

B

n°
67

EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS BOSQUES DE LAURISILVA DEL PARQUE NACIONAL DE GARAJONAY
Medidas de adaptación

BOLETÍN DE LA RED DE PARQUES NACIONALES





BOLETÍN DE LA RED DE PARQUES NACIONALES

Presentación

En el primer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), allá por el año 1990, ya se manifestaba que existe un efecto de invernadero natural que hace que la Tierra sea más cálida de lo que sería en caso de no existir ese efecto y que las emisiones producidas por las actividades humanas aumentan sustancialmente las concentraciones atmosféricas de los gases que producen efecto de invernadero. Igualmente se afirmaba que las predicciones que contenía el documento encerraban numerosas incertidumbres, especialmente con respecto a la cadencia, magnitud y pautas regionales del cambio climático, principalmente de los cambios en la precipitación, confiando en que ulteriores investigaciones permitieran reducir estas incertidumbres.

Este mismo panel de expertos, en el año 1995 confirmaba que en el último decenio se había avanzado mucho en el conocimiento de la situación, lo que permitía elaborar estimaciones cualitativas, aunque resultaba difícil hacer proyecciones cuantitativas de los impactos del cambio climático para determinado sistema en un lugar dado.

Parece que aquellas estimaciones se están cumpliendo, y así lo confirma el sexto informe de evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, que se completará a finales de 2022, basado en el contenido de los informes de evaluación de los tres grupos de trabajo (GI: Ciencia física, GII: Impactos, adaptación y vulnerabilidad y GIII: Mitigación del Cambio Climático): el cambio climático crea tensiones adicionales en la tierra, lo que exacerba los riesgos existentes para los medios de subsistencia, la biodiversidad, la salud humana y de los ecosistemas, la infraestructura y los sistemas alimentarios.

Las Islas Canarias, situadas en la región biogeográfica macaronésica, y en especial la Isla de la Gomera representan un escenario ideal para el seguimiento de estos impactos ya que la cota de mayor altitud en la isla alcanza los 1.400 m, altura que se encuentra entre los límites inferior y superior de máxima influencia de los vientos alisios, lo que favorece que el mar de nubes incida sobrepasando la cumbre, lo que crea un ombroclima hiperhúmedo, que permite el desarrollo de un bosque de laurisilva en las vertientes norte y noreste. Debido a que la bruma envuelve estas zonas altas de forma casi permanente, se crean franjas de bosque perennifolio que actúan a modo de esponja para absorber la lluvia y la humedad de las nubes, permitiendo la existencia en la isla de ríos, arroyos y acuíferos. En las zonas que quedan por debajo del mar de nubes, en el piso termocanario y principalmente en las vertientes a sotavento, las condiciones ombroclimáticas sufren un cambio, con tendencia a la aridez, incremento de las temperaturas y escasas precipitaciones.

Diversos avatares históricos que arrancan en el siglo XV, permitieron que los bosques gomeros hayan llegado a nuestros días en un estado próximo al natural con presencia de árboles viejos, lo que los distingue llamativamente de los restantes bosques de laurisilva del Archipiélago Canario. Es un territorio de suma importancia pues, en su conjunto, tiene la mayor densidad de endemismos no solo de Canarias, sino de toda la Unión Europea.

En 1981 culmina el proceso de protección de los montes gomeros iniciado años antes, con la creación del Parque Nacional de Garajonay, que desde 1987 está incluido en la Lista de lugares Patrimonio de la Humanidad y se inicia entonces un modelo de gestión donde la conservación de la naturaleza tiene máxima prioridad.

En este contexto, el equipo encargado de la gestión y la conservación de este espacio ha desarrollado durante años un seguimiento continuado de los ecosistemas del parque nacional, lo que ha permitido aumentar el conocimiento de los procesos y de las dinámicas que en ellos ocurren, así como de su biodiversidad, gracias al desarrollo de una estrategia planificada que permite, aun a día de hoy, seguir descubriendo especies nuevas para la ciencia, poniendo de manifiesto la importancia que este enclave tan singular tiene para la conservación de la vida silvestre.

Este Boletín nº 67 de la Red de Parques Nacionales nos presenta, de la mano de los gestores del espacio, los efectos concretos que se observan sobre el terreno en el Parque Nacional de Garajonay motivados por el proceso de cambio permitiéndonos “poner cara” a las secuelas de ese concepto tan mencionado pero pocas veces bien dimensionado, que es el Cambio Climático.



Angel B. Fernández López

Director Conservador del Parque Nacional de Garajonay. Ligado al parque nacional desde el año 1986 es director del mismo a partir de 1987. Es el responsable, entre otros, de la dirección de los trabajos de conservación y seguimiento ecológico del parque.



Luis Antonio Gómez González

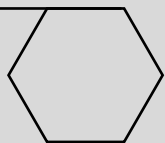
Biólogo, Responsable Técnico en la empresa TRAGSATEC del Seguimiento de Variables Ecológicas en el Parque Nacional de Garajonay, en el que lleva desarrollando su labor desde el año 1999, colaborando, asimismo, con otros proyectos, como el Mapa e Inventario Forestal Nacional o el LIFE+ Garajonay Vive.



Ruyman Federico Armas Fuertes

Biólogo, Responsable Técnico en la empresa TRAGSATEC en la gestión de la cartografía digital del Parque Nacional de Garajonay, en el que lleva desarrollando su labor desde 2007, desarrollando, asimismo, otros proyectos de planificación, como la Carta Europea de Turismo Sostenible o el Plan de Uso Público del Parque Nacional de Garajonay.

CONTENIDO



EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS BOSQUES DE LAURISILVA DEL PARQUE NACIONAL DE GARAJONAY

Medidas de adaptación

BLOQUE 1

EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS BOSQUES DE LAURISILVA DEL PARQUE NACIONAL DE GARAJONAY

Pág.	
7	1.1. Avances en el conocimiento de la biodiversidad del parque nacional de Garajonay
14	1.2. Vulnerabilidad de la laurisilva frente al cambio climático.
16	1.3. Tendencias de cambio climático detectados en el Parque Nacional de Garajonay.
19	1.4. Cambios observados en la hidrología y en los hábitats de agua dulce.
21	1.5. Cambios observados en la vegetación. Desvitalización y decaimiento en los bosques de laurisilva.
27	1.6. Relaciones entre los procesos de desvitalización, el cambio climático y otros factores.
28	1.7. Escenarios de cambio climático en Canarias y su impacto en la laurisilva de Garajonay.
30	1.8. Medidas de adaptación al cambio climático.

Nº67

Boletín de la Red de Parques Nacionales

Edición

Organismo Autónomo Parques Nacionales

Coordinación

Jesús Serrada Hierro
Luis Antonio Gómez González
Ruyman Federico Armas Fuertes
Mercedes González de la Campa
Arantxa Manjón (Alten)

Diseño gráfico

Álvaro García Cocero

Fotos e Ilustraciones

Luis Antonio Gómez González
Ruyman Federico Armas Fuertes

NIPO: 678-20-001-1

Bajo Licencia Creative Commons.



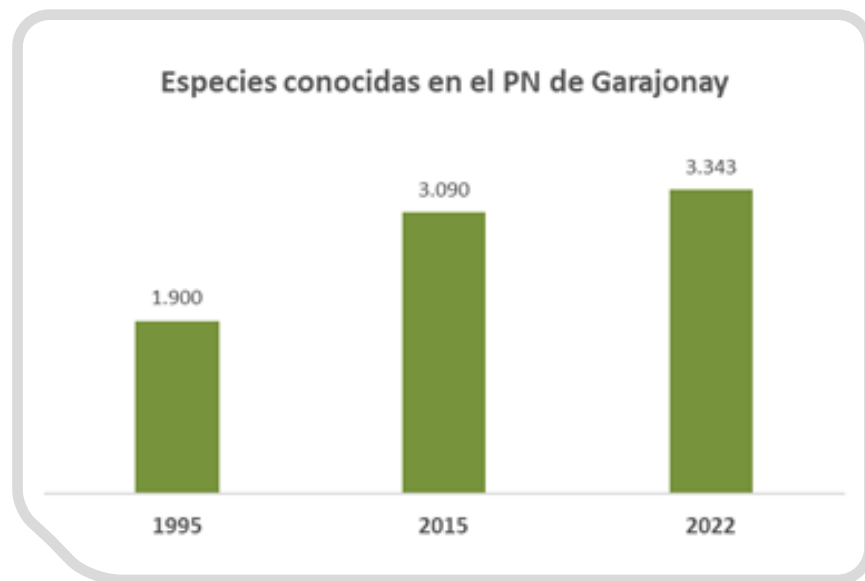
(Reconocimiento - NoComercial - CompartirIgual - 4.0 Internacional)
Agosto 2022



EL
E
D
Q
O
L
M

EL IMPACTO DEL
CAMBIO CLIMÁTICO
EN LOS BOSQUES DE
LAURISILVA DEL
PARQUE NACIONAL
DE GARAJONAY
Medidas de adaptación

El Parque Nacional de Garajonay está habitado por 3.343 especies conocidas, de las cuales 2.096 corresponden a flora y 1.247 corresponden a fauna. Estas cifras superan en más de 250 especies a las que se conocían en 2015, año en el que se realizó por última vez una actualización de los datos, y son muy superiores las que se daban hace algo más de dos décadas, a mediados de los años 90 del pasado siglo, en que el número total no alcanzaba las 1.900 especies conocidas.



El avance que se ha producido en el conocimiento de la biodiversidad del parque ha sido espectacular en estos años. Esto es debido, por un lado, a las investigaciones que científicos de diversas disciplinas han realizado en el parque nacional durante todos estos años, lo que sumado a la importante función de centralización de información que se cumple desde el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias (<https://www.biodiversidadcanarias.es/>), ha permitido conocer la existencia en el parque de 231 especies más. En este sentido es destacable que a día de hoy siguen descubriéndose especies nuevas para la ciencia, como la araña *Ero tenebrosa*, los escarabajos *Leistus kratkyi*, *Hegeter merkli*, *Auletobius garajonay*, *Cyphocleonus garajonay*, *Laparocerus merigensis*, *Laparocerus sanchezi arures* y *Oromia orahan*, y la palomilla *Lopharcha gomeriana*, todas endémicas de La Gomera.



La araña *Ero tenebrosa* endémica del Parque Nacional de Garajonay, descubierta en 2018.
(Fotografía: Jørgen Lissner, publicada en Lissner J. 2018).



Dos nuevas especies de gorgojos exclusivas del Parque Nacional de Garajonay, descubiertas en 2020.
Arriba, *Cyphocleonus garajonay* (Fotografía: Pedro Oromí).
Abajo, *Oromia orahan* (Fotografía: Heriberto López, publicada en García R. et al., 2020).

Por otro lado, este avance también se debe al trabajo que desde el propio parque nacional se hace regularmente, mediante los inventarios, rastreos

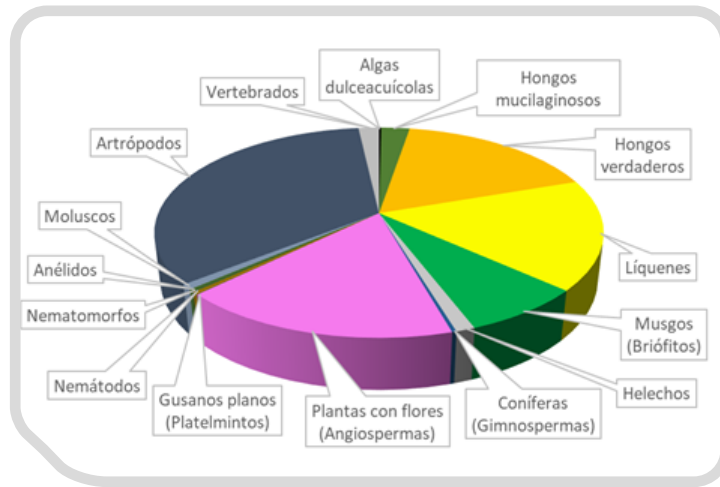


y censos asociados a los programas de seguimiento ecológico, recuperación de especies amenazadas, control de especies invasoras o restauración de áreas degradadas e incendiadas, que han permitido identificar hasta 34 especies nuevas en el parque desde 2015 hasta el momento presente. De estos trabajos destaca el censo de especies introducidas e invasoras realizado entre 2020 y 2021, en el que se llegaron a detectar 22 nuevas especies.

El gran salto que se produjo entre la década de los 90 y 2015 es debido al desarrollo de una estrategia planificada y organizada desde el parque nacional para la obtención de información científica, encargándose una serie de importantes estudios, que constituirían el esqueleto del conocimiento posterior. Son destacables por su importancia el *“Censo y análisis de la comunidad ornítica del Parque Nacional de Garajonay”*, coordinado por el ornitólogo Keith Emmerson en 1993, el *“Banco de datos de la fauna invertebrada del Parque”* de 1994, coordinado por el entomólogo Pedro Oromí de la Universidad de La Laguna, o el *“Estudio de la flora criptogámica del Parque, (hongos, musgos y líquenes)”*, coordinado por la micóloga Esperanza Beltrán, también de la Universidad de La Laguna, en 2008.

En cuanto a qué grupos de seres vivos conocidos habitan en el Parque Nacional de Garajonay, si se atiende a los datos de fauna, el patrón repite a pequeña escala la pirámide de biodiversidad terrestre a nivel mundial, con una gran diversidad de invertebrados, siendo los artrópodos el grupo dominante (1.134 especies), dentro de éstos los insectos (873 especies) y, a su vez, dentro de éstos los coleópteros o escarabajos (405 especies). Por su parte, la diversidad de vertebrados es muy baja, como es normal en la fauna de islas oceánicas, siendo el grupo más importante el de las aves, con 43 especies citadas, incluyendo aves migratorias cuya presencia es más o menos habitual.

Respecto a la flora, se observa que el grupo más diverso es el de los hongos con 1.220 especies considerando también líquenes y mixomicetes, seguido de las plantas vasculares (helechos, gimnospermas y angiospermas) con 619 especies.



Hay que destacar el gran número de especies endémicas que habitan en el parque, sumando un total de 872. De estas, 262 son exclusivas de La Gomera, a las que se añaden otras 506 compartidas con otras islas de Canarias, así como otras 104 especies que son compartidas con otros archipiélagos macaronésicos. El mayor número de endemismos se encuentra entre los artrópodos con 609 especies endémicas, seguido de las angiospermas con 156 especies.

Hay 45 especies incluidas en el *Catálogo Canario de Especies Protegidas* creado por la Ley 4/2010, de 4 de junio y 44 aparecen en el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. Por otro lado, se han podido identificar hasta 77 especies que estarían amenazadas según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). En este sentido destaca que los briófitos, con 40 especies amenazadas según criterios UICN, no aparecen en la legislación sobre especies amenazadas. Justo lo contrario sucede con los vertebrados, donde sólo se consideran tres especies por criterios UICN y la legislación incluye hasta 28 taxones.

Atendiendo su origen, es decir, si se trata de especies nativas o especies introducidas, un 7,72% de las especies del parque son introducidas, con valores similares en fauna y flora (8,34% y 7,35% respectivamente). Pero en este caso es llamativa la importancia de las especies introducidas en determinados grupos taxonómicos. Así, el 61,54% de anélidos, el 55% de coníferas, el 23% de angiospermas o el 11,5% de moluscos, han sido introducidos de forma deliberada o accidental en la isla y, por ende, en el parque. En el caso de los vertebrados, las especies introducidas (18,6%) son en su mayoría mamíferos (ratas, ratón, conejo, hurón, etc.), junto a un ave, la perdic moruna, y el único anfibio que se ha detectado en el parque, la ranita meridional.



Un último apunte respecto al origen está en aquellas consideradas como invasoras y que por tanto son merecedoras de una especial consideración en la gestión del parque. En total en el parque están presentes 50 especies invasoras, concretamente 29 plantas vasculares, 11 artrópodos y 10 vertebrados. Entre las plantas invasoras destacan por su reciente aparición en el parque el rabo de gato (*Pennisetum setaceum*) o el plumacho de la Pampa (*Cortaderia selloana*), que se unen a las invasoras ya conocidas (oreja de gato, tunera, pino californiano, pino carrasco, eucalipto, ciprés, etc.) y que ya están siendo objeto de trabajos de control y erradicación. También resulta relevante la confirmación de la presencia del muflón de Córcega en el parque, que está siendo objeto de actuaciones de control.

A pesar de todo ello, el conocimiento sobre muchos de los grupos taxonómicos es nulo o prácticamente nulo porque no se ha investigado lo suficiente. Por ejemplo, solo se han podido identificar seis especies de algas dulceacuícolas y una única especie del grupo de los nematomorfos, unos gusanos parasitoides que pasan una parte de su vida libres en el medio natural y otra parte como parásitos internos de insectos. Tampoco son conocidas las especies de cianobacterias (algas verdeazuladas) que podemos encontrar en los hábitats de agua dulce ligados a la laurisilva.

En 1988, el científico británico Norman Myers creó el concepto de punto caliente de biodiversidad para referirse a las zonas del planeta caracterizadas por su alta diversidad de organismos vivos, unida a una elevada concentración de endemismos y un gran número de especies amenazadas. Las Islas Canarias, junto con otros archipiélagos de la Macaronesia y la cuenca del Mediterráneo, forman uno de los 25 puntos calientes de la Biodiversidad mundial. Dentro de este contexto, la isla de La Gomera es un territorio de suma importancia pues, en su conjunto, tiene la mayor densidad de endemismos no solo de Canarias, sino de toda la Unión Europea. El Parque Nacional de Garajonay acoge, en mayor o menor grado, dos terceras partes (el 65,9%) de la biodiversidad total conocida en la isla de La Gomera. Algo más de la mitad de la fauna (51,9%) y más de tres cuartas partes de la flora (78,4%) de la isla están presentes dentro de los límites actuales del parque. Alberga a 39 de los 40 helechos conocidos en la isla, con la única excepción del invasor helecho acebo, además del 90% de los hongos mucilaginosos, el 86,5% de los briófitos, el 84,1% de los hongos verdaderos y el 78,9% de los líquenes.

Además, en el parque habita el 45% de los endemismos de La Gomera y más de la mitad de las especies de la isla *incluidas en el Catálogo Canario de Especies Protegidas creado por la Ley 4/2010, de 4 de junio*. Todo esto pone de manifiesto la importancia que este enclave tan singular tiene para la conservación de la vida silvestre.

Referencias:

- ◆ García R, Andújar C, Oromí P, López H (2020) *Oromia orahan* (Curculionidae, Molytinae), a new subterranean species for the Canary underground biodiversity. *Subterranean Biology* 35: 1–14. <https://doi.org/10.3897/subtbiol.35.52583>
- ◆ Lissner, J. (2018). A new pirate spider of the genus *Ero* (Araneae: Mimetidae) from the Canary Islands, with contributions on other Palaearctic species. *Arachnology* (2018) 17 (8), 410–418.

Grupos taxonómicos	Especies conocidas PN Garajonay	Especies conocidas La Gomera
Algas dulceacuícolas	6	6
Hongos mucilaginosos (Mixomicetes)	82	91
Hongos verdaderos	571	679
Líquenes	567	718
Musgos (Briófitos)	251	290
Helechos	39	40
Gimnospermas	9	9
Angiospermas	571	842
Platelmintos	2	4
Nemátodos	12	25
“Vermes” Nematomorfos	1	1
Nemertinos	-	1
Anélidos	13	21
Moluscos	26	73
Artrópodos	1.134	2.143
Vertebrados	59	135
FLORA	2.096	2.670
FAUNA	1.247	2.403
BIODIVERSIDAD TOTAL	3.343	5.073

Número total de especies conocidas por grupo taxonómico en 2022 en el Parque Nacional de Garajonay y en la isla de La Gomera.



BIODIVERSIDAD	TOTAL	INTRD	AMNZ	ENDÉMICAS			TOTAL
				EN D GO M	END CAN	END MAC	
ALGAS	6	0	0	0	0	0	0
MIXOMICETES	82	0	0	0	0	0	0
HONGOS (s.str.)	571	10	0	5	7	3	15
LÍQUENES	567	0	0	0	11	3	14
BRIÓFITOS	251	0	0	0	2	9	11
PTERIDÓFITOS	39	3	11	0	1	1	2
GIMNOSPERMAS	9	5	0	0	1	1	2
LILIOPSIDAS	122	34	2	0	18	3	21
MAGNOLIOPSIDAS	449	102	19	39	90	27	156
PLATELMINTOS	2	0	0	0	0	0	0
NEMÁTODOS	12	0	0	0	0	0	0
NEMATOMORFOS	1	1	0	0	0	0	0
NEMERTINOS	0	0	0	0	0	0	0
ANÉLIDOS	13	8	0	0	0	0	0
MOLUSCOS	26	3	0	19	2	0	21
ARTRÓPODOS	1.134	80	3	198	359	52	609
VERTEBRADOS	59	11	10	1	14	6	21
FLORA	2.096	154	32	44	131	46	221
FAUNA	1.247	103	13	218	375	58	651
BIODIVERSIDAD TOTAL	3.343	257	45	262	506	104	872

Número total de especies conocidas por grupo taxonómico en 2022 en el Parque Nacional de Garajonay, indicando el número total de amenazadas (según Ley 4/2010, de 4 de junio, del Catálogo Canario de Especies Amenazadas), introducidas y endémicas, diferenciando entre endemismos de La Gomera, de Canarias y de la región Macaronésica.

1.2 VULNERABILIDAD DE LA LAURISILVA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

El Parque Nacional de Garajonay está caracterizado por sus bosques de laurisilva, un ecosistema forestal exigente en humedad y temperaturas suaves. La distribución potencial de este singular ecosistema en Canarias está asociada a la franja altitudinal influida por nieblas frecuentes, presente en sus montañosas islas occidentales.

Su exuberancia es una singularidad en el Archipiélago, donde dominan los paisajes áridos y semiáridos. Se trata del ecosistema más complejo y diverso de Canarias, con unas tasas muy elevadas de endemismos, siendo el último refugio de paleoendemismos procedentes de Europa y África en la Era Terciaria, y hoy extintos en dichas masas continentales, que conviven con un nutrido número de endemismos surgidos más recientemente en las Islas.

En la actualidad estos bosques apenas cubren alrededor de 30.000 ha, de las cuales tan solo en torno a unas 5.000 ha pueden considerarse en un relativo buen estado de conservación. El Parque Nacional de Garajonay, con algo menos de 4.000 ha, es el reducto mejor conservado de laurisilva del Archipiélago, donde se concentran más de la mitad de los bosques antiguos de este ecosistema que quedan en las Islas. Buena parte del parque forma parte de la tercera área importante para la conservación de flora amenazada de España.



Aspecto del interior de un bosque de laurisilva con alta incidencia de niebla



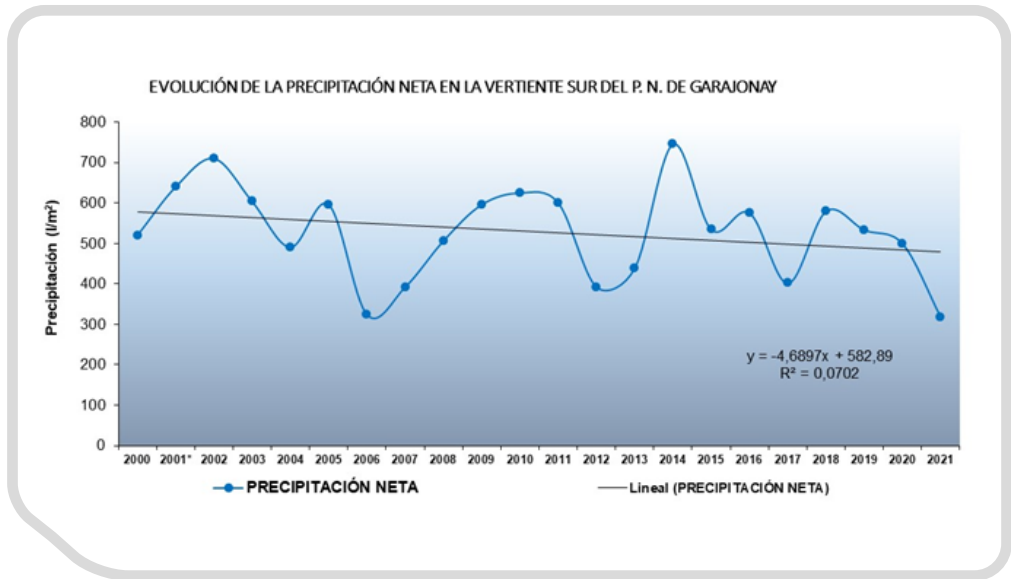
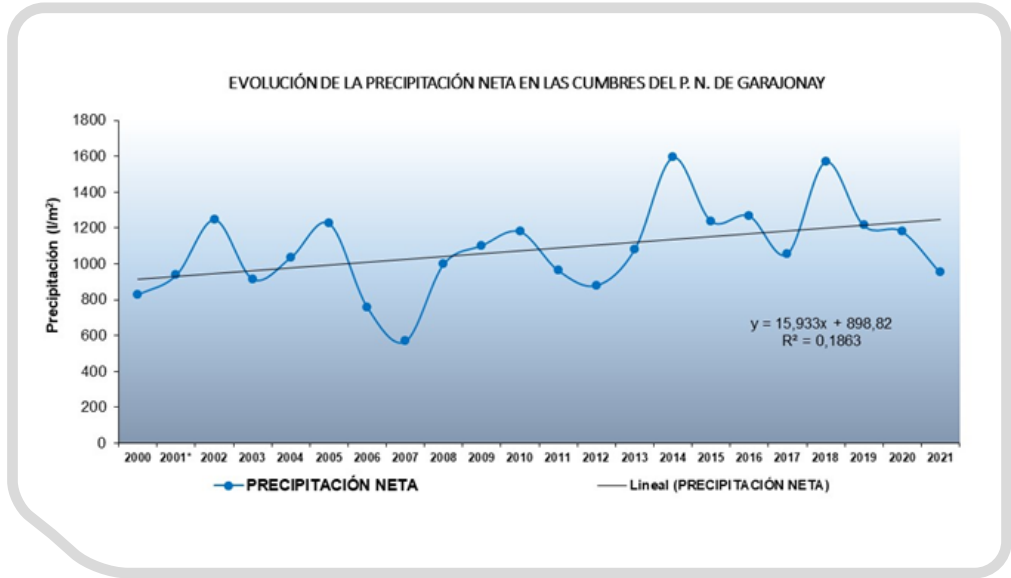
Las actuales condiciones ambientales en las que vive la laurisilva en Canarias están, en muchos casos, sobre todo en lo relativo a los valores de precipitación, bordeando los límites mínimos en los que este ecosistema puede mantenerse. Esto es muy perceptible durante los periodos de sequía, en los que la vegetación muestra signos muy evidentes de desecación y daños. Se deduce, por tanto, que la laurisilva debe ser considerada como muy vulnerable frente a un posible cambio climático que conduzca a una mayor desecación. La reducción de las precipitaciones o de la incidencia de las nieblas, el aumento de la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos, especialmente las advecciones de aire caliente y seco procedente del desierto, o el aumento de las temperaturas, son factores que inducen un importante estrés en este ecosistema y de agudizarse estas tendencias hoy presentes pueden ser causa de su regresión en el futuro.

Un riesgo indirecto asociado al cambio climático es que una tendencia a la desecación propicia un aumento de la vulnerabilidad de estos bosques frente a los incendios forestales. Este riesgo se multiplica exponencialmente en la actual coyuntura de abandono de los usos tradicionales en el entorno del parque como la agricultura, el pastoreo y la extracción de leñas y ramaje menudo porque si bien esto favorece la expansión del bosque y los matorrales, estas formaciones seriales de colonización reciente situadas alrededor de los bosques ancestrales de laurisilva son altamente inflamables. Todo esto, unido al aumento de las igniciones causadas por el ser humano como consecuencia de los cambios sociales relacionados con la pérdida de vínculos con el territorio, hace que los bosques de laurisilva estén cada vez más expuestos a grandes incendios catastróficos.

En Garajonay y su entorno no se disponen de largas series temporales de datos meteorológicos. Ello se debe a que la instalación de la mayor parte de las estaciones existentes fueron realizadas después de su creación como Parque Nacional a mediados de los años ochenta. La información disponible en Canarias indica que se ha producido un aumento de las temperaturas, en torno a 0,1°C por década en los últimos 40 años, en cotas inferiores a los 1500 m. Este incremento es inferior, afortunadamente, a la media planetaria que está en torno a 0,3°C por década, como consecuencia en parte del efecto tampón que genera la condición oceánica de las Islas. Dicho cambio se debe en buena medida al aumento de las temperaturas nocturnas. No obstante, en el caso del Parque Nacional de Garajonay hasta el momento no se percibe un patrón de cambio apreciable en los valores de temperatura.

Respecto a la pluviometría, la detallada información obtenida por la densa red de pluviómetros mantenida por el propio parque nacional constata una reducción de las *precipitaciones normales* en las tres últimas décadas. Esta reducción no es uniforme, presentándose un ritmo de caída en torno al 5% en la vertiente norte, que aumentan dramáticamente hasta acercarse al 17% en las cumbres y al 19% en la vertiente sur.

La incidencia de las nieblas y la precipitación horizontal son factores ecológicos esenciales en el funcionamiento de los bosques de laurisilva, de acuerdo con los estudios realizados en el marco del *programa de seguimiento ecológico del parque*. En los mismos se ha comprobado que la *precipitación penetrante*, o sea la precipitación efectiva que llega al suelo generada por la *precipitación normal* menos la intercepción efectuada por las copas que se evapora más la precipitación captada de la niebla por la vegetación, sufre un ritmo de reducción todavía más acusado que la precipitación normal, con disminuciones en los últimos 20 años en torno a un 9% en la vertiente norte, y el 16% en la vertiente sur. Sin embargo, sorprendentemente, estos valores no disminuyen si no que aumentan extraordinariamente, entre el 40 y el 70 % a lo largo de las cresterías del parque. En los bosques situados inmediatamente por debajo de estas cresterías también se aprecia un aumento, aunque éste está en torno a un 6%. No obstante, estos ámbitos donde la *precipitación penetrante* alcanza valores considerables, con medias que están entre 900 y 1300 mm anuales, se corresponden con franjas estrechas a lo largo de la divisoria insular que, aunque significativas en su extensión, cubren una escasa proporción del conjunto del territorio del parque y por tanto no compensan las reducciones sufridas.



Los cambios en el régimen hídrico afectan también a la distribución de las precipitaciones. Su reducción se concentra principalmente durante los meses lluviosos de otoño e invierno, tendiendo las lluvias a retrasarse en otoño y a producirse prolongados periodos de sequía durante unos meses que anteriormente presentaban una mayor continuidad de las lluvias. Es de destacar también una tendencia a una mayor irregularidad climática, con un incremento en la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos, principalmente la llegada de advecciones de masas de aire sahariano seco y caliente cargadas de polvo. La respuesta inmediata de la laurisilva ante estas situaciones meteorológicas extremas es su rápida desecación y debilitamiento, mostrándose muy vulnerable a estos fenómenos, que además, aumentan el riesgo de incendios.



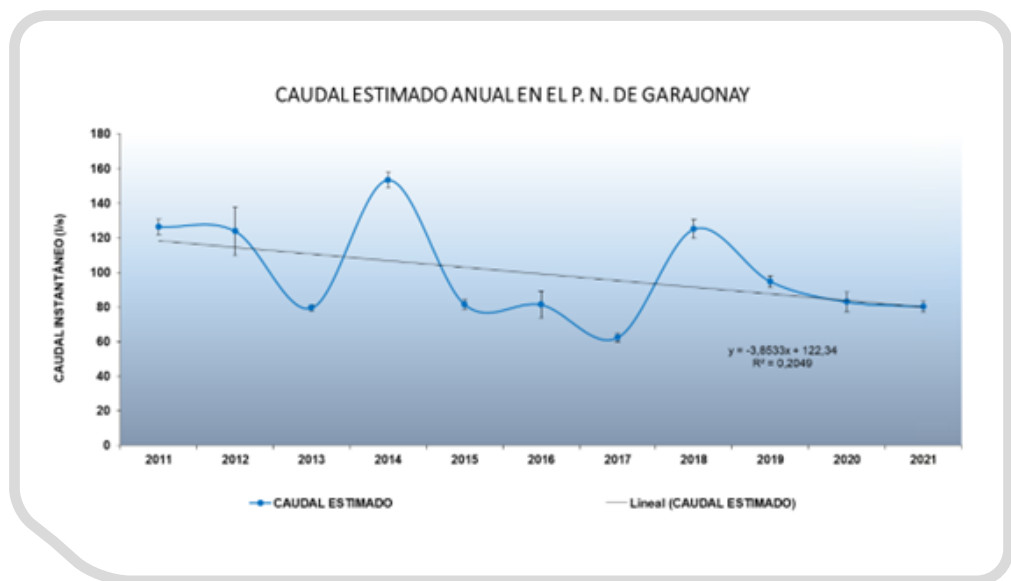
Dispositivos para la medición de la precipitación penetrante

En conclusión, las series de datos disponibles de información meteorológica confirman un rápido e intenso deterioro en las últimas décadas de las condiciones climáticas apropiadas para los bosques de laurisilva del Parque Nacional de Garajonay. La historia del Archipiélago registra periodos de agudas sequías a los que suceden periodos de recuperación. Es posible que la alarmante caída observada en las precipitaciones en las últimas décadas coincida con un periodo desfavorable y que posteriormente se recuperen. No obstante, desafortunadamente, las previsiones que ofrecen los diferentes escenarios de cambio climático para la zona geográfica en la que se sitúan las Islas Canarias confirman las tendencias antes descritas para las próximas décadas. En definitiva, el cambio climático es un hecho muy evidente en Canarias y constituye un muy preocupante factor de amenaza para la conservación de la laurisilva canaria, que se muestra como uno de los ecosistemas del Archipiélago previsiblemente más perjudicados en las próximas décadas.

L

a isla de La Gomera y especialmente el Parque Nacional de Garajonay mantiene todavía una notoria proporción de las corrientes de agua permanente que de forma muy limitada se conservan en Canarias. La falta de recursos hídricos y la gran demanda de agua existente han llevado a la desaparición de la mayor parte de estas corrientes y puntos de agua, razón por la que sus hábitats asociados se encuentran muy reducidos y están fuertemente amenazados. Estos hábitats sostienen una notable biodiversidad con numerosas especies endémicas de invertebrados, así como un considerable número de especies higrófilas de plantas vasculares y musgos. A pesar de su reducida ocupación territorial, su existencia tiene seguramente un efecto beneficioso en la biodiversidad presente en la totalidad del territorio.

Teniendo en cuenta la importancia de las corrientes de agua del parque nacional, su administración comenzó hace algo más de una década a realizar un seguimiento de los caudales y la calidad del agua en una densa red de puntos de muestreo. Los resultados de este seguimiento indican una gravísima reducción de los caudales que solo en la última década supone en torno a un 30%.



Este abrupto descenso lleva aparejado la conversión de corrientes de agua antes permanentes en temporales, así como la desaparición durante buena parte del año de una elevada proporción de puntos de agua. La desecación supone el deterioro de estos hábitats y de la biodiversidad dependiente de los mismos. Así, teniendo en cuenta que el número de especies de invertebrados presentes está relacionado con el caudal, se presume que su disminución arrastrará una reducción de sus poblaciones y posibles extinciones locales de algunas de las especies más exigentes. La

El impacto del cambio climático en los bosques de laurisilva del Parque Nacional de Garajonay
Medidas de adaptación.



deseccación de los cauces está significando también de una forma muy clara la reducción de poblaciones de especies higrófilas de flora, principalmente helechos y musgos, que componen uno de los hábitats más exuberantes presentes en el interior de los bosques de laurisilva.

Asimismo, la reducción de la producción de agua supone una nueva dificultad para el mantenimiento de las prioridades conservacionistas del parque. La disminución del agua disponible para el riego de los cultivos de subsistencia en las comunidades vecinas al parque, conlleva un aumento de la presión para trasladar las actuales captaciones aguas arriba, a fin de evitar pérdida de caudales por infiltración. Esta situación supone una disyuntiva difícil para la toma de decisiones pues de aprobarse estas demandas, los hábitats de agua sufrirán una desecación añadida a la que ya padecen en los tramos de cauce que resulten afectados.

El impacto del cambio climático en los bosques
de laurisilva del Parque Nacional de Garajonay
Medidas de adaptación.

Pág. 20

Boletín de la Red de
Parques Nacionales

n° 67 Agosto 2022



BOLETÍN DE LA RED DE PARQUES NACIONALES

A

ntes se había señalado la elevada sensibilidad de los bosques de laurisilva frente a condiciones climáticas adversas. Durante los periodos intensos de sequía, la vegetación muestra signos muy evidentes de desecación y daños, tal como nos muestran los estudios de seguimiento fitosanitario del Parque Nacional de Garajonay que aportan información contrastada respecto a los indicadores de defoliación, decoloración y mortalidad <https://www.miteco.gob.es/es/red-parques-nacionales/plan-seguimiento-evaluacion/seguimiento-ecologico/informes-fitosanitario.aspx> (OAPN, 2022). El impacto de las sequías se hace especialmente visible en las altitudes inferiores del parque, donde las precipitaciones son menores, en laderas expuestas al sur, así como asociado a las formas cóncavas y expuestas del relieve con menor suelo. Algunas especies, principalmente el brezo (*Erica arborea*) con sistemas radicales más superficiales sufren decoloraciones y defoliaciones más intensas. La recuperación de los indicadores es rápida si los niveles de precipitación se normalizan pronto pero cuando las situaciones de sequía se prolongan e intensifican la vegetación se deteriora de forma significativa y más permanente, dificultando su recuperación. Cabe destacar los niveles de decoloración y defoliación alcanzados durante la prolongada sequía de mediados de los años 90, especialmente en el año 95, en el que buena parte del bosque se presentaba como un estremeceador tapiz vegetal de color marrón.



Impresionante decoloración y defoliación producida en el año 1995. Este rodal llegó a recuperarse en los años posteriores

Uno de los fenómenos que se manifiestan de manera muy preocupante en el parque, es la existencia de bosques fuertemente afectados por desecación, desvitalización y mortalidad. Situaciones similares tienen lugar en



distintas partes del mundo, recibiendo diferentes denominaciones entre las cuales se encuentran el término en inglés de *forest dieback*, para el que nosotros empleamos los términos de desvitalización o declive forestal. En algunas zonas de Canarias se emplea el término “envarado” para designar la aparición de copas con ramas peladas de hojas. Sus síntomas son, entre otros, reducción gradual de la masa foliar de los árboles acompañada de decoloración, con aclareo progresivo de las copas hasta quedar las ramas sin hojas. Este fenómeno suele ser más evidente, de inicio, en las partes apicales, extendiéndose posteriormente a niveles inferiores. Puede presentarse en árboles aislados o en grupos o bien extenderse de forma masiva por amplias zonas, sin distinción de especies. En determinadas circunstancias, especialmente en fondos de barranco, la mortalidad se ceba sobre los árboles dominantes. El declive forestal supone, en definitiva, una evolución regresiva de la vegetación acompañada de una reducción de la altura del bosque y de su biomasa.

La aparición de este fenómeno se manifiesta de forma desigual según la posición topográfica. En los fondos de barranco y vaguadas, el decaimiento tiene lugar, sobre todo en los grandes árboles dominantes del dosel, principalmente enormes viñátigos (*Persea indica*) que de forma gradual van muriendo. En estos casos, el deterioro no solo tiene lugar sobre los grandes troncos sino también sobre los característicos brotes basales que los rodean, conocidos como chupones, presentes en la mayor parte de las especies arbóreas que componen el bosque. Estas grandes cepas moribundas son reemplazadas por una regeneración formada principalmente por los propios viñátigos, aunque en algunos casos esta exigente especie no llega a reimplantarse, laureles (*Laurus novocanariensis*), y en mucha menor proporción acebiños (*Ilex canariensis*), palo blanco (*Picconia excelsa*), etc., siendo posible incluso la presencia de especies arbóreas pioneras como brezos (*Erica arborea*) y hayas (*Morella faya*), aunque en proporciones muy bajas. Con la muerte de los grandes árboles, que sostienen una especial biodiversidad, desaparecen componentes que no se recuperan en mucho tiempo. A la llegada de mayor luz al suelo que conlleva estos cambios, sucede una proliferación en los estratos intermedios del follaje (*Viburnum rigidum*). Esta dinámica forestal parece poder asimilarse a la categoría de *senescencia de la cohorte dominante* (*cohort senescence*).



Los fondos de barranco de la vertiente norte de Garajonay están caracterizados por impresionantes viñáticos centenarios. Algunos tramos de estos barrancos han visto desmoronarse sus grandes cepas de viñáticos en las últimas décadas.

En las laderas y especialmente en los lomos con menos suelo y más expuestos, la mortalidad y pérdida de vitalidad generalizada del arbolado es mucho más evidente. Aquí la regeneración que se produce muestra también escasa vitalidad y un crecimiento escaso con tendencia a un estancamiento prematuro. La composición cambia aumentando la proporción de especies heliófilas y pioneras. En este proceso de desvitalización en laderas, llega a ser evidente un deterioro de los suelos ligado a la reducción del aporte de la hojarasca. Cabe señalar que la densa proliferación de follao antes mencionada parece que pudiera jugar un papel importante en la protección y conservación del suelo por su aportación de materia orgánica. En este otro caso el fenómeno parece responder a la categoría de *mortalidad regresiva de rodales (stand level dieback)*.



Mortalidad regresiva de un rodal de laurisilva de ladera

Cabe resaltar que estos fenómenos de mortalidad masiva parecen afectar en mayor medida a los bosques maduros y de mayor biomasa mientras que en bosques jóvenes, originados por recolonización reciente o tallares en los que ha cesado su explotación en las últimas décadas mayoritariamente presentes fuera de los límites del parque apenas se aprecian. Una posible explicación podría ser que las posibilidades de sostenimiento de los bosques maduros, con mayores necesidades de agua, tanto por el mayor tamaño de los árboles como por la presencia de especies más exigentes, se hace más difícil de alcanzar en las condiciones climáticas a las que tendemos. De esta forma se estaría produciendo una tendencia regresiva de la vegetación hacia bosques de menor talla y especies menos exigentes. No obstante, no es infrecuente observar también en las manifestaciones no maduras, rodales estancados con escaso crecimiento y vigor y signos evidentes de aparición de enfermedades, pero sin la acumulación de árboles muertos en pie que se aprecian en los bosques más maduros.

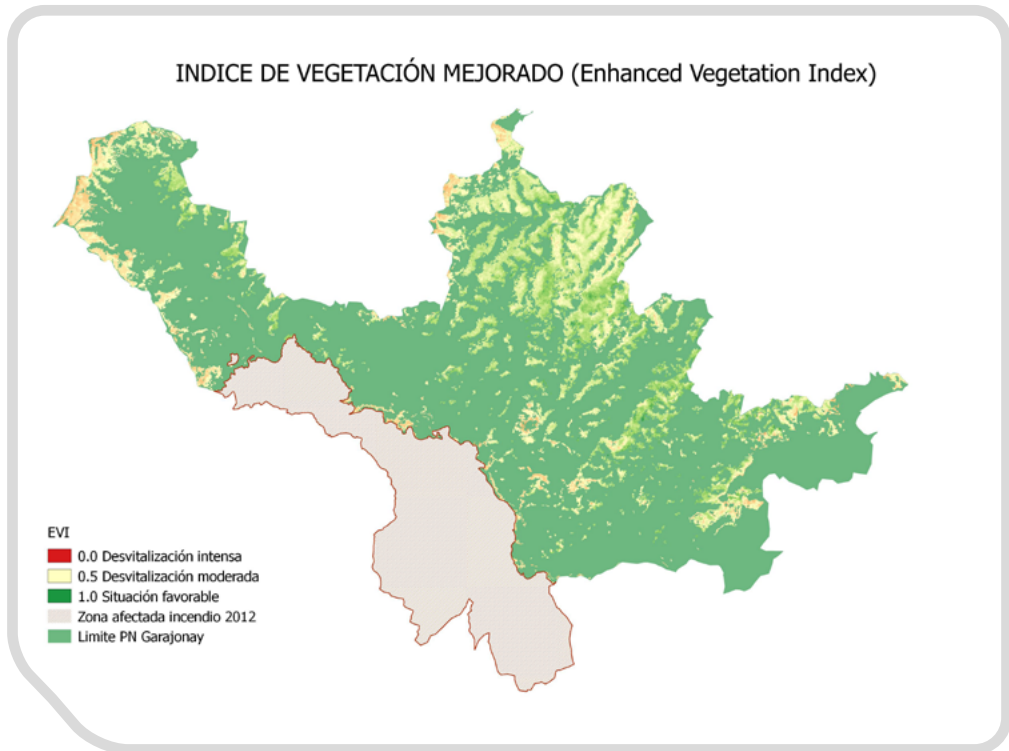


Una situación algo diferente se presenta en zonas con abundancia de árboles puntisecos, generalmente cubiertos de líquenes, que se producen principalmente en zonas de tendencia termófila con bosques de escasa talla, aunque de elevada biodiversidad, en pendientes muy pronunciadas o en localidades con suelos superficiales con escasa capacidad de almacenamiento y retención de agua. En estos casos lo que se observa son fluctuaciones periódicas en la talla y la biomasa, adaptándose la masa vegetal a las fluctuaciones climáticas y a las disponibilidades hídricas que les acompañan, presentándose síntomas de decaimiento en los periodos desfavorables y de recuperación en los favorables. Los periodos más desfavorables podrían asimilarse a la categoría de *decaimiento forestal periódico* (*periodic forest decline*).

La vegetación del sotobosque puede verse también ostensiblemente afectada por situaciones o periodos climáticos adversos. En zonas húmedas y umbrosas, los helechos higrófilos y otras especies con elevadas demandas de agua que caracterizan los estratos inferiores del bosque pueden llegar a perder completamente sus frondes y hojas. Si las sequías no se prolongan y las condiciones de humedad regresan, estas especies rebrotan y se recuperan, pero si las condiciones se prolongan entonces el deterioro se hace más permanente. Asimismo, la defoliación del dosel, que supone una mayor incidencia de la radiación en los estratos inferiores, afecta muy negativamente a las especies más umbrófilas. En el caso de posiciones topográficas más expuestas, en ambientes más soleados con bosques más abiertos y especies más heliófilas en el sotobosque (*Sideritis sp.*, *Crambe sp.*, *Argyranthemum sp.*, etc), se llega a producir desecación y mortandades masivas en los episodios de sequía intensa, seguido de pulsos de regeneración por rebrote o por activación del banco de semillas, cuando las condiciones normales se restablecen. En estos ámbitos tienen lugar, por tanto, dinámicas muy fluctuantes, pero la prolongación de condiciones climáticas desfavorables podría conducir a un deterioro más persistente y profundo. Un caso particular se presenta en situaciones donde una mayor incidencia de la radiación, favorecida por el deterioro de las copas, activa el banco de semillas de arbustos seriales como el codeso (*Adenocarpus foliolosus*) y la jara (*Cistus monspeliensis*), generando un sotobosque altamente inflamable.

La existencia en el Parque Nacional de Garajonay de situaciones de desvitalización parece cada vez más evidente e inquietante, especialmente a lo largo de los límites del parque en su vertiente norte entre Meriga y Acebiños, donde los daños son muy severos. En esta zona, el problema no es del todo nuevo pues se tiene constancia escrita del mismo desde principios de los años setenta del pasado siglo. No obstante, parece que sus efectos están extendiéndose a otras áreas del parque.

Con el fin de evaluar la evolución y extensión del problema se ha recurrido a la información aportada por los satélites en las últimas décadas. El trabajo realizado confirma una reducción de los índices de vitalidad de los bosques a lo largo de casi toda la periferia del parque y en situaciones topográficas desfavorables.



A

unque todo apunta al cambio climático como una de las principales causas desencadenantes de los fenómenos de desvitalización en los bosques de laurisilva, se presentan situaciones que añaden complejidad a la interpretación de su naturaleza.

La intensidad de la desvitalización se acentúa en las altitudes más bajas a lo largo de la periferia del parque, donde la precipitación normal y de nieblas es inferior, así como en enclaves con poco suelo. Se presentan, en definitiva, donde las disponibilidades hídricas son más desfavorables. Por el contrario, en las zonas de mayor precipitación y elevada incidencia de niebla estos fenómenos apenas tienen lugar. No obstante, la explicación del fenómeno no siempre es tan evidente puesto que se presentan rodales desvitalizados al lado de otros aparentemente vigorosos, o que en zonas de similares características unas se ven afectadas y otras no.

Hasta el momento no se dispone de estudios específicos sobre el fenómeno de decaimiento en los bosques de laurisilva canaria. No obstante, al igual que ocurre en muchos otros ecosistemas forestales, se suelen asociar a un complejo grupo de factores, principalmente abióticos y secundariamente bióticos. Entre los factores abióticos, existen indicios antes comentados, que relacionan este fenómeno con las anomalías que cada vez con mayor claridad afectan al clima. En el caso de la laurisilva canaria se asociaría, particularmente, a la elevación de las temperaturas que aumentan la demanda de agua, a una mayor frecuencia, duración e intensidad de las sequías así como a los episodios de entrada de aire sahariano seco y caliente. A esto se añade la conjunción de otros factores como son las especiales características fisiológicas de los árboles de la laurisilva que, salvo parcialmente en las especies pioneras, no disponen de mecanismos eficaces de control de la pérdida de agua por evapotranspiración.

Asimismo, está el hecho de que las condiciones climáticas de Canarias para el mantenimiento de estos bosques bordean el límite de sus posibilidades. Tampoco se excluye su posible relación con alteraciones sobre los suelos, ruptura de equilibrios y favorecimiento de agentes patógenos, producidos por actuaciones humanas en el pasado. Entre los agentes bióticos no se descartan las afecciones fúngicas, aunque se tiende a considerarlas como agentes secundarios. La superposición de todos estos factores, y otros, podrían desencadenar el inicio de estos procesos cuando alcanzan un determinado punto crítico.

ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN CANARIAS Y SU IMPACTO EN LA LAURISILVA DE GARAJONAY

Los escenarios de cambio climático previstos por el IPCC para Canarias en lo que queda de este siglo son preocupantes, pues las tendencias desfavorables de las décadas anteriores previsiblemente se agudizarán. Las previsiones de incremento de las temperaturas se sitúan entre 0,6 y 3,2°C y la caída adicional de las precipitaciones entre un 10 y un 35 %, según el abanico que marcan los diferentes escenarios. Quedan en el aire numerosas incógnitas, algunas importantísimas para los bosques de laurisilva, entre las que destaca lo que va a pasar con la incidencia de las nieblas.



La evolución de la incidencia de las nieblas es una de las mayores incógnitas en las previsiones del cambio climático.

Los cambios en el clima afectarán a los hábitats, su composición, estructura, estado sanitario y distribución y serán más profundos en los escenarios con mayores emisiones de gases de efecto invernadero.

Partiendo del hecho de que la laurisilva de Garajonay se localiza en las cumbres de la isla, sin posibilidad de expandirse a cotas superiores y que por debajo las tendencias de cambio favorecen, en principio, la extensión de especies y hábitats más xéricos a su costa, es previsible un incremento de estos hábitats y especies así como la reducción y deterioro de las poblaciones de las especies y de los hábitats más higrófilos. Asimismo, en una parte de la vertiente sur, el área potencial del hábitat del pino canario podría ampliarse algo, en detrimento de las manifestaciones de fayal brezal de altura a lo largo de su orla.

Los efectos del cambio climático influirán, asimismo, en los patrones de distribución de las especies y sus procesos ecológicos asociados como la



productividad, su fenología, ciclos vitales, fisiología, estructura demográfica, etc. Preocupa, especialmente, lo que pueda ocurrir con muchas especies hoy amenazadas. También los servicios ecosistémicos pueden verse afectados siendo, en el caso de La Gomera, la producción de agua la que presenta una mayor preocupación, teniendo en cuenta el esencial papel del bosque de Garajonay y otras zonas de laurisilva aledañas en el ciclo hidrológico insular, especialmente en sus funciones reguladoras y de captación de agua procedente de las nieblas.

No obstante, estas previsiones de carácter general, están condicionadas por diferentes factores. Entre los mismos podemos citar la respuesta y capacidad de migración de las especies individuales, que además está muy condicionada por el tamaño y estado de sus poblaciones. Entre los posibles factores favorables a tener en cuenta, en su respuesta frente al cambio climático, destaca la rapidez de los cambios de las variables ambientales en el territorio, la continuidad de la masa forestal sin sufrir fragmentación o intenso deterioro, que facilitarían el movimiento de las especies, y la persistencia de ambientes favorables generados por la abrupta orografía, que propiciaría la localización de refugios. Entre los factores desfavorables es de resaltar, nuevamente, la existencia de numerosas especies raras y amenazadas con escasos efectivos para poder reaccionar adecuadamente frente a la rapidez del cambio climático, así como la persistencia de factores de amenaza que se suman al cambio climático como la presión de los herbívoros y los incendios forestales.

Las posibilidades de contrarrestar los efectos de un cambio climático acelerado e intenso en las especies, ecosistemas y procesos son difíciles, especialmente en los escenarios de cambio más desfavorables, son limitadas. La apuesta por reducir al máximo las emisiones de gases de efecto invernadero es fundamental.

Partiendo de que la mejora del estado de conservación contribuye a aumentar la resistencia y la resiliencia frente al cambio climático, las actuaciones de conservación que se han venido realizando en las últimas décadas se convierten ahora en herramientas paliativas de adaptación al mismo.

A continuación se exponen las principales líneas de gestión de conservación e investigación que contribuyen a afrontar los retos del cambio climático en el parque.

Programa de seguimiento ecológico del parque.

Incluye la toma y gestión de información relacionada con la obtención de conocimiento sobre el cambio climático en el parque. Iniciado a principios de los años 90 del pasado siglo, en el mismo se aborda un seguimiento de las tendencias de cambio de diferentes variables climáticas como son temperaturas, precipitaciones, humedad ambiental, y de forma muy importante y detallada la precipitación de niebla. Los patrones de cambio climático antes expuestos son uno de los resultados más destacados de este programa. En este programa de seguimiento se realizan también diversos estudios sobre la evolución de la vegetación, haciendo uso tanto de series de imágenes de satélite como de inventarios de parcelas permanentes y estudios de defoliación y decoloración. Sus resultados han hecho posible el diagnóstico presentado a modo de resumen del impacto del cambio climático en la vegetación del parque.

Programa de restauración de la laurisilva en áreas degradadas por plantaciones forestales de carácter comercial.

Este programa ha sido importantísimo en la trayectoria del parque. Dicho programa, consiguió la práctica eliminación de las plantaciones forestales de carácter comercial existentes en el momento de la creación del parque, principalmente en sus cumbres y vertiente sur, y recuperar más de 500 ha de laurisilva.



Aspecto de las plantaciones de pino insigne que cubrían las cumbres del parque a finales de los ochenta.



Aspecto del mismo lugar dos décadas después, cubierto por bosques incipientes de laurisilva, recuperados por los programas de restauración ecológica del parque.

Programa de defensa, prevención y extinción de incendios.

Incendios y cambio climático están muy relacionados, como acabamos de señalar. El parque nacional desde su creación en 1981 sostiene un potente y costoso programa de prevención y extinción de incendios al que dedica una proporción muy elevada de su presupuesto de inversión. Después del gran incendio de 2012, que tuvo lugar en un año de terrible sequía y condiciones meteorológicas sumamente adversas, y que calcinó un 20 % de la superficie del parque, se inició el programa LIFE+ Garajonay vive, apoyado o complementado con otras inversiones y proyectos. Sus objetivos incluían la evaluación a largo plazo de las repercusiones ecológicas del incendio, el establecimiento de una estrategia de restauración de las áreas quemadas y su implementación, así como un *plan de prevención y defensa contra*

incendios, global para toda la Isla, y un novedoso *plan de prevención social contra incendios forestales*. Todos estos objetivos ciertamente están enfocados al problema de los incendios forestales, pero guardan una relación muy estrecha con los problemas asociados al cambio climático. Cabe destacar de este programa la prioridad de integración de las actuaciones de prevención de incendios con la gestión de conservación.

Programas de recuperación de la flora amenazada por el cambio climático.

Es bien conocido que Canarias es el territorio de la Unión Europea con mayor concentración de especies amenazadas de flora. Asimismo, la laurisilva, es el ecosistema con mayor concentración de especies endémicas y Garajonay y su entorno es la tercera área de España con mayor concentración de especies de flora amenazada.

Se deduce de lo anterior que el problema de las especies amenazadas es uno de los principales retos de gestión que tiene el parque. Es por ello que el Parque Nacional de Garajonay, desde prácticamente su creación en el año 1981, viene desarrollando un potente programa de recuperación de especies amenazadas de flora, en las que se ha actuado sobre más de 30 especies. Las presiones que sufren estas especies son variadas y superpuestas, destacando la de los herbívoros introducidos, sobre los que desde hace muchos años se realizan medidas de control. Pero, sin duda, el cambio climático está siendo una amenaza añadida. El seguimiento que se realiza en algunas poblaciones de flora amenazada evidencia su regresión tras periodos de sequía intensa.

Para afrontar este problema se han iniciado medidas de adaptación al cambio climático mediante la realización de varias translocaciones experimentales, es decir creación de nuevas poblaciones en lugares algo más húmedos o más frescos que las originales, donde se prueba y estudia su adaptación, observándose en varios casos resultados muy esperanzadores.



Neopoblación de *Ruta microcarpa* translocada al interior del parque nacional procedente de una población natural situada fuera del mismo, muy afectada por la sequía y la herbivoría.



Proyectos de investigación

Por último, cabe mencionar la existencia de proyectos de investigación relacionados con los problemas de salud de los bosques y el cambio climático, financiados por el OAPN: *Análisis territorial y capacidad de adaptación de la flora endémica a la velocidad del cambio climático, una estrategia para la toma de decisiones de adaptación y contingencia en los parques nacionales de Canarias*, proyecto que comenzó en diciembre de 2020 y presentará resultados en diciembre de 2023, con Juana M^a González Mancebo de la Universidad de la Laguna como investigadora principal.

Además de otros tres proyectos que comenzaron en diciembre de 2021 y presentarán resultados en diciembre de 2024; el proyecto sobre *predicción de la respuesta de los ecosistemas vegetales de los parques nacionales de Canarias al déficit hídrico a través de caracteres ecofisiológicos*, también de la Universidad de la Laguna, presentado por Beatriz Fernández Marín como investigadora principal. El proyecto sobre Impactos, vulnerabilidad y resiliencia de la geodiversidad y el patrimonio geológico ante el cambio global en los parques nacionales canarios, con Juana Vegas Salamanca del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) como investigadora principal. Y el proyecto EVIDENCE, sobre *evaluación, diagnóstico y predicción de daños en masas forestales derivados del cambio global integrando datos de la Red ICP- parques nacionales y teledetección*, con Oscar Pérez Priego como investigador principal, de la Universidad de Córdoba.

Asimismo, el Parque Nacional de Garajonay financia en 2022 un proyecto de investigación de la Fundación Canaria Parque Científico Tecnológico de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria relacionado con el cambio global: *Estudio de evaluación del estado de los bosques de laurisilva del Parque Nacional de Garajonay mediante índices espectrales de vegetación*.



Nº67

Boletín de la Red de Parques Nacionales

Edición

Organismo Autónomo Parques Nacionales

Coordinación

Jesús Serrada Hierro
Luis Antonio Gómez González
Ruyman Federico Armas Fuertes
Mercedes González de la Campa
Arantxa Manjón (Alten)

Diseño gráfico

Álvaro García Cocero

Fotos e Ilustraciones

Luis Antonio Gómez González
Ruyman Federico Armas Fuertes

NIPO: 678-20-001-1

Bajo Licencia Creative Commons.



(Reconocimiento - NoComercial - CompartirIgual - 4.0 Internacional)
Agosto 2022

