.; Rodrigues Neto, D.; Pozo Ortego, I. Gómez Calmaestra, R. 2011. *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la biodiversidad española 2. Fauna de vertebrados* Proyecciones de las áreas de distribución potencial de la fauna de vertebrados de la España peninsular por efecto del cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, CSIC, Museo de Ciencias Naturales.
- Arévalo, J. R., Fernández-Palacios, J. M., Jiménez, M. J. & Gil, P., 2001. *The effect of fire intensity on the understory species composition of two Pinus canariensis reforested stands in Tenerife (Canary Islands)*. Forest Ecology and Management 148: 21-29.
- Arévalo, J. R. & Fernández-Palacios, J. M., 2005. *From pine plantations to natural stands. Ecological restoration of a Pinus canariensis Sweet, ex Spreng, forest*. Plant Ecology 181: 217-226.
- Arévalo, J. R. & Fernández Palacios, J.M. 2009. *9550 Pinares endémicos canarios*. En: VVAA. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario de España. Madrid: Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 74 p.
- B.O.C. 2006. *Decreto 167/2006, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Plan de Recuperación del Cardo de Plata ("Stemmacantha cynaroides") y de la Jarilla de Cumbre ("Helianthemum juliae")*. Boletín Oficial de Canarias 2006/234.
- B.O.C. 2016. *Plan de Gestión de la ZEC ES7020043 Parque Nacional del Teide, aprobado por Orden de la Consejera de Política Territorial, Sostenibilidad y Seguridad de fecha de 1 de abril de 2016* (BOC núm. 68, de 11 de abril de 2016).
- Bacchetta G., Bueno Sánchez A., Fenu G., Jiménez-Alfaro B., Mattana E., Piotta. B. & Virevaire M. (eds). 2008. *Conservación ex situ de plantas silvestres*. Principado de Asturias / La Caixa. 378 pp.
- Bañares Baudet, A., Carqué Álamo, E. & Marrero Gómez, M.V. 2011a. *Silene nocteolens*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T165122A5976394.<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-1.RLTS.T165122A5976394.en>. Downloaded on 26 February 2018.
- Bañares Baudet, A., Carqué Álamo, E., Palomares Martínez, A. & Marrero Gómez, M.V. 2011b. *Bencomia exstipulata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T165220A5992216. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-1.RLTS.T165220A5992216.en>. Downloaded on 26 February 2018.
- Bañares, Á.; Blanca, G.; Güemes J.; Moreno, J.C. y Ortiz, S., eds. 2011c. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España. Adenda 2010*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino)-Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid, 170 pp. ISBN 978-84-8014-795-8.
- Bañares, A., Marrero, M.V., Carqué, E., González, M.A y Sosa, P. 2011d. *Diagnóstico y actuaciones para la conservación de la flora amenazada del Parque Nacional del Teide (Islas Canarias)*. 53-66. En Serra, L. (ed.). Jornadas Estatales de estudio y divulgación de la flora de los Parques Nacionales y Naturales. CAM. Alcoi.
- Beltrán E. & Dóniz, J., 2009. *8320 Campos de lava y excavaciones naturales*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. 124 pp.

Bonet, F.J.; Zamora, R.; Gastón, A.; Molina, C. y Bariego, P. 2009. *4090 Matorrales pulvinulares orófilos europeos meridionales*. En: VVAA, Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio ambiente, y Medio rural y marino. 122 p.

Brito *et al.* 2014. Canopy transpiration of a *Pinus canariensis* forest at the treeline: implications for its distribution under predicted climate warming. *European Journal of Forest Research* 133: 491-500.

Brito *et al.* 2015. Canopy transpiration of a semi arid *Pinus canariensis* forest at a treeline ecotone in two hydrologically contrasting years. *Agricultural and Forest Meteorology* 201: 120-127.

Brito *et al.* 2016a. Increased water use efficiency does not prevent growth decline of *Pinus canariensis* in a semiarid treeline ecotone in Tenerife, Canary Islands (Spain). *Annals of Forest Science* 73: 741-749.

Brito *et al.* 2016b. Water availability drives stem growth and stem water deficit of *Pinus canariensis* in a drought-induced treeline in Tenerife. *Plant Ecology* DOI 10.1007/s11258-016-0686-6.

Cubas, J.; Martín Esquivel, J.L.; del Arco, M. y González Mancebo, J.M. 2017a. *El conejo europeo como ingeniero del paisaje en la alta montaña canaria*. *Conservación Vegetal*, 21. Diciembre 2017. 14-17.

Cubas, J.; Martín-Esquivel, J.L.; Nogales, M.; Irl, S.D.H.; Hernández-Hernández, R.; López-Darias, M.; Marrero-Gómez, M.; del Arco, M.J.; González-Mancebo, J.M. 2017b. *Contrasting effects of invasive rabbits on endemic plants driving vegetation change in a subtropical alpine insular environment*. *Biol Invasions*. DOI 10.1007/s10530-017-1576-0.

Del Arco Aguilar, M.J. (Director) *et al.* 2006. *Mapa de Vegetación de Canarias*. Grafcan. Santa Cruz de Tenerife.

Del Arco Aguilar, M.J. 2008. 4. *La flora y la vegetación canaria ante el cambio climático actual*. En Afonso-Carrillo, J. (Ed.), *Naturaleza amenazada por los cambios en el clima*. pp. 105-140. Actas III Semana Científica Telesforo Bravo. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias. ISBN: 978-84-612-6456-8.

Del Arco Aguilar, M.L. y Garzón Machado, V. 2012. *Estudio predictivo de distribución de los pisos de vegetación en Tenerife y Gran Canaria, para diferentes escenarios de Cambio Climático*. MEMORIA FASES B-D "Proyecto CLIMA-IMPACTO (MAC/3/C159). Cofinanciado con Fondos FEDER dentro del Programa de Cooperación Transnacional Madeira – Azores – Canarias (MAC) 2007-2013.

Delibes-Mateos, M.; Delibes, M.; Ferreras, P.; Villafuerte, R. 2008. *Key role of European rabbits in the conservation of the Western Mediterranean basin hotspot*. *Conserv Biol*. 22:1106–1117.

Gámez Carmona, I. 2004. *Mirlo capiblanco (Turdus torquatus)*. En: A., Madroño, A.; González, C. y Atienza, C. (eds.). *Libro Rojo de las Aves de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/birdLife. Madrid.

EUROPARC-España. 2017. Manual 13. Las áreas protegidas en el contexto del cambio global. Incorporación de la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión. Serie de Manuales EUROPARC-España.

Garzón-Machado, V.; González-Mancebo, J.M.; Palomares-Martínez, A.; Acevedo-Rodríguez, A.; Fernández-Palacios, J.M.; Del-Arco-Aguilar, M. y Pérez-de-Paz, P.L. 2010. *Strong negative effect of alien herbivores on endemic legumes of the Canary pine forest*. *Biol. Conserv.* 143, 2685–2694. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2010.07.012>.

González, E. 2011. *Análisis de la diversidad genética en poblaciones naturales de especies vegetales amenazadas: Ilex perado ssp. lopezlilloi (Aquifoliaceae), Silene nocteolens (Caryophyllaceae) y Sorbus aria (Rosaceae)*. Tesis Doctoral.

González, M.A.; Lledó, L.; Lexer, C.; Fay, M.; Marrero, M.; Bañares, Á.; Carqué, E. y Sosa, P. 2009. *Genetic diversity and differentiation in natural and reintroduced populations of Bencomia exstipulata and comparisons with B. caudata (Rosaceae) in the Canary Islands: an analysis using microsatellites*. Botanical Linnean Journal Society 160: 429-441

<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-1.RLTS.T165122A5976394.en>. Downloaded on 19 February 2018.

<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T30327A101032366.en>. Downloaded on 13 February 2018.

González Fernández de Castro, A.; Rodríguez Rodríguez, P., Seguí Colomar, J., Sosa, P. y Traveset, A. 2016. *Constraints to species' elevational range shifts as climate changes: insights of an oceanic high mountain violet (Viola cheiranthifolia) using niche modeling and genetic diversity data*.

González-Rodríguez *et al.* 2017. Seasonal cycles of sapflow and stem radius variation of *Spartocytisus supranubius* in the alpine zone of Tenerife, Canary Island. *Alpine Botany* 127:97-108.

Gough, L. 2010. *The spatial ecology of an endemic desert shrub*. University of Nottingham .

Hemdorff, J. 2013. *An ecological networks analysis of Las Cañadas*. Master Thesis. Department of Bioscience: Genetics and Ecology. Aarhus University.

Irl, SDH.; Steinbauer, MJ.; Babel, W.; Beierkuhnlein, C.; Blume-Werry, G.; Messinger, J.; Palomares Martínez, A.; Strohmeier, S.; Jentsch A. 2012. *An 11-yr exclosure experiment in a high-elevation island ecosystem: introduced herbivore impact on shrub species richness, seedling recruitment and population dynamics*. *J Veg Sci* 23:1114–1125

Janssen *et al.*, 2016. *European Red List of Habitats Part 2*. Terrestrial and freshwater habitats. European Union.

López Darías, M.; Palomares, A., Rodríguez Luego, J.L.; Martínez, A.; Medina, F.M.; Garzón-Machado, V.; del Arco Aguilar, M.J.; Cubas, J.; Nogales, M.; Fernández, A.B.; Leal, J.; Díaz-Luis, N.; Bello-Rodríguez, V.; García, A., Chinea, R.; Durban Villalonga, M.; Martín, J.L.; Marrero Gómez, M.; Pérez de Paz, P.L. y González Mancebo, J.M. 2016. *Efectos de una especie invasora en Canarias. El conejo Europeo*. InDiferente. Ciencia y Divulgación. Número 22.

Magrach, A., González-Varo, J.P.; Boiffier, M.; Vilà, M. and Bartomeus, I. 2017. *Honeybee spillover reshuffles pollinator diets and affects plant reproductive success*. *Nature Ecology and Evolution* 1, 1299-1307.

Marcello, J.; Padrón, Y.; Martín-Esquivel, J. L.; Rodríguez, D. y Eugenio, F. 2011. *Evolución de la cobertura vegetal del Parque Nacional del Teide mediante el procesado de datos de teledetección multiplataforma*. En: Eds. Luis A. Ruiz, Javier Estornell, Manuel Erena. Nuevas plataformas y sensores de teledetección. XVII Congreso de la Asociación Española de Teledetección. pp. 263-266. Murcia 3-7 octubre 2017.

Marrero Gómez, M.V; Carqué Álamo, E.; Bañares Baudet, Á. y Palomares Martínez, Á. 2011a. *Bencomia exstipulata* Svent. En: A. Bañares, A.; Blanca, G.; Güemes, J.; Moreno, J. C. y Ortiz, S. (Editores) 2011. Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculosa Amenazada de España. Taxones prioritarios. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid, 1.069 pp.

Marrero Gómez, M.; Carqué Álamo, E. y Bañares Baudet, A. 2011b. *Silene nocteolens* Webb & Berthel. En: A. Bañares, A.; Blanca, G.; Güemes, J.; Moreno, J. C. y Ortiz, S. (Editores) 2004. Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculosa Amenazada de España. Taxones prioritarios. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid, 1.069 pp.

Marrero Gómez, M.V.; Carqué Álamo, E. y Bañares Baudet, Á. 2011c. *Stemmacantha cynaroides* (Chr. Sm. in Buch) Dittrich. En: A. Bañares, A.; Blanca, G.; Güemes, J.; Moreno, J. C. y Ortiz, S. (Editores) 2004. Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España. Taxones prioritarios. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid, 1.069 pp.

Marrero Gómez, M.V., Bañares Baudet, A. & Carqué Álamo, E. 2011d. *Stemmacantha cynaroides*sd. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T162218A5559623.<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-1.RLTS.T162218A5559623.en>. Downloaded on 21 February 2018.

Marrero M.V., Bañares Á. y Carqué E. 2015. *Seguimiento de la flora vascular de España. Bencomia de cumbre (Bencomia exstipulata). Amagante de roques (Cistus chinamadensis). Borriza del teide (Laphangium teydeum). Saúco canario (Sambucus nigra ssp. palmensis). Canutillo del teide (Silene nocteolens)*. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 78 pp.

Marrero, M.V., A. Bañares & E. Carqué. 2003. *Plant resource conservation planning in protected natural areas: an example from the Canary Islands, Spain*. Biological Conservation, 113: 399-410.

Marrero-Gómez, M.V., Oostermeijer, J.G.B., Carqué-Álamo, E., & Bañares-Baudet, A. 2007. *Population viability of the narrow endemic Helianthemum juliae (Cistaceae) in relation to climate variability*. Biological conservation, 136(4), 552-562.

Martín Esquivel, J.L. 2015. La visión del Investigador. Boletín de la Red de Seguimiento del Cambio Global en Parques Nacionales. Número 5. Invierno 2015 – Primavera 2016. 32 páginas.

Martín Osorio, V. E. y Wildpret de la Torre, W. 1999. *Evolución de la flora y vegetación en las Cañadas del Teide en los últimos cincuenta años (1946-1996)*. Estudios Canarios Anuario del Instituto de Estudios Canarios.

Martín Osorio, E.; Wildpret de la Torre, W.; Hernández Bolaños, B.; de Rioja Santos, Y. 2004. *Dactylis metlesicsii* Schönfelder & Ludwig. En: A. Bañares, A.; Blanca, G.; Güemes, J.; Moreno, J. C. y Ortiz, S. (Editores) 2004. Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España. Taxones prioritarios. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid, 1.069 pp.

Martín, J.; 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. Clim Change 114:343–355.

Martín, J.; Marrero, M.; del Arco, M.; Garzón, V. 2015. *Aspectos clave para un plan de adaptación de la biodiversidad terrestre de Canarias al cambio climático*. En: Los bosques y la biodiversidad frente al cambio climático: Impactos, vulnerabilidad y adaptación en España. Herrero, A (eds) pp 573–580.

Martín, J.L., Marrero, M.V., del Arco, M. y Garzón, V. 2005. *Aspectos clave para un plan de adaptación de la biodiversidad terrestre de Canarias al cambio climático. Capítulo 53*. En: Herrero, A. & Zavala, MA. Editores. 2005. Los Bosques y la Biodiversidad frente al Cambio Climático: Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación en España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

Montesinos, D, Otto, R. & Fernández Palacios, J. M., 2009. *9560 Bosques endémicos de Juniperus spp(*)*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. 84 p.

Moreno Rodríguez, J.M. (Director) et al. 2005. *Principales conclusiones de la evaluación preliminar de los impactos en España por Efectos del Cambio Climático*. Ministerio de Medio Ambiente.

Nogales, M.; Rodríguez JL; Marrero, P. 2006. *Ecological effects and distribution of invasive non-native mammals on the Canary Islands*. Mamm Rev 36:49–65.

Nogales, M.; Rumeu, B.; De Nascimento, L. y Fernández-Palacios, J.M. 2014. *Newly discovered seed dispersal system of Juniperus cedrus questions the pristine nature of the high elevation scrub of El Teide (Tenerife, Canary Islands)*. Arctic, Antarctic, and Alpine Research, Vol. 46, No. 4, 2014, pp. 853–858.

Olesen, J.M. y Valido, Á. 2003. *Lizards as pollinators and seed dispersers: an island phenomenon*. Trends in Ecology and Evolution 18:177–181.

Olano, J.M.; Brito, P.; González-Rodríguez, A.M.; Martín-Esquivel, J.L.; García-Hidalgo, M. y Rozas, V. 2017. *Thirsty peaks: Drought events drive keystone shrub decline in an oceanic island mountain*. Biological Conservation 215 (2017) 99–106.

Pérez, M.A., Polifrone, M., Marrero-Gómez, M., Bañares, A., & Sosa, P.A. 2015. *Are genetic data relevant in the conservation of species in imminent danger? The case of a critically endangered endemism from the Canary Islands Helianthemum juliae Wildpret (Cistaceae)*. Plant Systematics and Evolution, 301(7), 1807-1818.

Pérez-Alberti, A. & López-Bedoya, J., 2009. *8220 Laderas y salientes rocosos silíceos con vegetación casmofítica*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 30 p.

Requena Suarez, D.K. & Rivers, M.C. 2017. *Cytisus supranubius*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017: e.T101608332A101608337.<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T101608332A101608337.en>. Downloaded on 22 February 2018.

Reyes-Betancort, J. Alfredo; Santos Guerra, A.; Guma, I. R.; Humphries, C.J. y Carine, M.A. 2008. *Diversity, rarity and the evolution and conservation of the Canary Islands endemic flora*. Anales del Jardín Botánico de Madrid Vol. 65(1): 25-45 enero-junio 2008.

Rodríguez-Rodríguez, P.; González-Pérez, M. A.; Culley, T. M.; Carque, E. y Sosa, P. A. 2014. *Isolation and characterization of 16 microsatellite loci in the endemic Viola cheiranthifolia Humb. & Bonpl. (Violaceae) and their transferability to Viola palmensis Web & Berthel*. Conservation Genet Resour. DOI 10.1007/s12686-014-0394-2.

Rodríguez-Rodríguez, P.; Saro, I.; Naranjo, A. y Sosa, P.A. 2016. *Population genetic structure in the tetraploid Viola cheiranthifolia (Teide violet), a high mountain endemic from the Canary Islands*. Pp. 233 in: R. Gabriel, R.B. Elias, I.R. Amorim & P.A.V. Borges (Eds). Conference program and abstracts of the 2nd International Conference on Island Evolution, Ecology and Conservation: Island Biology 2016, 18-22 July 2016, Angra do Heroísmo, Azores, Portugal. Arquipelago. Life and Marine Sciences. Supplement 9.

Rumeu Ruiz, B, de Sequeira, M, Elliot, M & Gardner, M. 2011. *Juniperus cedrus* (errata version published in 2017). The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T30327A101032366.

Rumeu, B.; García, C. y Nogales, M. 2013. *El sistema de dispersión de semillas del cedro canario (Juniperus cedrus) en el Parque Nacional del Teide: aproximación ecológica y molecular*. *Proyectos de investigación en Parques Nacionales: 2010-2013*. Pág 307.

Seguí *et al.* 2017. *Species-environment interactions changed by introduced herbivores in an oceanic high-mountain ecosystem*. AoB PLANTS 9(1). DOI10.1093/aobpla/plw091

Sosa, P. y Polifrone, M. 2004. *Caracterización genética de la especie Helianthemum juliae del Parque Nacional del Teide, y su aplicación a la conservación de sus poblaciones*. Documento interno Parque Nacional del Teide (inéd.).

Sosa, P.A.; González Pérez, A.; González-González, E.A.; Rivero-Santana, E.; Naranjo-Cigala, A.; Oostermeijer, G.; Pestano-Brito, J.J. y Van Hengstum, T. 2009. *Biología de la conservación de*

endemismos vegetales de los Parques Nacionales Canarios: Caracterización genética y demografía. Proyectos de investigación en Parque nacionales.

Traveset, A.; Seguí, J. y Nogales, M. 2015. *Fragilidad y complejidad de los ecosistemas de montaña: red de polinizadores, microhábitats y vulnerabilidad al cambio climático de una planta clave en la comunidad del cono del Teide.* Boletín de la Red de Seguimiento del Cambio Global en Parques Nacionales. Número 5. Invierno 2015 – Primavera 2016. 32 páginas.

reddeparquesnacionales.mma.es/parques/rcg/documentos/rcg_boletin_05.pdf

Thomas, P. 2017. *Pinus canariensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T39603A84061236. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T39603A84061236.en>. Downloaded on 14 February 2018.

Tshikolovets, V. 2002. *Fauna de invertebrados del Parque Nacional del Teide.* Colección Serie Técnica Red Parques Nacionales. Editorial Organismo Autónomo Parques Nacionales. 421 pp.

Valido, A., Rodríguez Rodríguez, M.C., Jordano, P. 2014. *Impacto de la introducción de la abeja doméstica (Apis mellifera, Apidae) en el Parque Nacional del Teide (Tenerife, Islas Canarias).* Ecosistemas23(3): 58-66. Doi.: 10.7818/ECOS.2014.23-3.08.

Valido, A.; Rodríguez-Rodríguez, M^ªC. y Jordano, P. 2010. Interacciones entre plantas y polinizadores en el Parque Nacional del Teide: consecuencias ecológicas de la introducción masiva de la abeja doméstica (*Apis mellifera*, Apidae). Proyectos de investigación en parques nacionales 2007-2010.

Wildpret, W. y Martín, V.E. 2003. *Inventario de la flora y vegetación del Parque Nacional del Teide.* Documento interno Parque Nacional del Teide (inéd.).