

INVESTIGACIÓN,  
GESTIÓN Y TÉCNICA FORESTAL,  
EN LA REGIÓN DE LA MACARONESIA

---

Juan Carlos Santamarta Cerezal Ed.



# Investigación, Gestión y Técnica Forestal, en la Región de la Macaronesia

---

Editado por

Juan Carlos Santamarta Cerezal

*Universidad de La Laguna, Islas Canarias, España*

&



Investigación, Gestión y Técnica Forestal, en la Región de la Macaronesia

© 2014 Los autores

Editado por:

Juan Carlos Santamarta Cerezal

Universidad de La Laguna, Tenerife

Islas Canarias.

jcsanta@ull.es

&



Colegio de Ingenieros de Montes

Calle Cristóbal Bordiú, 19 28003 Madrid

Teléfono +34 915 34 60 05

colegio@ingenierosdemontes.org

Depósito Legal: TF 971-2014

ISBN: 978-84-617-3391-0

326 pp. ; 24 cm.

1ª Ed: diciembre, 2014

Diseño:

Alba Fuentes Porto

Como citar este libro:

Santamarta, J.C. (ed.) (2014) . *Investigación, Gestión y Técnica Forestal en la Región de la Macaronesia*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Montes.

El libro ha sido revisado por un comité técnico perteneciente a tres regiones Macaronésicas: Canarias (Esp.), Azores (Por.) y Madeira (Por.).

Ninguna parte de este libro puede ser reproducida transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido fotografías, grabación o por cualquier sistema de almacenar información sin el permiso del autores.

Fotos de la Portada, Juan Carlos Santamarta, Jorge Naranjo Borges y José Molina.

# Contenidos

---

Prólogo.....	7
--------------	---

## BLOQUE TEMÁTICO I

### APROVECHAMIENTO Y MOVILIZACIÓN DE LOS RECURSOS FORESTALES Y LOS SECTORES ECONÓMICOS ASOCIADOS

Puesta en valor del bosque macaronésico como vector de los recursos hídricos, energía y turismo. <i>Juan C. Santamarta Cerezal</i> .....	11
¡Arráyate un pino! Estudio para la implantación de una compensación de las externalidades de los bosques en Gran Canaria. <i>PROFOR Canarias</i> .....	27
Valuation of the services provided by the Forest Recreational Reserve of Valverde, Santa Maria, Azores. <i>F. Páscoa, M. Leitão, J. Pacheco, F. Sardinha, D. Batista, M. Reis y S. Figueiredo</i> .....	43

## BLOQUE TEMÁTICO II

### GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN EN LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

Dinámica del fósforo en brezales de suelos volcánicos <i>J.C.Fontes; E.Dias; C.Mendes; L.S.Pereira &amp; J.C. Santamarta</i> .....	59
15 años de aprendizaje en la silvicultura de masas de monte verde semi-naturales de Tenerife. <i>Servicio Técnico de Gestión Territorial Forestal e Incendios del Cabildo de Tenerife</i> .....	75
Restauración forestal en la finca de Talavera, Parque rural de Teno, isla de Tenerife. <i>Mª de las Mercedes García Rodríguez y AGRESTA S. COOP.</i> .....	93
Recuperação e conservação de espécies e habitats no Maciço Montanhoso Central da Madeira. <i>Carlos Lobo</i> .....	117
GesFlorA – Plataforma Digital para Gestão Florestal nos Açores. <i>Vasco Medeiros 1, Ruben Amaral, Nuno Ponte, João Pacheco</i> .....	127
Plantas invasoras, ¿Batalla perdida? ¿O no? <i>Erlantz Auzmendi Jiménez</i> .....	135
Prevenção de riscos florestais. Fitossanidade, Incêndios e Erosão. <i>F. Abreu</i> .....	157
Factores actuales de la dinámica de la laurisilva canaria. <i>M. E. Arozena y J. M. Panareda</i> .....	161
Estratégia regional para as florestas – Região Autónoma da Madeira. <i>M. Filipe</i> .....	179
Elaboración de cartografía forestal en canarias a partir de datos LIDAR. <i>J. L. Tomé Morán, Fernandez Landa, P. P.Ranz Vega</i> .....	185

Garajonay después del gran incendio de 2012. Ángel B. Fernández, Luis A. Gómez González, María Gómez .....	201
Resultados preliminares de la implantación de parcelas experimentales para la restauración de palmerales endémicos degradados de <i>Phoenix canariensis</i> en Canarias y de <i>Phoenix atlantica</i> en Cabo Verde. Carlos R. Samarín Bello .....	227
Experiencia de repoblación forestal como medida compensatoria ante la ejecución de una vía rápida en espacio Red Natura 2000. Jorge Naranjo Borges .....	245
Plan de vigilancia, control y erradicación del Picudo Rojo de Las Palmeras en las Islas Canarias (España). Martín, R.; Reyes, J. A.; González, A.; Barroso, L.; Morales, M.; Hernández, C.D.; Rodríguez, X. y Fajardo, M. ....	259

### BLOQUE TEMÁTICO III

#### USO SOCIAL DEL BOSQUE

Regulación de las actividades deportivas sin motor en los espacios naturales protegidos de Canarias. Adassa M <sup>a</sup> Rodríguez, Inocente Pablo Carralero y Jorge Naranjo.....	273
Atividades Lúdico-desportivas no Espaço Florestal da Região Autónoma da Madeira. Duarte Barreto .....	289
Enseñar aquello que la gente no conoce: Programa BROTES una herramienta para crear cultura forestal. Andrea Beltrán Suárez.....	297
MonitorizaçãodacodorniznosAçores. M. Leitão, T. M. Rodrigues, A. Castro, V. Medeiros, C. Moutinho, S. Cabeceiras, J. Sequeira, I. Correia, J. Pires, J. Costa, P. Lima, D. Gonçalves. ....	311
Otros libros editados.....	325

# Prólogo

---

Para un Ingeniero de Montes apartado ya hace unos años de la gestión directa de nuestros montes, pero siempre preocupado por los problemas y nuevas técnicas aplicadas a esa misma gestión es una satisfacción poder prologar esta publicación'

Desde la segunda mitad el siglo XX, cuando se esbozaron líneas básicas de actuación que superaban la tradicional y exclusiva explotación de los bosques canarios, mantenemos el desafío de conciliar y armonizar sus valores y funciones, dentro del concepto del uso múltiple. Ahora cuando ha transcurrido ya más de la mitad de una larga centuria, las directivas se han ido completando y enriqueciendo con nuevos enfoques de lo que históricamente fueron preocupaciones de los profesionales forestales y que, a vuela pluma, se podrían concretar en la protección del suelo, los acuíferos y las especies y hábitats silvestres; la necesaria y ordenada producción de recursos económicos; y, por último, el uso recreativo, como espacio de ocio, conocimiento e interpretación de los sistemas naturales y su relación con el hombre. Entendida la política forestal como la intervención de los poderes públicos, mediante los instrumentos jurídicos oportunos, en la regulación, uso y aprovechamiento de las áreas boscosas, sus funciones prioritarias e irrenunciables son conservar y restaurar los ecosistemas más sensibles y singulares; asegurar la persistencia y evolución de la cubierta y rentabilizar equilibradamente sus producciones; compatibilizar las técnicas con las necesidades biológicas de los espacios para garantizar el equilibrio del sistema y la diversidad genética.

En esa dirección se orientaron las VII Jornadas Forestales de la Macaronesia, celebradas el pasado otoño en Las Palmas de Gran Canaria, con la participación de treinta expertos y la colaboración institucional de los archipiélagos de Madeira, Azores, Cabo Verde y Canarias y el gobierno de Senegal. Se convocan con carácter bianual con el propósito de intercambiar experiencias en territorios similares, tanto para la salvaguarda de sus valores y singularidades como para obtener el mayor rendimiento social y económico de sus materias primas. Las diferentes conferencias magistrales, ponencias técnicas y comunicaciones quedaron agrupados en tres bloques temáticos: Aprovechamiento y movilización de los recursos forestales y los sectores económicos asociados; la gestión y planificación de los ecosistemas forestales y el uso social del monte y, así, quedan reflejadas en esta publicación.

En una exigente selección temática y en edición coordinada y cuidada por el Dr. Juan Carlos Santamarta Cerezal, Decano del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros de Montes de Canarias, se nos aporta una amplia documentación que, en un meritorio esfuerzo de divulgación, aúnan rigor científico y amenidad expositiva.

En el primer capítulo, y a modo de eficaz panorámica sobre la agenda de este encuentro científico, el profesor asociado de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria de la Universidad de La Laguna, plantea la "Puesta en valor del bosque macaronésico como vector de los recursos hídricos, energía y turismo".

Al análisis de las amenazas que se ciernen sobre las masas forestales de esta área atlántica, le suceden las posibilidades que la ingeniería especializada tiene en los aprovechamientos hídricos superficiales, la reducción de las escorrentías y, por tanto, de las tasas de erosión, la planificación de los espacios naturales, la mitigación de los daños producidos por las lluvias torrenciales y la mejora de los procesos de recarga de los acuíferos.

Analiza también la aportación de los residuos forestales, combinados con los agrícolas, para suministrar a centrales de biomasa localizadas en espacios estratégicos que, como complemento de las energías renovables más tradicionales, aliviarían la dependencia de los combustibles fósiles. Y, por último, como alternativa programada en ese proceso de diversificación necesario de nuestra principal industria, el creciente turismo de senderismo y agroforestal.

Sin minimizar la importancia de todas las comunicaciones aportadas quiero hacer mención de alguna de ellas. Un apartado de especial interés recoge las experiencias de quince años, promovidas y patrocinadas por el Cabildo Insular de Tenerife, junto a Genea Consultores, para la recuperación del monteverde en las zonas Centro (con los términos de San Juan de la Rambla, Los Realejos y La Orotava) y Este, que comprende los municipios de Santa Ursula, La Victoria y La Matanza de Acentejo, El Sauzal, Tacoronte y El Rosario. El estudio comprende el inventario e historia de estas masas, degradadas por la explotación continua y los incendios, y las actuaciones planteadas desde un nuevo enfoque donde priman sus valores científicos y ambientales; tratamientos diferenciales según las características de estación, diversidad de suelos, pendientes y altitud y actuaciones diferenciadas para facilitar la evolución de las masas hacia estadios ecológicamente estables, que puede servir de guía a esa difícil pero muy interesante labor de regeneración del bosque autóctono.

Dentro del interés objetivo del conjunto de la publicación y por su actualidad y trascendencia, destacamos el estudio realizado por Ángel Fernández, Luis Gómez González y María Gómez titulado "Garajonay después del gran incendio de 2012" que nos dan la dimensión real de este suceso que se prolongó durante tres meses y afectó una décima parte de la superficie de La Gomera y casi el veinte por ciento de su emblemático Parque Nacional, premiado también con el título de Patrimonio de la Humanidad.

A la relación detallada de los valores científicos de la mayor y mejor reserva de laurisilva de esta área atlántica, sucede la evaluación de los efectos, algunos irreversibles, en los ejemplares más característicos y sobre la cubierta vegetal que asegura el régimen hidrológico de la isla.

La pormenorización de los daños y la meticulosa enumeración de las medidas de urgencia emprendidas en cuanto se declaró la extinción total, agrava aún más la presunción de la intencionalidad del incendio porque, mientras en algunas zonas, el entorno ha evolucionado bien, en otras presenta graves problemas de recuperación que se prolongarán en el tiempo e, incluso, en ciertos ámbitos tratados, desgraciadamente, han aumentado los riesgos de vulnerabilidad.

Valoramos ese trabajo como un protocolo de extraordinaria utilidad para aplicar en siniestros forestales de amplio alcance y para el diseño de una gestión a largo plazo pero, sobre todo, como una imprescindible alerta sobre los riesgos que amenazan a la flora relictica de la Era Terciaria, singularidad mundial, que constituye el primer activo de la Isla de La Gomera "y en la que no basta sólo la restauración sino también a la concienciación social para evitar futuras catástrofes".

Entre la selección realizada por Juan Carlos Santamarta para esta publicación, otro estudio de especial interés se refiere a la "Elaboración de cartografía forestal a partir de datos Lidar", una tecnología implantada en Canarias desde 2008 y con variadas aplicaciones civiles. Firmado por Fernández Landa, Tomé Morán y Ranz Vega destaca el objetivo central de enriquecer la documentación sobre la superficie de monte de las cinco islas más occidentales de Canarias y, actualizar los conocimientos que se tienen de ellos mediante cartografía comparativa a través de vuelos periódicos. Esta información resulta básica para conocer con pleno rigor científico la superficie realmente ocupada por la masa forestal canaria y su estado, sus características y niveles de riesgo para formular y sostener una política forestal que atienda las singularidades, establezca prioridades y, con medios jurídicos y técnicos idóneos, garantice la regulación, uso y aprovechamiento de la cubierta forestal, la participación directa de los habitantes de los entornos y, además, satisfaga las demandas de la población

alejada del monte para el uso y disfrute de los valores estéticos y paisajísticos y el uso cultural y recreativo, tanto para la sociedad canaria como para los millones de visitantes que tienen al Archipiélago como meta turística.

Hay que agradecer a Juan Carlos Santamarta haber puesto a la disposición no sólo de los técnicos forestales sino también a todos los canarios amantes y orgullosos de nuestros montes esta publicación que sin duda será muy bien acogida por los lectores.

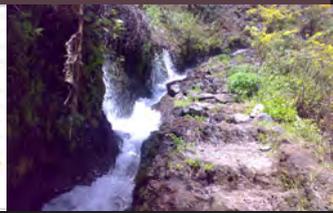
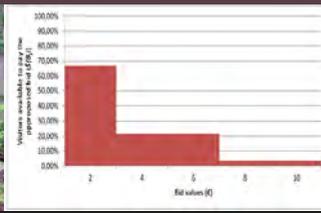
*José Miguel González Hernández*

Dr. Ingeniero de Montes

Diciembre de 2014

# Bloque temático I

## Aprovechamiento y movilización de los recursos forestales y los sectores económicos asociados





# Puesta en valor del bosque macaronésico como vector de los recursos hídricos, energía y turismo

---

Juan C. Santamarta Cerezal \*

Área de Ingeniería Agroforestal, Universidad de La Laguna

**PALABRAS CLAVE:** Azores, Canarias, laurisilva, recursos hídricos, biomasa, turismo sostenible

## RESUMEN

La vegetación y ecología de la región de la Macaronesia, ofrece unas características singulares desde el punto de vista ambiental. A lo largo de la historia de las islas, los bosques insulares, han sido sobrexplotados y reducidos en extensión, dado que eran uno de los pocos recursos que podría ofrecer el territorio. Actualmente, la conservación, es el principal criterio a la hora de explotar los recursos forestales. No obstante, hay que poner en valor diferentes opciones de aprovechamientos sostenibles relacionadas con: los recursos hídricos, la energía y el turismo, compatibles con el criterio conservacionista. El presente trabajo expone las posibilidades y retos a los que se enfrentan las masas forestales de la región de la Macaronesia, en este nuevo siglo, valorando las diferentes potencialidades y amenazas, tomando como referencia otros ejemplos mundiales en gestión.

---

\* Contacto: [jcsanta@ull.es](mailto:jcsanta@ull.es)

## LOS BOSQUES MACARONÉSICOS COMO REGULADORES DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Los recursos hídricos, en las islas, provienen de dos fuentes, por un lado; las precipitaciones, condicionadas por la localización y altitud de las islas y, por otro lado; por la humedad de los vientos alisios, que es aprovechada por el bosque, mediante la denominada precipitación oculta, horizontal o de niebla, que puede llegar a suponer, según el autor consultado, de 1,5 a 3 veces la precipitación convencional [10], otros autores, indican que la lluvia tiene efecto sobre grandes superficies en la isla, mientras que la precipitación de niebla sólo se da en zonas óptimas para que el efecto tenga lugar, adicionalmente el efecto en el balance del agua del suelo es mucho mayor con la intensidad de lluvia que con el goteo continuo que genera la precipitación de niebla [3].

En la región de la Macaronesia, existe una relación importante entre los bosques y el agua. En un sistema insular, ha quedado patente la importancia que tienen los montes con respecto a la hidrología superficial y subterránea. Desde el marco forestal; la vegetación insular, es un elemento regulador del agua procedente de la precipitación horizontal o de niebla —fundamental en los ecosistemas insulares—, principalmente en las islas de mayor altitud.

La cobertura forestal tiene un papel primordial en la regulación de los recursos hídricos de las islas. Esta función se puede dividir en cinco factores:

- Regulación de los recursos hídricos.
- Conservación y fijación de los suelos.
- Amortiguación del efecto de las lluvias torrenciales.
- Incremento de la infiltración por tanto de la recarga de los acuíferos insulares.
- Incremento de la calidad de los recursos hídricos.

La regulación de los recursos hídricos viene dada por su participación en la hidrología insular, por un lado; la cobertura vegetal supone una amortiguación de la energía cinética que llevan las gotas de agua, así se minora el efecto disgregador de las mismas en el suelo, por otro lado; el efecto del aprovechamiento de la precipitación horizontal, concentrando en las hojas de las ramas las gotas que poco a poco se van proyectando en el árbol y en el suelo.

Por efecto de las raíces, que incluso llegan a perforar rocas de basalto, se mejora el proceso de infiltración y por lo tanto el efecto de la recarga en los acuíferos insulares. También evitan el efecto compactador de los suelos.

Las raíces también hacen un efecto red y crean una matriz donde el suelo queda totalmente encajado, evitando su pérdida por el efecto de las lluvias y, en menor medida, del viento.

Finalmente los montes son zonas de recarga de los acuíferos, por lo tanto, en cierta manera, no existen cultivos agrícolas que puedan salinizar los suelos o introducir en el acuífero nitratos, fertilizantes o pesticidas, tampoco existen infraestructuras que puedan impermeabilizar los suelos, ni grandes núcleos poblacionales [8].



**Imagen 1.** Tomadero en una ribeira de Terceira (Azores)

También se puede hacer un aprovechamiento de aguas en las zonas forestales de las islas, el aprovechamiento subterráneo, es mediante galerías, nacientes de acuíferos colgados o suspensos (en portugués), sondeos o pozos cercanos a barrancos o ribeiras, existe una relación importante entre la calidad de agua de estas explotaciones y las zonas de espacios naturales de recarga, este patrón se repite en numerosas islas oceánicas volcánicas [4]. También existen aprovechamientos directos o de uso tradicional. Los sistemas tradicionales, utilizados en las islas, de recolección de aguas y conservación de suelos, pueden ser compatibles con las otras técnicas utilizadas,

si bien, hay que destacar que las estrategias tradicionales son más sostenibles y compatibles con los espacios naturales.

En muchas ocasiones, las conducciones de agua transcurren por parajes naturales, esto es debido a que, generalmente, los recursos hídricos se obtienen de las laderas influenciadas por los vientos alisios, cargados de humedad y lluvias, que hacen que haya más disponibilidad de recursos hídricos. Sólo en Tenerife existen más de 4.000 Km de canales construidos. Otro caso especial son las levadas de Madeira, de las que se destacará posteriormente su valor turístico. Las levadas se crearon originalmente por la necesidad de abastecer el sur de la isla de Madeira, más poblado y con mayor producción agrícola, pero más seco, con agua proveniente del oeste o noroeste de la isla, donde las precipitaciones son más abundantes. La razón es el relieve extraordinariamente montañoso de la isla, que con sus 1.800 m de altitud máxima retiene los vientos alisios en su cara norte y da lugar a la laurisilva, que condensa la humedad de las nubes, la comentada lluvia horizontal o precipitación de niebla [2].



Imagen 2. Medidor de precipitación horizontal en Terceira (Azores)

El control de la erosión y la conservación de suelos, es uno de los principales retos a los que se enfrentan las islas oceánicas, lo cual, afecta directa e indirectamente, a su ciclo hidrológico.

## POTENCIALIDAD ENERGÉTICA

Las islas de la Macaronesia, son sistemas aislado, con unos costes de producción de energía muy elevados, lo que hace que cualquier iniciativa en la dirección del incremento del parque energético de cada isla es bienvenida, con el fin de reducir el consumo de combustibles fósiles que proceden del exterior [6].

Los bosques Macaronésicos, tienen dos vertientes en relación al uso energético, por un lado; el uso hidroeléctrico, principalmente en las islas de Azores y Madeira, por su amplia cantidad de escorrentía y localización de saltos hidroeléctricos, en Azores, el 9% de la energía se obtiene procedente de pequeños saltos hidroeléctricos. El otro aprovechamiento, en prácticamente toda la Macaronesia, es la biomasa.

Hay que tener en cuenta que, el primer recurso energético que suministró electricidad propiamente dicha en las islas Canarias, fue el agua, entre finales del siglo XIX y principios del XX la electricidad llega a Canarias a través de las primeras hidroeléctricas con miniturbinas Pelton acopladas a generadores movidas por saltos de agua en las islas de La Palma y Tenerife, algunos de los cuales todavía se pueden contemplar por la geografía insular. Es curioso que los nuevos macro proyectos energéticos que plantea Canarias es una vuelta a estos orígenes con la central hidroeléctrica en la isla de El Hierro y los futuros proyectos de centrales reversibles de Gran Canaria, Tenerife y La Palma.

La biomasa, a las ventajas comunes al resto de las energías renovables, se unen una serie de aspectos como son su carácter autóctono, su favorecimiento al equilibrio regional ya que se encuentra repartido por todo el territorio, la creación de más empleo que las fuentes convencionales y, en definitiva, contribuir a la diversificación energética y la generación distribuida geográficamente. Otras ventajas medioambientales son la limpieza de los bosques, la prevención de la erosión, la reducción de los daños por incendios y la fijación de la población rural.

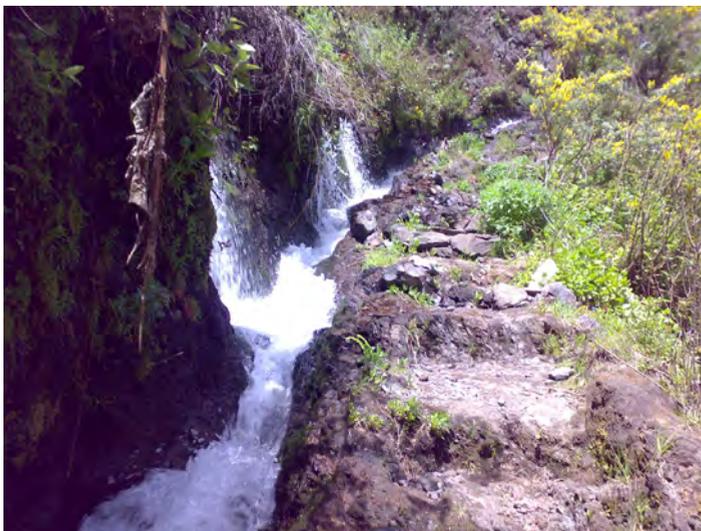
En Canarias, el uso de la biomasa como combustible en épocas pasadas dio como resultado la desaparición de importantes superficies forestales (principalmente laurisilva). Su uso principal era doméstico aunque se llegó a utilizar en la industria de la caña de azúcar y sus alambiques.

A lo largo de la Macaronesia, existe un gran potencial de producción energética mediante la biomasa de origen forestal, esta, se podría combinar con otra de origen agrícola y ganadero, para aumentar su disponibilidad y eficiencia. En las islas Canarias los residuos sólidos urbanos, de forma general, no se utilizan como fuente de energía. Así, mediante de estos residuos se elabora el compost, un abono que se fabrica con

las basuras. En Canarias sólo existe la posibilidad de incinerar este tipo de biomasa para este proceso energético en la isla de La Palma.



**Imagen 3.** Pinocha en un pinar del norte de Tenerife (Canarias)



**Imagen 4.** Nacientes de Marcos y Cordero en la isla de La Palma, junto con la galería Vergara en Tenerife, son las dos únicas explotaciones minihidráulicas que existen en Canarias

La utilización energética de biomasa forestal presenta una serie de impactos ambientales positivos, que no deben dejar de considerarse, al diseñar las políticas y marcos regulatorios que permitan impulsar su desarrollo en la Macaronesia.

Según el informe final del proyecto FORESMAC, la principal fuente potencial de producción de biomasa forestal en Canarias son los bosques de pino canario y otras especies forestales que pueden aportar potencialmente más de 70.000 t anuales, a los que se podría añadir otras 22.000 t anuales procedentes de cultivos y otras 50.000 t anuales los residuos de la industria agroalimentaria según estimaciones de diferentes entidades.

Para ilustrar las posibilidades de la biomasa, en el caso de la isla de Tenerife, se realizó un estudio técnico-económico para la instalación de una planta de biomasa para generación eléctrica [11], se valoró las condiciones técnicas y económicas para instalación de una planta de producción en la isla de Tenerife, concretamente en el municipio de La Victoria de Acentejo.

Por un lado; se valoró el recurso procedente de la biomasa, que procedió principalmente, de la pinocha y residuos forestales de los montes de pino canario cercanos, también se utilizó otros residuos de otras especies que tienen menor representatividad dentro del pinar de los montes de Tenerife, como el *Pinus radiata* y el *Eucaliptus camaldulensis*, se ha establecido un transporte de una hora, como máximo, de la zona de recogida, a la planta.

La posibilidad de estimar la cantidad de los restos de corta producidos en una plantación forestal de forma similar a como se estima la cantidad de madera, puede ayudar a planificar la gestión y manejo de estos restos, este aspecto es importante puesto que podrían permitir una posible utilización energética o industrial de estos residuos definiendo la posibilidad de abastecimiento continuo de biomasa residual por turnos en los montes canarios seleccionados. En función de la disponibilidad de biomasa se selecciona la potencia eléctrica de la central, que según los cálculos realizados podría suministrar una potencia eléctrica neta de 1,77 MW.

Biomasa para su explotación como combustible en la central;

- Pinocha de pino canario.
- Restos de podas, clareos, cortas sanitarias (residuos forestales) procedentes de los pinares canarios, que incluyen también pies del género *Eucaliptus* y *Pinus radiata*.

- Residuos agrícolas, principalmente, sarmientos de vid de la zona, el porcentaje de este combustible será muy pequeño ya que no hay unas extensiones muy elevadas en comparación con los pinares, se pagará directamente a los agricultores este suministro.

La planta planteada podría suministrar una energía cuantificada en unos 13.636,70 MWh, suficientes para abastecer a 4.000 habitantes de la zona, que se cuantifican en 9.000, un poco menos de la mitad. También suministrará biomasa sobrante a particulares y hoteles y agua caliente. Este ejemplo se podría transferir a otras zonas de la Macaronesia.

## TURISMO SOSTENIBLE

Es evidente que los bosques Macaronésicos son una fuente de turismo importante y esto debe ser explotado de una manera sostenible en todas las islas.

**Tabla 1.** Turistas estimados en la región de la Macaronesia (Santamarta, 2013)

ISLAS	Nº TURISTAS ESTIMADOS
Azores	300.000
Madeira	245.000
Salvajes	500
Canarias	9.600.000
Cabo Verde	385.000
Total Macaronesia	10.530.500

En la Macaronesia, existen grandes ejemplos de turismo sostenible relacionados con los bosques, las islas que más destacan son Madeira, San Miguel y La Palma. Madeira es una isla volcánica y está considerada una de las mejores del mundo para caminar, hacer senderismo o ir de excursión. Con una belleza natural impresionante, Madeira ofrece una gran variedad de senderos por toda la isla.



**Imagen 5.** Sendero turístico forestal Monte do Brasil, en la isla de Terceira (Azores)

En el caso portugués, concretamente en la isla de Madeira, el turismo compatible con las masas forestales es el senderismo por las levadas. Las levadas son los senderos más reconocidos. Son de propiedad pública y cualquiera puede disfrutar de un paseo por ellas. Existen unos 2.500 kilómetros de levadas, y pueden recorrerse por senderos paralelos a las mismas y, a veces, sobre las mismas levadas. Algunas discurren por acantilados al borde del mar, y otras, por el interior de la isla, a través de espacios naturales protegidos.<sup>25</sup> Fontes es la levada más visitada de la isla. El único problema es la estrechez del camino, en medio de los brezales de la laurisilva y los numerosos visitantes [1]. Es de destacar que incluso hay un festival relacionado con el senderismo, el Festival de Senderismo de Madeira el cual se celebra en enero en las islas de Madeira y Porto Santo. Consiste en 5 días de caminatas por 20 de las rutas más populares. Hay programadas 4 al día, con ejercicios adecuados a todas las edades y niveles. Además, cuentan con guías, por lo que podrá conocer de primera mano la historia de la isla y explorar el bosque de laurisilva.

Este modelo, se repite en la isla de La Palma, con el sendero de Marcos y Cordero (Imagen 4), en el municipio de San Andrés y Sauces, el cual transcurre en una altitud de 1.300 m, hasta el centro de visitantes de la Reserva Mundial de la Biosfera. Este sendero es similar a las levadas ya que en su mayor trazado transcurre acompañando a un canal. En la parte final, los dos nacientes se juntan formando el manantial de agua natural más importante de la isla.

Hay que destacar que gracias a estas iniciativas, se crean puestos de trabajo y empresas especializadas en el sector del turismo sostenible, que repercuten directamente sus beneficios en su región y en su ámbito rural [7].

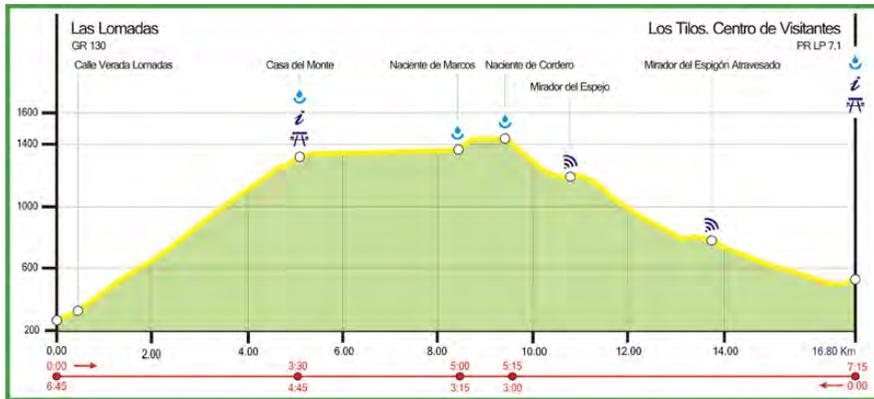


Imagen 6. Perfil del sendero de Marcos y Cordero ([www.senderosdelapalma.com](http://www.senderosdelapalma.com))

Finalmente, hay que hacer referencia al hidrogeoturismo, el cual está muy relacionado con el turismo medioambiental, este término, nace de las posibilidades que existen en un territorio singular con unos valores ambientales y patrimoniales importantes. Los recursos que se pueden poner en valor comprenden desde la observación un paisaje natural hasta la visita a una infraestructura u obra perteneciente al patrimonio hidráulico que se ha puesto en valor de en un territorio.

En el caso de los recursos naturales, se pueden incluir aquellas estructuras geológicas singulares e interesantes desde el punto de vista científico y turístico, en este sentido, existen a lo largo de Europa lugares que son susceptibles de incluir dentro del epígrafe geoturismo, como por ejemplo Islandia, Sicilia y por supuesto Canarias.

El esquema de actuación para crear una iniciativa turística de este tipo sería el siguiente;

- Identificación del elemento patrimonial, medio ambiental, paisaje o estructura geológica, esta puede ser única o formar parte de un conjunto.
- Análisis de la singularidad e importancia del elemento o conjunto identificado, posibilidades de puesta en valor.

- Documentación asociada al recurso, valores, historia, importancia en el conjunto.
- Sistema de retorno de la inversión y rendimiento económico, en función del recurso puesto en valor.
  - Pago de una entrada.
  - Participación en los beneficios de un conjunto.
  - Pago de servicios extras (Guía, alquiler de material...).
  - Tienda.
  - Servicio de restauración con productos locales (en su caso...).
  - Alojamiento (en su caso...).
  - Subvención institucional.
- Marketing en canales turísticos, incluyendo por supuesto las redes sociales.
  - Web 2.0.
- Feedback de las experiencias del cliente.
  - Convencional.
  - Aplicación informática.

Para el caso de las islas Canarias, todo el patrimonio natural e hidráulico, está interrelacionado entre sí. Así por ejemplo las conducciones y canales de las islas están asociadas a otros elementos como cantoneras, lavaderos, molinos, presas, tomaderos, casillas, estanques y galerías, por lo que con la protección de uno de estos elementos se incluye una muestra de casi toda la ingeniería hidráulica de las islas, la mayoría se encuentra en áreas forestales.

## ALGUNAS CONCLUSIONES

La ingeniería forestal tiene un papel destacado en la gestión de los recursos hídricos en las islas, dado que, el técnico forestal dispone de una gran responsabilidad en la gestión y planificación de los procesos envueltos en las cuencas hidrográficas de las islas que se pueden resumir en: (i) aprovechamientos hídricos superficiales y control de los riesgos naturales asociados, (ii) reducción de la escorrentía superficial y por lo tanto de las tasas de erosión, (iii) planificación y gestión de los espacios naturales para la mitigación de los efectos de las lluvias torrenciales, (iv) mejora de los procesos de infiltración y recarga de acuíferos mediante el incremento y tratamientos de la cobertura vegetal y, (v) la conservación de suelos mediante infraestructuras hidráulicas y la mitigación de sus efectos por actuaciones hidráulicas inmediatas post incendios [9].

Las masas forestales pueden tener un valor residual, pero importante, en la producción de energía mediante residuos forestales, combinados con residuos agrícolas. Un incremento en la demanda de madera como combustible puede proveer incentivos para la recolección de los residuos de apeo y la propia pinocha, lo cual a su vez facilitaría la preparación posterior del lugar para la reforestación. La venta de los residuos forestales puede proveer un ingreso adicional, permitiendo al industrial forestal realizar mayores inversiones en la gestión de sus montes y un aprovechamiento más racional de los mismos. Por lo tanto, el uso de residuos forestales para energía puede contribuir al objetivo final de intensificar y mejorar la ordenación del bosque.

El monte canario, y en general las masas forestales Macaronésicas, presentan una serie de externalidades difíciles de cuantificar en un presupuesto financiero, ¿cuál es el valor de tener y poder observar un paisaje único?, ¿cuál es el valor de poder hacer senderismo en los Parques Nacionales? Hay que tener en cuenta que nos encontramos con unos visitantes cuyo propósito es de disfrutar de unos parajes espectaculares, senderismo y ambiente agroforestal. Todo esto tiene que estar englobado en un marco de sostenibilidad e integrar las actividades turísticas que se puedan realizar en el monte con el criterio de conservación [5].

## REFERENCIAS

- [1] Cooperación y sinergias en materia de aprovechamiento Forestal Sostenible en la Región Macaronésica FORESMAC MAC/2/Co75. 2012
- [2] Quintal, Raimundo: Levadas y senderos de Madeira, Ediciones Francisco Ribeiro, 3ªed, Funchal, 2008

- [3] Regalado, C.M., Ritter, A., Comment on "Fog precipitation and rainfall interception in the natural forests of Madeira Island (Portugal)". *Agr. Forest Meteorol.* 150: 133-134.
- [4] Santamarta J.C. et al., "Hidrología y Recursos Hídricos en Islas y Terrenos Volcánicos", Colegio de Ingenieros de Montes, Madrid, 2013, pp. 556.
- [5] Santamarta J.C., Naranjo J. "Ingeniería Forestal y Ambiental en Medios Insulares", Colegio de Ingenieros de Montes, Madrid, 2013, pp. 654.
- [6] Santamarta J.C. "Analysis and Potential of Use of Biomass Energy in Canary Islands, Spain", *Procedia IERI, Elsevier*, 2014, pp. 136-141.
- [7] Santamarta J.C., Naranjo J., Arraiza M.P., "Challenges for Future of Natural Spaces of Canary Islands Spain", *Procedia IERI, Elsevier*, 2014, pp. 176-181.
- [8] Santamarta J.C., Poncela R., Fontes, J.C., "Surface Hydrology and Soil Conservation in Volcanic Islands; Strategies Against Climate Change", *Local and Regional Challenges of Climate Change Adaptation and Green Technologies*, University of West Hungary Press, Hungary, 2014, pp. 75-79.
- [9] Santamarta J.C., "Hidrología de las Islas Volcánicas; Singularidades y Contribución de la Ingeniería Forestal", *Revista Montes*, Madrid, 2014, nº116, pp. 26-31.
- [10] Santamarta J.C., Seijas J., "Fundamentos y tecnologías para la captación y uso del agua procedente de la lluvia horizontal en los Montes Canarios". *Revista Montes*, Madrid, 2009.
- [11] Santamarta J.C., Estudio técnico-económico para la instalación de una planta de biomasa para generación eléctrica en la isla de Tenerife. ETS Ingenieros de Minas y Energía, Universidad Politécnica de Madrid, 2013.



# ¡Arráyate un pino! Estudio para la implantación de una compensación de las externalidades de los bosques en Gran Canaria.

---

## PROFOR Canarias \*

*Asociación de Profesionales Forestales de España en Canarias.*

**PALABRAS CLAVE:** Política regional, Bosques y biodiversidad, Mecanismo fiscal, Compensación externalidades, Pago por servicios ambientales, Proceso participación, Experiencia piloto.

## RESUMEN

¿Podemos compensar lo que nos dan los montes? La respuesta es sí. Aunque no es un camino fácil, ni común. Tras entrevistas en profundidad a 9 expertos y una jornada intensa abierta a la participación de la calle, este estudio recoge fórmulas para lograrlo y advertencias para evitar posibles bloqueos a políticas de compensación forestal.

Los expertos seleccionados para la revisión de la propuesta cubren áreas temáticas que se entiende son básicas para desarrollar una política de gestión de bosques y biodiversidad, financiable y sostenible: participación ciudadana, economía, normativa y especialistas con experiencia en poner en marcha procesos similares. Todos ellos, más otros que se han sumado a colaborar durante la jornada o con aportaciones vía mail, han analizado una propuesta inicial elaborada por PROFOR Canarias: «El céntimo forestal», y han aportado su visión.

---

\* Coordinación y contacto: Yeray Martínez Montesdeoca (yeray@geneaconsultores.com), Káhina Santana Miranda (kahina@geneaconsultores.com).

El proceso ha generado una visión a 3 años:

Tener una propuesta de política regional sobre bosques y biodiversidad, que esté dotada de un mecanismo fiscal que lo haga viable y sostenible, y de un sistema de pago por servicios ambientales. Para construir esta estrategia, se requiere: participación para el consenso político y social; y haber desarrollado una experiencia piloto.

Los ejes prioritarios a abordar para su ejecución son:

1. Definir un concepto bandera capaz de comunicar el proyecto y conectar con el corazón de la gente
2. Poner en marcha un proceso de participación pública, que determinará el ámbito territorial que se puede abarcar.
3. Decidir qué servicio ambiental abordar.

## METODOLOGÍA

El estudio para la implantación de una compensación de las externalidades de los bosques de Gran Canaria, financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Rural (FEADER) en el ámbito del eje 4 LEADER y gestionado por la Asociación AIDER Gran Canaria, es la continuación de un trabajo previo realizado por la Asociación de Profesionales Forestales de España en Canarias (en adelante, PROFOR).

En 2012, PROFOR puso en marcha la elaboración de una propuesta que diese respuesta a la financiación de la gestión forestal en Canarias. Ya en los albores de la iniciativa se apostó por una metodología participativa, testando un borrador muy inicial entre comités de expertos (uno en Gran Canaria y otro en Tenerife)\*, un taller con estudiantes de geografía de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y numerosas campañas de recogida de firmas por los pueblos de Gran Canaria, y presentaciones públicas. De esta fase surgió una propuesta, que se resume en el siguiente apartado.

---

\* En estos comités participaron Javier Díaz Reixa, Juan Sánchez García (Universidad de La Laguna), José María Fernández Palacios (Universidad de La Laguna), Agustín Naranjo Cigala (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria).

La ayuda concedida por el Fondo Europeo de Desarrollo Rural (FEADER) en el ámbito del eje 4 LEADER y gestionado por la Asociación AIDER Gran Canaria ha supuesto un impulso para poder analizar más en profundidad la propuesta inicial y plantear su desarrollo práctico.

En este caso, analizando en concreto las posibilidades de la financiación de la gestión forestal en Gran Canaria.

Este estudio ha continuado primando una metodología basada en el potencial de la inteligencia colectiva.



**Imagen 1.** Taller participativo para aprovechar el potencial de la inteligencia colectiva.

La metodología desarrollada en esta etapa ha consistido en las siguientes fases:

1. Selección de expertos en 4 áreas temáticas identificadas como fundamentales para implantar un mecanismo de compensación de las externalidades de los bosques: economía, participación ciudadana, legislación y experiencia en montar procesos similares en España.

2. Entrevistas semi-abiertas a cada uno/a de los/las 9 expertos (2 expertos por tema y 3 con experiencia en la implantación de mecanismos compensatorios). El objetivo fue recoger el análisis de la propuesta desde varios prismas, priorizando el diálogo y la comprensión.
3. Elaboración de un borrador de síntesis. Mediante una plantilla DRAFPO, de debilidades, resistencias, amenazas, fortalezas, potencialidades, oportunidades y acciones para reforzarlas o revertirlas; se elaboró un documento donde confluyeron los análisis de todos los expertos y se resaltaron las ideas más señaladas y los puntos que presentan controversias y diferentes enfoques.
4. Devolución creativa durante la Jornada abierta "Arráyate un pino. Crear una reglas económicas más justas para nuestros bosques". Se convocó un taller para revisar colectivamente, con la mayoría de los expertos entrevistados y otros ciudadanos interesados, las conclusiones elaboradas en el apartado anterior.
5. El sol naciente. Durante la 2ª sesión de la jornada, se trabajó una visión a 3 años con el fin a perseguir, los objetivos y los pasos a dar una vez finalizado este estudio. Aprovechamos así el potencial de estar reunidos todos los expertos y otros asistentes para dejar el camino preparado para continuar con el proyecto y el paso a la acción.
6. Por último, al cierre de la segunda sesión de la jornada, en mesas temáticas, abordamos aquellos ejes prioritarios a trabajar, bien por la necesidad de resolver nudos críticos (por la dispersión de criterios), bien por su importancia estratégica para avanzar.

## UN ESTUDIO PARTICIPATIVO PARA SUPERAR LA PROPUESTA DEL CÉNTIMO FORESTAL DE PROFOR CANARIAS.

Con la ayuda del Fondo Europeo de Desarrollo Rural (FEADER) en el ámbito del eje 4 LEADER y gestionado por la Asociación AIDER Gran Canaria, PROFOR ha podido desarrollar un estudio de la propuesta para Gran Canaria.

El objeto ha sido analizar las posibilidades y limitaciones reales para la implantación de una compensación de las externalidades de los bosques de Gran Canaria. Ha sido una investigación participativa, donde tanto los expertos contratados, como ciudadanos

interesados en la propuesta han aportado su conocimiento a la consolidación y maduración de la propuesta.

Los diferentes expertos con experiencia en procesos de poner en marcha mecanismos que compensen los servicios que nos dan los montes, o en general de temáticas que son necesarias para su implantación; como participación ciudadana, economía o normativa fiscal analizaron el documento con la propuesta inicial trabajado por los miembros de PROFOR Canarias y aportaron su opinión acerca de las posibilidades y limitaciones reales para poner en marcha un mecanismo de financiación forestal.

El siguiente paso se basó en la apertura de un proceso de análisis colectivo. Partiendo de entrevistas individuales sobre la visión experta de cada uno/a, se elaboró un primer informe que sirvió de material de trabajo en la Jornada de puertas abiertas "Arráyate un pino" donde nos reunimos con la mayoría de los expertos participantes y otros asistentes que se acercaron a conocer la propuesta y colaborar con ella.



**Imagen 2.** Aportación de ideas individuales al colectivo.

## DIAGNÓSTICO: CUESTIONES IMPORTANTES PARA MATERIALIZAR UN MODELO QUE CREE Y MEJORE LOS BOSQUES EN CANARIAS

Las principales posibilidades y limitaciones para implantar un mecanismo de compensación de las externalidades de los bosques son:

- La propuesta presentada por PROFOR Canarias está bien valorada, centrada en valores y con aspiración a la mejora ambiental, social y económica.
- El Céntimo Forestal no es un fin en sí mismo, el fin es mucho más amplio y estratégico.
- No acaba de estar claro que el servicio ecosistémico de captación de CO<sub>2</sub> sea sobre el que deba pivotar la propuesta. Podría haber más mecanismos de compensación.
- Habría que decidir el nivel de participación que se quiere y con ello el territorio en el que se desarrollaría la propuesta. Además es preciso revisar el insuficiente contacto con el mundo rural que a día de hoy posee la propuesta.
- La disyuntiva económica, la cuantificación, el precio y la dificultad cultural de asociar naturaleza y economía son un reto que habrá que abordar en el proceso de implantación.
- En Canarias tenemos un marco jurídico que nos favorece para el desarrollo del mecanismo, con algunas advertencias y la necesidad de un análisis más pormenorizado.
- Uno de los principales escollos para la implantación son las resistencias políticas: el miedo al desgaste social de los nuevos impuestos y la falta de apoyo a nuevos modelos de transición.
- Otros grupos que pueden presentar resistencias son: los técnicos de las administraciones de Medio Ambiente y Hacienda, y otras administraciones con peso que pueden sentir competencia presupuestaria (Educación, Sanidad, Infraestructuras).
- También supone un reto la dificultad de romper la caja única de la administración.

- A favor, la propuesta constituye un ejemplo de buenas prácticas tributarias. Contra la corrupción y las apropiaciones indebidas y por la estabilidad presupuestaria.
- Existe un potencial interés para otros sectores con los que podemos aliarnos: turismo, agricultura, políticos y técnicos proactivos. Así como la oportunidad de aliarnos con nuevas demandas sociales: medidas anticorrupción, turismo sostenible, otros modelos agrícolas.
- Parte del proceso de definición del mecanismo pasa por identificar los servicios ambientales o riesgos actuales con los que la población es especialmente sensible y para los que proponemos líneas de actuación. Será en función de estos que la sociedad estará dispuesta a invertir.

## UNA NUEVA VISIÓN A TRES AÑOS, PORQUE ESTO NO HA HECHO MÁS QUE EMPEZAR

Apostar por una investigación participativa implica inevitablemente aceptar que el propio proceso desborde los planteamientos iniciales. Esa es su mayor riqueza, y también su principal reto. Al abrir la propuesta y establecer metodologías donde las personas que participan pueden reformular las bases de la misma, aceptamos la posibilidad de que el estudio abra nuevos procesos, en lugar de cerrar un cuestionario ya preestablecido y limitado.

Partimos de un estudio para la implantación de una compensación de las externalidades de los bosques en Gran Canaria, pero tras varios análisis y discusiones, la finalidad del estudio trascendió el mero mecanismo de compensación, y también ha puesto en duda la escala territorial óptima para su desarrollo.

Por lo que, aunque no estaba previsto, el proceso nos llevó a crear una misión a 3 años, abarcando un objetivo más amplio y ambicioso, pero sobre todo más realista para poder abarcar una compensación socialmente participativa, justa, finalista, eficiente, eficaz, transparente y multidisciplinar. Estos son los principios a los que PROFOR no está dispuesta a renunciar, y que han sido remarcados como una de las grandes fortalezas de la propuesta, la base conceptual no varía, pero el foco de la propuesta sufre cierta apertura.

## Ejes prioritarios a trabajar

La investigación participativa recomienda, como hemos visto, trascender el objetivo inicial de implantar un mecanismo financiero, y apuntar hacia una política sobre bosques y biodiversidad. En la segunda sesión de la Jornada "Arráyate un pino" se crearon 3 mesas temáticas donde profundizar en 3 de los ejes que consideramos prioritarios abordar o esclarecer.

### A) Un concepto bandera

Una de las cuestiones que centró gran parte del estudio fue redefinir la propuesta y crear un concepto bandera que comunique con gancho la esencia del mismo de forma sencilla, por lo que se destinó una mesa a trabajar en este tema. Se entiende que es un paso importante para la difusión del proyecto y desarrollar su potencial para crear alianzas.

#### Primera aproximación: El monte como concepto relevante

Se insiste en la necesidad de buscar las vinculaciones del monte con la sociedad. Se tiene claro que en general el monte (no utilizar el concepto bosque, que en Canarias no está asentado) genera emociones positivas en los ciudadanos. En este sentido una primera línea para enfocar el concepto bandera, es atacar de forma sencilla, directa y clara esta aceptación del monte como elemento atractivo, teniendo en cuenta los siguientes mensajes:

- El monte es un espacio frágil que necesita ser cuidado y protegido por variados y determinados agentes (antrópicos fundamentalmente).
- El monte es un espacio generador de vida pero en las condiciones actuales no se cuida solo.
- Existe una necesidad de recuperar la superficie de monte primigenia que se ha perdido. El monte nos necesita en esta recuperación y preservación

## Evolución del concepto: Nosotros necesitamos al monte

Frente a la primera aproximación basada en la necesidad de protección que tiene el monte, se le da la vuelta al concepto: en verdad es el monte el que nos protege. Este enfoque se basa en que el ser humano funciona como centro de todo lo existente y el resto se ubica a su alrededor. En verdad somos nosotros los que necesitamos al monte, el que nos ofrece servicios de diferente índole, el que nos beneficiamos de su existencia.

Por tanto un primer mensaje puede ir dirigido hacia la importancia de invertir en los montes para generar economía y salud puesto que los montes son el mayor capital en las Islas Canarias. Invertir en montes es invertir en nuestro propio beneficio, invertir en montes genera mayores recursos y servicios que invertir en carreteras.

## Concepto bandera poliédrico

Ya que el monte ofrece diferentes servicios y usos, hay que hacerlo atractivo en función de a quién te diriges. Empieza a surgir la idea de un concepto bandera que muestra diferentes caras en función de a quién nos dirijamos (políticos, beneficiarios, usuarios, sociedad urbana, sociedad rural...). Este es el concepto bandera poliédrico y debe cumplir dos objetivos:

- Debe llegar a todo el mundo.
- No debe ofender a nadie (la sociedad rural puede verlo como amenaza, los políticos y/o técnicos se pueden defender ante un mensaje punitivo o reivindicativo).

## Algún ejemplo concreto

Una primera idea ligada a la economía, es asociar monte con turismo de calidad. Se trata de perseguir el objetivo de convertir a Canarias en la Costa Rica de Europa. Bajo el emblema de CANARIAS NATURAL podría englobarse ese concepto poliédrico representado en el sistema esquema:

- El TURISTA aporta una tasa (al llegar a aeropuertos) a CANARIAS NATURAL por acceder a un lugar de turismo de calidad que desea contribuir a conservar.
- El HOTEL aporta una tasa a CANARIAS NATURAL para mantener y preservar el recurso en el que se desarrolla su negocio.

- La gente del CAMPO (sociedad rural) recibe beneficios directos económicos de CANARIAS NATURAL.
- La sociedad civil reciben los servicios de fijación de CO<sub>2</sub>, lugar de esparcimiento, de paisaje de unos montes bien gestionados con financiación de CANARIAS NATURAL.
- Los políticos colaboran en la implantación de CANARIAS NATURAL y aportan una propuesta de buena acogida en la sociedad, se llevan reconocimiento.



**Imagen 3.** Aportación de ideas individuales al colectivo.

## B) Tener una estrategia de participación ciudadana

Se apuntó la posibilidad de que el concepto bandera fuese creado a lo largo del proceso, extrayendo la idea fuerza que mueve a la gente, con la gente.

Otros apostaban por anteponer la construcción del concepto bandera al proceso de participación.

En cualquier caso, uno de los primeros pasos será hacer un mapeo social: ¿quiénes están de alguna manera relacionados con la misión que propone PROFOR?

Identificar actores sociales, su grado de afinidad/oposición a esa misión, su grado de poder para llevarla a la práctica (o frenarla), y las relaciones existentes entre sí. Escucharles a todos y establecer distintas estrategias para ir ampliando el grupo de aliados\*.

A continuación se muestra un ejemplo de sociograma, la técnica que fue acordada como primer paso de una estrategia de participación:

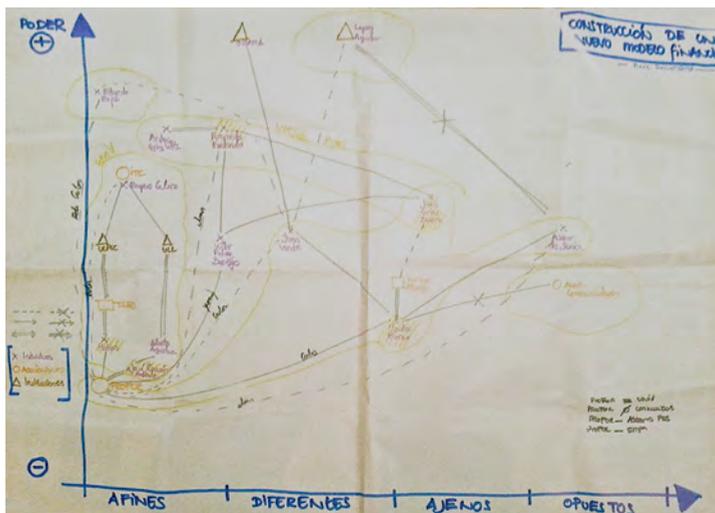


Imagen 4. Ejemplo de sociograma.

\* Como posibles aliados, en la mesa de trabajo se fueron anotando algunos: PROFOR, medios de comunicación, poderes económicos, poderes políticos, ambientalistas, montañismo, turismo alternativo, petroleras, eléctricas, Ayuntamientos y empresas de la naturaleza, asociaciones de agricultores, gestores de los espacios naturales protegidos, personas de la tercera edad para crear redes intergeneracionales, mecenas para posible financiación por medio de crowdfunding.

### Estrategia para ir ampliando el círculo:

1. Grupo motor
2. Escuchar a todos los conjuntos de acción existentes
3. Devolver esa información para profundizar en la problemática. Análisis de por qué estamos como estamos.
4. Qué hacemos, quienes, como, con qué.

## IDENTIFICAR QUÉ SERVICIO AMBIENTAL ABORDAR Y CÓMO CONECTAR LA COMPENSACIÓN

### Usar metodologías que ya existen: no inventar la rueda.

Varios expertos plantearon que este tipo de políticas que abogan por compensar económicamente los servicios ambientales, ya llevan experimentándose durante años e incluso existen manuales para su desarrollo.

Las políticas a desarrollar dependen de muchos factores que conviene estudiar previamente, como por ejemplo si va a ser un mecanismo público o privado.

Se habló de los fondos de la Fundación Biodiversidad, de elegir una isla pequeña y ensayar estas metodologías existentes para sacar unas conclusiones preliminares y aprender a desarrollar este tipo de metodologías para el desarrollo de políticas.

### ¿Por qué servicios apostar, utilitaristas o hedonistas? ¿Cuáles tendrán más receptividad política?

Hubo debate entre seleccionar servicios ambientales "utilitaristas" frente a otros más "hedonistas":

- Servicios utilitaristas: servicios que son directamente medibles por el riesgo de su desaparición: daños por avenidas, daños por el cambio climático, afección a sectores productivos, cañaverales de barranco que por lluvias fuertes acaban en playas (afectando al turismo). Unos expertos consideran que los políticos solo

se decantarán por este tipo de servicios, frente a los hedonistas que rechazarán de plano.

Se apuntó como servicios utilitaristas prioritarios en Canarias el agua y la protección del suelo. También se comentaron los incendios como riesgo, aunque no quedó claro su vínculo con si los incendios producen o no más economía (por el empleo que se suele generar tras los daños). Respecto al agua, se comentó que ya está acaparado por el Consejo Insular de Aguas. Para la definición de los servicios utilitaristas una buena herramienta son los mapas de riesgos.

- Servicios hedonistas: CO<sub>2</sub>, paisaje, emocionales, identitarios, espirituales. Frente al rechazo de su viabilidad por parte de algunos expertos, otros adujeron que éstos podrían ser respaldados por los políticos si conseguimos que tengan un apoyo social explícito para los mismos en los medios de comunicación. En ese sentido se destaca la importancia de elegir bien el concepto bandera, esas palabras que usa la gente para referirse a los montes conectándose a ellos desde la emoción. Se comenta que 5 entrevistas con personas de diferentes ámbitos (rural, urbano, de diferentes sectores) nos permiten fácilmente identificar esas palabras con las que las personas se identifican con el monte.

En cualquier caso, en este debate sobre qué tipo de servicio ambiental puede ser vendible para los políticos, se comenta que hay que ponerse en su piel y buscar algo que puedan rentabilizar en 4 años. Se afirma que si bien una política puede tardar en desarrollarse mucho más que 4 años, un “concepto” si que puede ser vendible.

También se habla de que podemos no hablar de “servicios” sino de “infraestructuras”. Los bosques son “infraestructuras”, entonces deben ser mantenidas igual que se mantienen las carreteras. En ese sentido podemos aprovechar alguna isla que aún no haya declarado el céntimo para infraestructuras y proponerlo como céntimo para las infraestructuras forestales (para evitar el gravar algo que ya se ha gravado). Otra opción respecto al céntimo ya implantado en algunas islas para carreteras, es apelar a su dudosa legalidad, pues no está destinado ni a medio ambiente ni sanidad; frente a la opción del céntimo forestal, mucho más justificada.

Se comentó la importancia de alinear nuestra propuesta, en cualquier caso, con las políticas europeas, para garantizarnos el respaldo a ese nivel y no proponer algo que acabe quedando obsoleto.

### La población rural: implicada y beneficiaria

Otra línea de ideas importante fue la necesidad de que el mecanismo beneficie directamente a la población rural y por tanto que han de ser partícipes en su definición y ejecución. También porque la gente del medio rural entiende de la complejidad e interpretación de los mecanismos implicados.

Los ayuntamientos se ven como parte importante implicada en este proceso de transferencia de los beneficios. No obstante se añaden los matices de que esta participación a escala local no debe perder una perspectiva global y que, por otro lado, no debe ser un beneficio "a cambio de nada", tiene que existir una relación por la cual el que recibe se compromete a cuidar.

En relación a la participación local y de los ayuntamientos, la **Reserva de la Biosfera** de Gran Canaria se ve como una oportunidad para conectar el proyecto con la propuesta de economía real (ver más adelante) y con la conexión rural.



*Imagen 5. Aportación de ideas individuales al colectivo.*

### Aprovechar una oportunidad real de economía como herramienta de comunicación.

Fuera del debate concreto de la mesa, además, se planteó la existencia a día de hoy, ya, de una oportunidad real de generar economía que no se está aprovechando. Uno de los expertos (Antonio González Vieitez) afirma que existe una demanda de

productos forestales por parte del sector agrícola que no está siendo satisfecha y que podría articularse poniendo en contacto demanda y oferta.

Una fórmula sería vincular los planes de empleo de los ayuntamientos a la generación de la oferta (residuos forestales para abono orgánico de plantaciones agrícolas) y de ahí generar una o varias empresas que finalmente comercializaran la producción.

Este modelo podría servir de ejemplo para justificar la política de pago por servicios ambientales que proponemos: el abrir la mente de la gente a que el monte produce economía. La propuesta concreta por parte del experto es que PROFOR se implique en el proceso de materialización de esta oportunidad y a partir de la misma ilustrar a la sociedad el valor de las externalidades de los bosques como fuente de empleo, infraestructuras, cultura local, senderos. Sería una herramienta para hacer pedagogía social: el monte produce, directa o indirectamente.

## CONCLUSIONES

Del estudio, pues, se concluye una nueva misión a 3 años:

Tener una propuesta de política regional sobre bosques y biodiversidad, que esté dotada de un mecanismo fiscal que lo haga viable y sostenible, y de un sistema de pago por servicios ambientales. Para construir esta estrategia, se requiere: participación para el consenso político y social; y haber desarrollado una experiencia piloto.

Para lograrlo, tenemos varios objetivos a cubrir:

- Romper la caja única creando un fondo de compensación.
- Diseñar un mecanismo presupuestario compensatorio (en lugar de “financiero” o “fiscal”) con rendimiento de cuentas y plena transparencia.
- Establecer un sistema de pago por servicios ambientales (PSA).
- Desarrollar un concepto bandera potente que aglutine el interés de la sociedad.
- Tener un enfoque win-win, en un marco de alianzas; es decir, donde las soluciones propuestas buscan que todas las partes ganen.

- Desarrollar una política multisectorial estratégica, centrada en lo “común”, superando la dicotomía “público” o “privado”.
- Mantener el compromiso por replicar modelo en otras regiones.

#### REFERENCIAS

[1] Profor Canarias, Proyecto “Arráyate un pino” <http://www.profor.org/canarias/arrayateunpino/>

# Valuation of the services provided by the Forest Recreational Reserve of Valverde, Santa Maria, Azores

---

F. Páscoa<sup>1\*</sup>, M. Leitão<sup>2</sup>, J. Pacheco<sup>2</sup>, F. Sardinha<sup>3</sup>, D. Batista<sup>3</sup>, M. Reis<sup>3</sup> and S. Figueiredo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CERNAS, IIA, Instituto Politécnico de Coimbra

<sup>2</sup> Direcção Regional de Recursos Florestais, Azores.

<sup>3</sup> Serviço Florestal de Santa Maria, Azores.

**KEY WORDS:** services without market value, contingent valuation methods, discrete choice, willingness to pay, budget ceiling, present value.

## ABSTRACT

The valuation of the recreation services without market value provided by forest spaces managed for this purpose is a good reference for future conservation policies, at least as a “budget ceiling” for annual costs supporting conservation policies. Benefit and cost analysis can be based on these values against conservation cost policies. In the case of the Forest Recreation Reserve (FFR) of Valverde (Santa Maria, Azores) a Contingent Valuation Method (CVM) in a Discrete-Choice (DC) format survey was developed and undertaken to estimate the mean Willingness To pay (WTP) among the visitors. CVM surveys whose results are to be aggregated for policy evaluation purposes need two important complementary definitions: (1) the definition of the population and (2) the definition of the sample of that population. The survey population, which should include by definition all the individuals affected by the policy-induced “conservation of forest spaces for recreational purposes”, was defined

\*Contact: fpascoag@gmail.com

as the set of all visitors over the last 12 months. As the chosen bid form is an individual access ticket, the relevant population are individuals and not households.

From 150 usable questionnaires, 115 respondents gave “no” answers to the proposed bids, and invoked a “protest” reason for these answers, which corresponds to about 77% of the usable sample. Those answers were considered “protest-no”, and were not considered when estimating mean WTP. Considering the available data, the estimated population for the purpose of this study will be just over 6.000 visitors per year.

Taking the obtained aggregate values as a public “annual income”, in other words, as an annual series of constant payments, and considering an annual real rate of return of 1,5% normally accepted for institutional investments, we can estimate both the “budget ceiling” for the annual conservation of the area and the present value of the Valverde FRR.

## INTRODUCTION

The construction, conservation and management of spaces in a forest environment with recreational purposes is, in many aspects, one of the most characteristic creation of the 20th century landscaping in the Azores (Albergaria, 2012). Created in the last half of the past century, 27 Forest Recreational Reserves (FRR) are nowadays spread in 8 of the 9 islands of the archipelago, serving a huge amount of activities and hosting a significant number of visitors. Since 2010 that periodic surveys are maintained to evaluate the satisfaction of the visitors in these FRR, based in two main parameters: (1) *services displayed* and (2) *infrastructures*.

From the survey of 2012 (DRRF/DCPP, 2012), it can be derived a high level of satisfaction of the visitors towards the FRR's of Azores, with a global “satisfaction/ high satisfaction” of 84.8%, as it can be observed in Table 1.

Beyond the initial investment, the maintenance and the management of these FRR spaces (with areas from 1.4 up to 80.0 ha) represent an important annual budget. The optimization of the use of this budget can be approached if the criteria of allocation are supported by the value that visitors (population) accord to the use of these different spaces – their willingness to pay for the recreation services.

**Table 1.** Results of the survey on the FRR services 2012

Item considered for evaluation	Satisfaction/high satisfaction	
	Mean FRR's	Valverde FRR
Open schedule	87,0%	94,0%
Kindness of the staff	94,0%	100,0%
Cleaning and general maintenance	62,0%	100,0%
Cleaning and maintenance of the WC	92,0%	87,0%
Cleaning and maintenance of other infrastructures	56,0%	100,0%
Cleaning and maintenance of green spaces	96,0%	100,0%
Security	94,0%	100,0%
Walking pathways	80,0%	84,0%
Area for physical exercise	70,0%	97,0%
Kids park	88,0%	100,0%
Area for picnics	95,0%	100,0%
Barbecues	88,0%	100,0%
Sightseeing places	73,0%	92,0%
Animal hences	81,0%	97,0%
Quality of supporting services	90,0%	90,0%
Parking area	92,0%	100,0%
Visual information	86,0%	87,0%
Centres for forest interpretantion and	69,0%	80,0%
Inoformation panels	89,0%	97,0%
Classification of the visit	99,0%	100,0%
Repeat intention	99,0%	100,0%
<b>Global classification</b>	<b>84,8%</b>	<b>95,5%</b>

So, the estimation of the value of the services displayed by the different FRR in Azores is a challenge that must be faced, to serve as a guide in the future allocation of the budget available for this purpose.

An initial study about the valuation of the recreational use of the FRR of Pinhal da Paz, in S. Miguel island (Lopes *et al.*, 2012), has been noticed in 2012, and the need for additional information on the value of other FRR has been identified in the discussion of this paper in the VI Jornadas Florestais Insulares.

Based on a questionnaire developed by the end of 2012, and a survey realized in the summer of 2013, a new approach has been done aiming at the valuation of recreation services delivered by the Valverde FRR, in the island of Santa Maria.

The Valverde FRR, with an area of 4,0ha and altitudes between 60 and 130 metres, *“could almost be described as the town park of Vila do Porto, given its close proximity to the town and its more structured characteristics”* (Albergaria, 2012). The origin of this forest space date back to 1955, it became a forest park at the beginning on the 60’s and joined the classified FRR later in 1989, through the Regional Legislative Decree nº 16/89/A of the 30th August. The visitors can explore an excellent network of pathways leading to a picnic area and two children playgrounds, a fitness circuit adapted to senior and people with reduced mobility, a deer enclosure, display of birds and a “belvedere” situated at the edge of the FRR with wide views over the valley of S. Francisco river having the sea in the distance.

Taking into account the results of the survey of 2012 summarized in table 1, and considering the same items for the general survey, the Valverde FRR collects a better qualification from its visitors, with a global classification of 95.5% of satisfaction/high satisfaction and deserving eleven 100% classifications in the whole of twenty considered items.

## METHODOLOGY

### A) The questionnaire, the survey

The questionnaire used in the Valverde FRR survey was a simplified form of the methodology developed by Santos (1997, 1998) in the Pennine Dales and Peneda-Gerês, and Páscoa and Pinto (2005) in the Serra do Açor. The survey was organized into 2 distinct sections, which are described and discussed below.

- (a) Attitudes towards the Valverde FRR, where questions were prepared to get the respondent willingness to pay (WTP) for the maintenance and management of the FRR. The WTP amounts were defined previously to the survey as a set of 5 different bid amounts, ranging from €2.0 to €10.0. Each survey did only consider one single bid level, and each new respondent would consider the next bid level. Starting from the lower bid level (2,0€), when the higher bid level (10,0€) was reached, the bid level would start again from the lower one. The questions were formulated as “Suppose that the continuation of the maintenance and management of this FRR would imply the payment of (the amount bid) per visit, as an individual entrance ticket. Would you be willing to pay that entrance ticket to maintain the infrastructures and the management of the area?”;

- (b) Socio-economic information, aimed at gathering information related to the education, professional and economic situation of the respondents;

The Discrete-Choice (DC) format was adopted for the valuation questions, based on Santos (1997) and Páscoa & Pinto (2005) works. In each valuation question, respondents were asked whether they would be prepared to pay a daily given ticket cost (the offered bid amount) for the maintenance and management of the area. Bid amounts differed across respondents, so that mean WTP could be estimated from the yes/no answers.

## B) The questionnaire administration

The survey has been used on-site in-person interviews. This option, although costly, is generally adopted to carry out questionnaires in this field of CVM studies, and its advantages are recognized by different authors in comparison with self-administered questionnaires (Mitchell and Carson, 1989; Santos, 1997 and 1998; Páscoa and Pinto, 2005).

Usually, a pilot survey should be carried before the main survey, to assess if the questions were understandable and plausible for respondents, and if bid sets were acceptable. The decision to start directly with this questionnaire in the survey on the Valverde FRR was based on the simplicity of the questions, and on the results previously obtained in the initial study for the Pinhal da Paz FRR (Lopes, F. *et al.*, 2012). Fortunately, the progressive evaluation of these aspects revealed an increase in the proportion of “no” answers with the bid rising, and the highest bid amounts deserved only one “yes”. These results confirmed that bid sets were performing acceptably.

## C) Population, sampling frame and non-response.

CVM surveys whose results are to be aggregated for policy evaluation purposes need two important complementary definitions: the definition of the population, and the definition of the sample of that population. Survey population should include, by definition, all the individuals affected by the policy-induced landscape change (residents, visitors, non-users).

Very often, non-users WTP for landscape conservation represent a significant share of the aggregated benefits of policy schemes (Willis *et al.*, 1993). However, in our case, non-users were not interviewed, conceding that only visitors or residents hold

the required familiarity with the FRR in study to allow the intended valuation tasks. Residents were also not surveyed but in this case due to the understanding that visitors and residents share the aggregated benefit of policy schemes, given that the Valverde FRR is considered a kind of urban park of Vila do Porto, the origin town of a significant part of the visitors (Willis and Garrod, 1991; Willis *et al.*, 1993).

Having sampled only visitors, the CVM results can only be aggregated to the visitor population, and thus aggregated benefit estimates presented are to be interpreted as a lower-bound estimates. The survey population was defined as the set of all visitors of the Valverde FRR, over the 12 months of the year of the survey. In our case, individual visitors rather than households are the relevant population for the survey, due to the fact that the chosen payment form is an individual ticket.

The survey has been assessed during two months, between the 24th July and the 17th September 2013, in week days and with no more than two sets of bids each day. Interviewees were selected on a "next person to walk past" basis, with only one person being interviewed each time. At the end of the period of about two months, 150 interviews had been conducted. No one refused to participate. However, from those 150 interviews, it has been not possible to obtain 112 answers to the question about "the monthly income of the household".

From the 150 usable questionnaires for valuation purposes, 115 respondents gave "no" answers to all valuation questions and invoked a "protest" reason for these answers, which correspond to almost 77% of the sample. Those answers were considered "protest-no" and were not considered when estimating mean WTP. The main reasons to justify the "no" response were: (1) I couldn't pay that price (26.96%); (2) This is a responsibility of the government (26.09%) and (3) I already pay too much taxes.

A "false yes" response, where no thought has been given to answering, is an important source of bias well known and discussed in DC-CVM analysis (Willis and Garrod, 1991; Santos 1997 and 1998; Ressurreição *et al.* 2007). A 'false yes' is a trend usually shared by many respondents, which give unconsidered "yes" answers even when a "no" would better correspond to the respondents' opinion, attitude or income situation. Many respondents may view as unethical or anti-public-spirited to reject the conservation option, regardless of cost implications for their households. To offset at least a part of the false yes bias, the questionnaire included a "checklist of reasons" for 'yes' answers that could allow their identification. The subsequent analysis of the pairs "yes" and "checklist of reasons", and the lack of information about the "monthly income of the households" didn't reveal any clear "false yes" answers, reason why all the 35 "yes" answers has been considered.

The main reasons to justify the “yes” response were: (1) Infrastructures must be maintained to be used by the population (42.86%); (2) The satisfaction collected is a good retribution for the price paid (28.57%) and (3) This FRR have nice landscapes and deserves the maintenance.

Taking into account the answers about the level of education of the visitors (Table 2), the higher presence is verified for the visitors that: (1) completed a high school or a professional degree (56.67%); (2) abandoned their studies before the 15 years (25.33%) and (3) frequented and or finished their university studies (18.0%).

**Table 2.** Visitors by level of education and willingness to pay or not to pay

Education level	Sample		Willing to pay		Not willing to pay	
	N	%	N	%	N	%
Abandoned the school before 15 years age	38	25,33%	3	8,57%	35	30,43%
High School degree	60	40,00%	12	34,29%	48	41,74%
Professional degree	25	16,67%	7	20,00%	18	15,65%
Frequente of university courses	6	4,00%	2	5,71%	4	3,48%
University degree	19	12,67%	11	31,43%	8	6,96%
Frequente of a MSc Course	1	0,67%		0,00%	1	0,87%
Holding a MSC degree	1	0,67%		0,00%	1	0,87%
Holding higher degrees than MSC	0	0,00%		0,00%		0,00%
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>100,00%</b>	<b>35</b>	<b>100,00%</b>	<b>115</b>	<b>100,00%</b>

Considering the answers to the level of the monthly income of the households of the visitors responding the questionnaire (38 positive answers), the obtained stratification is stated in Table 3.

Table 3. Levels of monthly income of the households of the visitors

Level of monthly net household income (€)	N	%
< 500	7	18,42%
] 500-600]	6	15,79%
] 600-750]	7	18,42%
] 750-1000]	9	23,68%
] 1,000-1,500]	9	23,68%
] 1500-2000]		
] 2000-2500]		
] 2500-3000]		
> 3000		
Level of answers	38	25,33%
Lever of no answers	112	74,67%
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>100,00%</b>

The number of visitors to Valverde FRR has no previous accurate studies, and hence the estimation is just based in elements provided by the staff of the FRR, as an average of 25 visitors per day in week-days and 50 visitors per day in week-end and feast days. Considering that the months with more demand are the months of spring and summer, the total amount of visitors during these six months is estimated on 6.000.

#### D) Estimating mean and median WTP

When the objective is just to estimate the *mean* and *median* values of the WTP, a non-parametric estimation procedure can be used. Non-parametric techniques provide a purely empirical approach to estimating the *survivor function* of WTP responses. This *survivor function* is, in this case, a decreasing untidy-looking step function, rather than the continuous curve defined by parametric specifications. This fact does not prevent the use of the non-parametric survivor function to estimate mean and median WTP values, which do not depend on an *ad hoc* parametric assumption (Bateman *et al.*, 2002).

The mean and median estimates obtained by these processes can be taken as lower bounds for these statistics, which really means that they give the minimum values for mean and the median that are consistent with the sample data (Bateman *et al.*, 2002), and at the same time consistent with the decision of considering only visitors in the questionnaire.

Non-parametric estimators can also be worked through maximum likelihood procedures. Indeed, the value of the maximized log-likelihood function derived from non-parametric estimation is the lowest value that can be derived for the log-likelihood function of the available data. This lower bound value for the log-likelihood can guide analysts in their choice of a parametric specification that might be used to obtain best estimates for the mean and median WTP of the sample (Bateman *et al.*, 2002).

The form of the non-parametric estimator depends on the type of data that has been collected in the CV survey. In our case, and as previously stated, the discrete-choice (DC) format was adopted for the valuation questions (single bounded WTP questions). In designing DC-CVM surveys, the analyst decides upon a series of positive bid levels (denoted  $B_j$ ), each bid level presented to a number of visitors who report whether they are willing to pay this amount or not. It is assumed also in the process that there exists a bid level at a value of zero, which is denoted by  $B_0$ . It is supposed that if a zero bid level were presented to a sample of respondents they would all be willing to pay this amount.

The whole result is a set of binary data, representing the willingness to pay (yes = 1) or not (no = 0) a certain bid for a certain conservation scheme. With binary data analysts have far less information on the shape of the survivor function than that provided by continuous data. Point estimates of the survivor function can only be calculated at each of the  $J$  bid levels, assuming  $J$  in our case values of €0.0, €2.0, €4.0, €6.0 and €10.0. The procedure described by Bateman *et al.* (2002) to calculate these point estimates is very simple, and is shortly described below. Some notations are however previously required:

- If the number of visitors in the sample is  $N$ , the sub-sample facing bid level  $B_j$  can be denoted  $N_j$ ;
- The number of visitors replying yes to pay amount  $B_j$  are those that have an equal or higher WTP this amount. This number of visitors can be denoted here as  $n_j$ .

An empirical estimate of the survivor function at each of the  $B_j$  bid values can now be calculated as:

$$\hat{S}(B_j) = n_j/N_j \text{ assuming } j \text{ from } 0 \text{ to } J$$

Assuming that everyone is willing to pay a non-negative amount for the non-market service, we can set

$$\hat{S}(B_0) = 1$$

The procedure can be illustrated with the data captured in the survey for the considered bids. A point estimate of the survivor function can be derived at each of the bid levels by dividing the number of 'yes' answers by the total number of answers in the sub-sample for that bid level. These estimates are presented in the last column of Table 4.

**Table 4.** Discrete Choice data from CVM survey

Bid Levels ( $B_j$ )	Results WTP $\hat{S}(B_j)$
0.00 €	100.00%
2.00 €	66.67%
4.00 €	16.67%
6.00 €	26.67%
8.00 €	3.33%
10.00 €	3.33%

Plotting estimates for  $\hat{S}(B_j)$  in a graphic ( $\hat{S}(B_j) = f(B_j)$ ), a *survivor function* should be the derived result. If the function is always decreasing in each step corresponding to the increasing bids, the *survivor function* is valid. When the information provided by the sample is not always decreasing, it does not generate a valid *survivor function* (Bateman *et al.*, 2002).

To correct this potential problem in DC data, analysts employ a technique known as the *pooled adjacent violators algorithm (PAVA)* (Bateman *et al.* 2002). In other words, the technique involves pooling data for two adjacent bid levels if the estimate of the survivor function for the higher bid level is greater than that for the lower bid level.

A new estimate for the survivor function over the range of the two bid levels is then calculated by dividing the sum of those responding "yes" to the adjacent bid levels by the sum of the two sub-samples of respondents. In a more formal way, the procedure involves the following steps (Bateman *et al.*, 2002):

1. For each bid level, that is for  $j = 0$  to  $J$ , calculate  $\hat{S}(B_j) = n_j/N_j$ ;
2. Beginning with the first bid level ( $j = 1$ ), compare  $\hat{S}(B_j)$  with  $\hat{S}(B_{j+1})$ ;
3. If  $\hat{S}(B_{j+1})$  is less than or equal to  $\hat{S}(B_j)$ , then continue;
4. If  $\hat{S}(B_{j+1})$  is greater than  $\hat{S}(B_j)$ , then pool the observations at the two bid levels and recalculate the survivor function as:

$$\hat{S}(B_j) = \hat{S}(B_{j+1}) = (n_j + n_{j+1}) / (N_j + N_{j+1})$$

5. Continue pooling until the sequence of survivor probabilities is monotonic decreasing.

Once the sequence of  $J$  survivor probabilities has been established, another question remains to be solved: how do the resulting points should be joined together in order to form a continuous function? As discussed by Bateman *et al.* (2002), different analysts suggest different approaches to the problem:

- Some suggest using linear interpolation, drawing a straight line between each of the points;
- Others suggest that the probability associated with WTP values lying between the two bid levels  $B_{j-1}$  and  $B_j$  should be attributed the higher survivor probability  $\hat{S}(B_{j-1})$ ;
- Bateman *et al.* (2002) clearly advise taking a conservative approach, that means that the probability associated with values of WTP lying between successive observed values  $B_{j-1}$  and  $B_j$  should be attributed the lower probability associated with the higher WTP value  $\hat{S}(B_j)$ .

This last procedure follows the logic that between successive bid levels  $B_{j-1}$  and  $B_j$ , the *survivor function* must take a value that is at least the value of the survivor function at  $B_j$ . Since this is all that is known for certain, this lower bound is used to characterize the whole interval. By taking this conservative approach, the PAVA estimator can be

used to construct a lower bound approximation to the *survivor function*. This procedure has been used in the survey data obtained to draw the *survivor function* in this study.

Medians can be derived from these graphics at the point where the *survivor function* evaluates to 0.5, and mean WTP can be calculated as the area under the step function according to:

$$C = J \sum_{j=1} \hat{S}(B_j) [B_j - B_{j-1}]$$

This procedure has been applied to data available, together with the methodology to calculate confidence intervals from non-parametric estimation of mean and median WTP, as described in Bateman *et al.* (2002) for binary and interval data.

## ASSESSMENT OF COST EFFECTIVENESS OF DELIVERY MECHANISMS ON MAINTENANCE AND MANAGEMENT OF THE VALVERDE FRR FOR RECREATION PURPOSES

The objective of the developed DC-CVM survey was to assess a measure of the average WTP of individuals in the sample for the use of the Valverde FRR facilities. This value was then aggregated to estimate the benefits accruing to the whole population.

### A) Estimating mean results

By taking the conservative approach previously described, the PAVA method (Pooled Adjacent Violators Algorithm) estimator can be used to construct a lower bound approximation to the survivor function. This procedure has been used in the survey data to draw the survivor function for the data obtained.

Both median and confidence interval from non-parametric estimation of mean and median WTP can be found through this procedure, which has been applied to data available for the different schemes. Results obtained for median and mean of WTP for the conservation and management activities on Valverde FRR, as well as their confidence intervals are presented in the Table 5. Figure 1 shows a graphic with the values after PAVA adjustment, that represents also the survivor function.

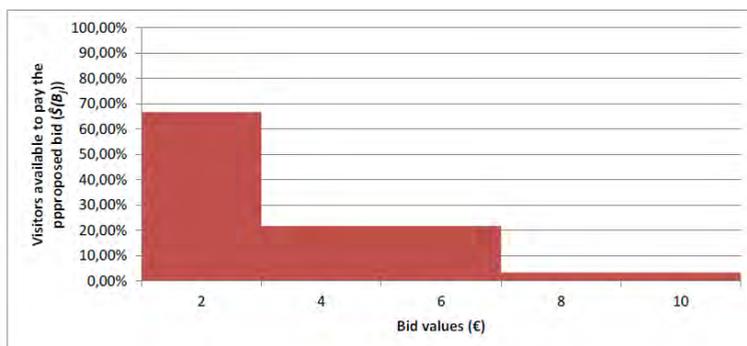
## B) Aggregate benefits of maintenance and management of Valverde FRR for recreation purposes.

Per individual estimates derived from previously presented methodologies are aggregated to the whole visitor population to yield estimates of the total benefit. As previously stated, no accurate study of the number of visitors to the Valverde FRR has been carried, and hence, the used estimate (6,000 visitors in 2013) heavily relies on the 'feelings' of the staff of the FRR.

Table 6 presents aggregate benefits revealed from the WTP for the maintenance and management of the Valverde FRR for recreational activities under evaluation. Point estimates are based on the number of visitors during 2013, and per visitor means estimated from the survivor function established; lower and upper bound estimates are based on lower and upper limits of the 95 per cent confidence interval for the mean ( $t = 1,96$ ).

Table 5. Survey results, PAVA adjustment, mean, median and confidence intervals

Bid ( $B_j$ )	N	Yes ( $n$ )	No	$\hat{S}(B_j)$	PAVA $\hat{S}(B_j)$
0,00 €				100,00%	100,00%
2,00 €	30	20	10	66,67%	66,67%
4,00 €	30	5	25	16,67%	21,67%
6,00 €	30	8	22	26,67%	21,67%
8,00 €	30	1	29	3,33%	3,33%
10,00 €	30	1	29	3,33%	3,33%
	150	35	115		
Mean WTP					2,33 €
Median WTP ( $\hat{S}(B_j) = 50\%$ )					2,74 €
Population variance WTP					6,29 €
Mean variance WTP					0,04 €
Standard deviation WTP					0,20 €
Lower bound confidence interval WTP					1,93 €
Upper bound confidence interval WTP					2,73 €



**Figure 1.** Discrete Choice data from CVM survey after PAVA adjustment and survivor function

**Table 6.** Aggregated annual benefits and Present Value of the Valverde FRR.

Aggregated benefits			Lower bound of PV of the FRR
Average	Lower bound	Upper bound	
14.000,00 €	11.592,04 €	16.407,96 €	772.802,89 €

There must be always beard in mind that non-parametric estimates of mean and median can be taken as lower bounds of these statistics (Bateman *et al*, 2002), meaning that they give the minimum value for the mean or median that is consistent with the sample data, and that the lower bounds of the 95 percent confidence intervals are a very conservative estimated of the total benefit, and upper bounds of the same confidence interval can approach a good estimate for the real benefit.

## CONCLUSIONS

The aim of this study was to estimate the value of the services produced by the recreation activities in the Valverde FRR (Santa Maria, Azores), according to the amount that visitors were willing to pay for its maintenance and management. This value is a good reference for possible future conservation policies, at least as a “budget ceiling” for annual costs supporting conservation programmes. Benefits and costs analysis can be based on these values against conservation costs policies.

Taking the obtained aggregate values as a public “annual income”, and considering a real rate of return of 1,5% (r) normally accepted for institutional investments, we can estimate the present value of the successive annual benefits as the present value (PV) of an annual series of constant payments (p) as

$$PV = p/r$$

where PV is the present value, p the per/year annual income and r the discount rate.

Then, and according to the results derived from the methodology previously described and discussed, and presented in the tables 5 and 6, we can conclude that a good and conservative estimate for the annual “budget ceiling” to ensure the maintenance and management of the Valverde FRR for recreational purposes is about 11,592.04 €, and the present value of the FRR is about 772,802.89 €.

## REFERENCES

- [1] Albergaria, I. S. (2012). *Reservas Florestais de Recreio dos Açores. Diálogos da Natureza com o Humano*. Governo dos Açores, Secretaria Regional da Agricultura e Florestas, direcção Regional dos Recursos Florestais. Edição bilingue (Pt, En.), 199pp.
- [2] Bateman, I. J., Carson, R. T., Day, B., Haneman W. M., Hanley, N., Hett, T., Jones-Lee, M., Loomes, G., Mourato, S., Ozdemiroglu, E., Pearce, D. WW., Sugden, R. and Swanson, J. (2002). *Economic Valuation with stated preference techniques: a manual*. Edward Elgar Publishing, Chetelnham.
- [3] DRRF/DCPP (2012). Relatório – *Avaliação do Grau de Satisfação (em %) dos Clientes Externos, Relativo às Reservas Florestais de Recreio*. 48pp.
- [4] Lopes, F., Sousa, I., Gil, J., Pacheco, J. L., Sequeira, J. M., Carvalho, V., Gonçalves, M. and Arruda, P. (2012). *Valor Económico de uso recreativo da Reserva Florestal de Recreio do Pinhal da Paz: aplicação do método de avaliação contingencial e do método de custo de viagem*. VI Jornadas Florestais Insulares, 21-25 de Maio, Horta, Faial, Azores.
- [5] Mitchell, R. C. and Carson, R. T. (1989). *Using Surveys to Value Public Goods. The Contingent Valuation Method*. Resources for the Future (RFF), 488pp. ISBN 0-915707-32-2
- [6] Páscoa, F. and Pinto, L. (2005). *VISULANDS – Visualization Tools for Public Participation in Managing Landscape Change*. Final Technical Report, Tasks WP 5.2 and WP 5.3., 18pp.
- [7] Ressurreição, A., Páscoa, F. and Tomé, M. (2007). *Valoração económica de atributos ambientais e paisagísticos. O caso de estudo da Serra do Açor*. 13º Congresso da Associação Portuguesa para o Desenvolvimento Regional. Angra do Heroísmo, 5-6 Julho 2007.
- [8] Santos, J. M. (1997). *Valuation and Cost-Benefit Analysis of Multi-Attribute Environmental Changes. Upland Agricultural Landscapes in England and Portugal*. PhD Thesis, University of Newcastle Upon Tyne, UK.

[9] Santos, J. M. (1998). *The Economic Valuation of Landscape Change. Theory and policies for Land-Use and Conservation*. Edgar Elgar Publishing, Cheltenham, UK.

[10] Willis, K. G. and Garrod, G. D. (1993). *Valuing Landscape: a Contingent Valuation Approach*. *Journal of Environmental Management* 37: 1-22.

[11] Willis, K.G., Garrod, G.D. and Saunders, C.M. (1993) *Valuation of the South Downs and Somerset Levels and moors environmentally sensitive area landscapes by the general public*. Report to the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Newcastle upon Tyne: Centre for Rural Economy, Department of Agricultural Economics and Food Marketing, University of Newcastle upon Tyne.

Bloque temático II

# Gestión y Planificación en los ecosistemas forestales





# Dinámica del fósforo en brezales de suelos volcánicos

---

J.C.Fontes<sup>a</sup>; E.Dias<sup>a</sup>; C.Mendes<sup>a</sup>; L.S.Pereira<sup>b</sup> & J.C. Santamarta<sup>c\*</sup>

<sup>a</sup> Departamento Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, 9700 Angra do Heroísmo, Portugal.

<sup>b</sup> Departamento Engenharia Rural, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, Lisboa, Portugal.

<sup>c</sup> Área de Ingeniería Agroforestal, ETS Ingeniería Agraria, Universidad de La Laguna.

**PALABRAS CLAVE:** Escorrentía, Nitrógeno, Turberas, Brezales, Azores

## RESUMEN

Las condiciones climáticas extremas, así como la baja disponibilidad de nutrientes, son las razones más importantes que condicionan la aparición de brezales en el paisaje del archipiélago de las Azores. Uno de los nutrientes más importantes en estas formaciones arbustivas es el fósforo, que está presente en niveles bajos, lo cual limita el crecimiento de las plantas.

En Azores, se manifiestan unos altos valores de precipitación, principalmente en las zonas más elevadas y montañosas de las islas, esto produce unos notables efectos de erosión hídrica así como en la estructura y funcionamiento de los suelos. Cuantificar las pérdidas de nutrientes, que ocurre en las formaciones de brezales, supone un avance muy importante para la comprensión de la dinámica de esta vegetación y la perpetuación de estos hábitats.

---

\* Contacto: jcsanta@ull.es

Como método de experimentación, se utilizó una cuenca hidrográfica de la isla de Terceira, cuya vegetación era dominada por brezales. Con ello se buscaba cuantificar el aporte de fósforo y su variación a lo largo del año. La variación del fósforo se cuantificó mediante tanques de sedimentación, analizados por el método Olsen. Simultáneamente se realizó un estudio climático detallado de la zona de estudio, el cual permitió el establecimiento de una relación entre la concentración de fósforo y su variación anual, con la precipitación y la escorrentía.

El área de estudio presenta una precipitación media de 5.000 mm/año. También hay que tener en cuenta la precipitación horizontal en la zona ya que es muy importante para la dinámica de los brezales, aportando humedad, durante todo el año. El suelo presenta dos horizontes plácicos y una capa de turba, donde la escorrentía es muy elevada, con un promedio del 31 % de la precipitación total.

Los resultados obtenidos confirman que la liberación del fósforo es un proceso continuo con un fuerte patrón estacional, que varía de acuerdo con las condiciones de clima de cada año.

## INTRODUÇÃO

O arquipélago dos Açores (Portugal) é o mais setentrional dos arquipélagos da Macaronésia (que também inclui a Madeira, Canárias e Cabo Verde), composto por nove ilhas vulcânicas e vários ilhéus (Figura 1) que se desenvolve por uma área de aproximadamente 10.000 km<sup>2</sup> no Atlântico Norte, em latitudes 36°56'-39°42' N e longitudes 25°5'-31°12' W a cerca de 1400 km do continente europeu (ilha de Santa Maria) e 1900 km do continente norte-americano (ilha das Flores). A área total é de cerca de 2.304 km<sup>2</sup>, com as três ilhas maiores (S. Miguel, Pico e Terceira), representando 69% da área total.

O clima dos Açores é fortemente oceânico, com pequenas variações de temperatura ao longo do ano, elevada precipitação e humidade do ar. A temperatura média anual é de cerca de 17,5°C a baixas altitudes (Agostinho, 1938), sendo fevereiro o mês mais frio, com valores médios de 13,8°C (Bettencourt, 1977). Os ventos dominantes são do quadrante SW, com humidade alta e muitas vezes de forte intensidade. A precipitação aumenta de leste a oeste, de 710 milímetros por ano na ilha de Santa Maria (aeroporto, 100 m de altitude) a 1592 milímetros por ano na ilha das Flores (Santa Cruz, 80 m de altitude) (Bettencourt, 1977). A humidade do ar é geralmente elevada, com valores médios próximos de 75-80% ao nível do mar (Bettencourt, 1977).

Segundo Dias (1996) a exposição aos ventos fortes e elevada humidade do solo são os principais fatores que explicam a distribuição das comunidades naturais. Acima de 500 m de altitude, dominam as zonas húmidas devido aos altos níveis de precipitação e a presença de um horizonte placic de óxidos de ferro e magnésio o que cria uma camada impermeável, com valores de infiltração de  $0,3 \text{ mm h}^{-1}$  (Fontes e Pereira, 2002).

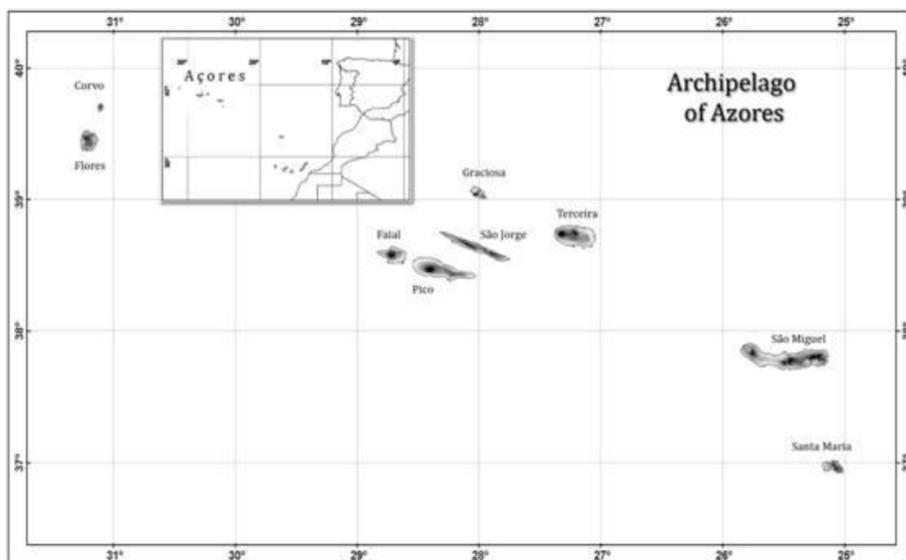


Figura 1. Arquipélago dos Açores.

O fósforo (P) limita a produtividade terrestre e aquática e pode determinar a biodiversidade e biomassa dos ecossistemas naturais (Cramer, 2010). Segundo Karandashov & Bucher (2005) a transição evolutiva das plantas dos habitats aquático para os terrestres foi condicionada pela presença de micorrizas, o que facilitou a fixação de P.

Vários fatores ambientais podem afetar a biodisponibilidade de P, incluindo a temperatura, o teor de humidade, a porosidade, o pH do solo e do tipo e quantidade de adsorção da superfície. O pH do solo afeta a disponibilidade de P, podendo ser corrigido por cálcio em condições alcalinas (Shadeck, 1997), e pelo ferro e alumínio para valores de pH baixos. O teor de humidade do solo é particularmente importante nas zonas húmidas: em formações de turfa, os níveis baixos do teor de humidade

que permite a aeração do solo superior não costuma coincidir com o período de aquecimento primaveril, mas ocorrem no final do verão. Eles têm um grave impacto sobre todas as variáveis de estado do solo (Proctor 1995; Van Haesebroeck et al. 1997.). A disponibilidade de nutrientes varia ao longo do tempo, e a maior disponibilidade não se restringe aos períodos mais quentes.

As zonas altas na ilha Terceira têm uma cobertura vegetal quase natural, que desempenha um papel importante nos recursos hídricos da ilha (Rodrigues, 2002). O vulcão de Santa Bárbara (com 1023 m de altitude) abriga um dos ecossistemas de maior biodiversidade dentro das áreas naturais dos Açores, e a maioria dos seus biótopos estão em excelente estado de conservação. Assim, a zona Natura 2000 conservação especial (ZEC) da serra de Santa Bárbara e Pico Alto é um dos sítios principais de biodiversidade da região biogeográfica da Macaronésia. Um dos habitats protegidos (código 4050) são as zonas húmidas de montanha, geralmente formações naturais evoluídas, devido a condições climáticas prevaletentes - ventos fortes e precipitação intensa e níveis baixos de nutrientes. Neste estudo, pretende-se melhorar o conhecimento das zonas húmidas nos Açores, estudando as variações anuais na concentração de P no escoamento superficial, relacionado com os eventos de precipitação.

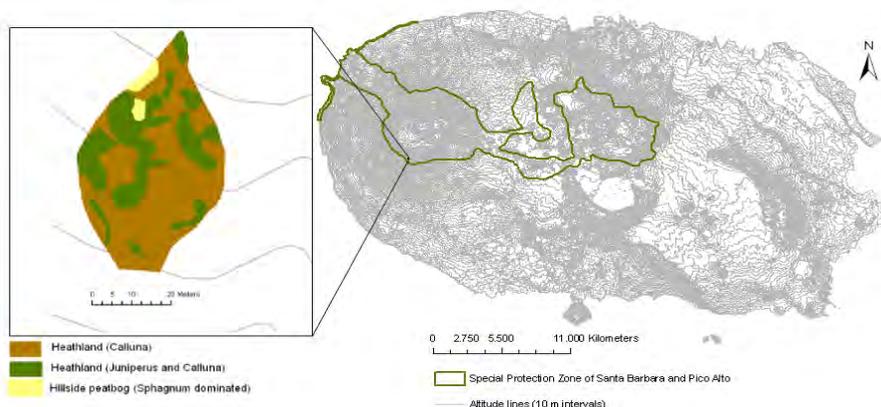
## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado numa microbacia localizada na serra de Santa Bárbara, ilha Terceira (Figura 2) a 38° 43' 30" N, 27° 19' 46" W, altitude de 900 m. Esta microbacia, de natureza exorreica, situa-se numa zona húmida, tem uma área de 1560 m<sup>2</sup> e um declive médio de 44,3%.

A precipitação vertical e horizontal ocorre devido a uma cobertura de nuvens permanente e ventos muito fortes (Dias, 1996). A cobertura vegetal é essencialmente composta por espécies, desabrigadas e varridas por ventos fortes, de todos os quadrantes, tais como a *Calluna vulgaris* (L.) Hull e *Juniperus brevifolia* (Seub.)

Os solos dos Açores são andossolos, com uma camada de turfa acima dos depósitos vulcânicos recentes pomíticos (Pinheiro, 1990). Os horizontes deste solo são constituídos por uma camada superficial de turfa com uma profundidade de 20 cm, com uma grande capacidade de retenção de água e um pH ácido de cerca de 4,6. Abaixo da camada de turfa, duas camadas finas placic entre um horizonte Bw (entre 21 e 59 cm) limitam a percolação de água originando um elevado escoamento

superficial. Um horizonte C foi identificado, a uma profundidade de 60 cm (Fontes e Pereira, 2002).



**Figura 2.** Localização e tipos de vegetação identificados na microbacia estudada, dentro da zona de proteção especial de Santa Bárbara e Pico Alto na ilha Terceira.

Na zona mais baixa da microbacia foi instalada uma estação meteorológica para o registo da temperatura e humidade do ar, velocidade e direção do vento, radiação solar, precipitação direta e horizontal em intervalos de 2 minutos. A precipitação horizontal foi estimada a partir de um pluviómetro adaptado, já calibrado para este local (Fontes et al., 2006). Amostras compostas de solo para a determinação da disponibilidade de P foram colhidas em 2004 correspondentes a uma profundidade de 10 cm.

O escoamento superficial convergia para um canal na saída da microbacia, era armazenado em 3 tanques de sedimentação, com uma capacidade de 1000 litros cada. Os tanques estavam colocados em série e a passagem feita com descarregadores triangulares por caudais fracionários. A medição do nível de água nos tanques era feita por sensores de boía-contrapeso e registada no sistema de aquisição de dados. Quando o escoamento superficial ultrapassava a capacidade de armazenamento dos 3 tanques, foi instalado um dispositivo de báscula a jusante, um balde com capacidade para 10-12 l, cujos impulsos da descarga eram registados no sistema de aquisição de dados e colhida uma amostra para um pequeno reservatório.

O ensaio decorreu em 2002, 2003 e 2004, sendo as amostras de água colhidas uma em cada tanque de sedimentação após homogeneização manual e uma no reservatório a jusante dos tanques.

O pH no solo foi determinado numa suspensão solo/água destilada numa razão 1:1,5.

O teor em matéria orgânica foi determinado pelo método de calcinação, cuja amostra de solo foi seca a 105°C durante 24 horas e depois calcinada a 500 °C.

O P disponível no solo foi determinado pelo método de Olsen (Olsen et al., 1954). Neste método, o fósforo é extraído com uma solução de bicarbonato de sódio a pH 8,5. A concentração do complexo azul produzido pela redução, com o ácido ascórbico, do fosfomolibdato formado pela reação do ácido molibdato amónio com o fosfato é determinada espectrofotométrica-mente a 880 nm.

Para a determinação da retenção de fosfatos, as amostras foram tratadas com uma solução de fosfato a pH 4,6.

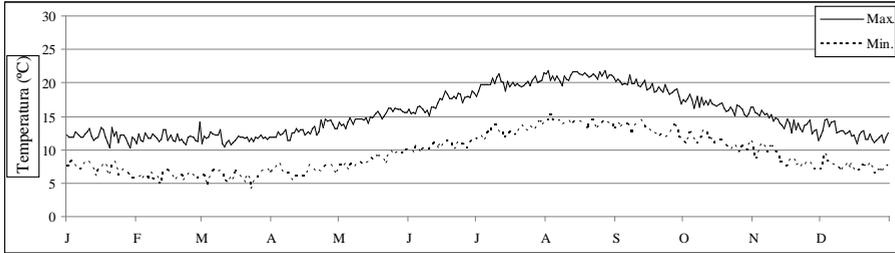
As determinações do Pox, Alox e Feox foram realizadas pelo método de Blakemore et al. (1983), utilizando-se uma amostra de 0,75 g de solo. Na determinação do Pox foi necessário destruir o oxalato e a sílica, para que se eliminassem as interferências no desenvolvimento da cor. A concentração de P foi determinada através do método de molibdato de amónio para o desenvolvimento da cor azul por espectrofotometria UV/VIS. As concentrações de Al e Fe no extratante foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica. O P extraível em água de escoamento foi determinado pelo método do ácido ascórbico.

## RESULTADOS

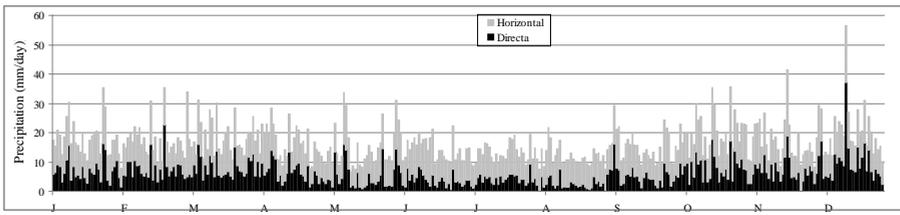
Os dados do clima registados na estação meteorológica correspondentes a 10 anos (2002 a 2012) encontram-se nas figuras 3 e 4.

Os dados obtidos num período de 10 anos mostram que a precipitação total média anual é cerca de 5000 mm. A componente da precipitação horizontal é elevada e contribui para a perpetuação dos habitats húmidos, uma vez que é responsável pela persistência de humidade ao longo do ano, até mesmo em períodos de seca. Uma análise da variação mensal (média de dados colhidos em quatro anos, 2002 a 2005, Figura 7) de precipitação direta e horizontal mostra que a percentagem da

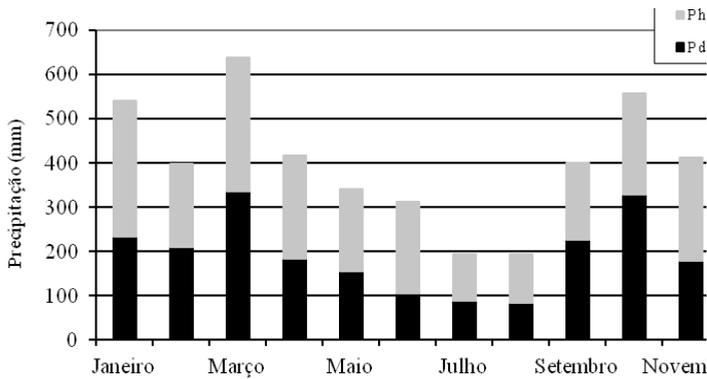
componente da precipitação horizontal relativamente à total é maior nos meses mais quentes de junho, julho e agosto, compensando a redução da precipitação direta durante este período.



**Figura 3.** Temperatura máxima e mínima, média de 10 anos (2002 a 2012) para uma altitude de 900 m, local do ensaio.



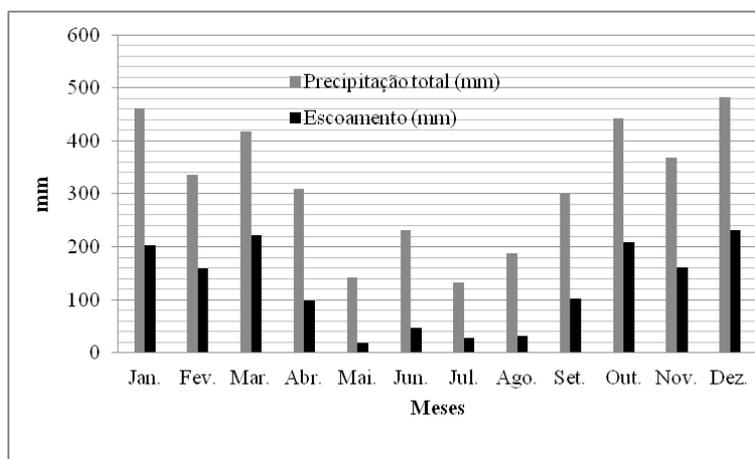
**Figura 4.** Precipitação direta e horizontal diária, média de 10 anos (2002 a 2012) para uma altitude de 900 m, local do ensaio.



**Figura 5.** Precipitação direta e horizontal, média mensal observada no local do ensaio em quatro anos (2002 a 2005).

Os níveis altos de precipitação, agravada pela elevada capacidade de interceção de água pela vegetação, associados com a inclinação que caracterizam a área de estudo provocam uma intensa erosão hídrica diminuindo a disponibilidade de nutrientes. Para além da lixiviação, os nutrientes disponíveis são retidos na camada de turfa devido a valores de pH baixos.

A precipitação total (direta e horizontal) foi maior em janeiro e dezembro e menor em maio e julho. O escoamento seguiu a mesma tendência (figura 6).



**Figura 6.** Relação entre a precipitação total (direta e horizontal) e o escoamento superficial. Média mensal obtida de 2002 a 2004.

Dadas as características do solo o escoamento superficial foi muito elevado, correspondeu, em média, a 31% da precipitação total. Os principais fatores ecológicos associados a estes valores são os dois horizontes descontínuos placic, (um a 20 cm e outro a 60 cm de profundidade) que limita a redistribuição e percolação da água infiltrada e um horizonte superficial totalmente orgânico (turfa) saturado de água durante largos períodos do ano. No entanto, houve variações significativas de precipitação e escoamento superficial durante as estações do ano (Fig. 6). Durante a estação chuvosa o solo ficou saturado, verificando-se uma forte correlação entre as duas variáveis, enquanto que nas épocas mais secas a correlação entre escoamento superficial e precipitação foi menor dado que parte da água era armazenada na camada superficial do solo, ficando indisponível para originar escoamento superficial.

Os dados do solo são apresentados na tabela 1. Os parâmetros inerentes à definição do índice de saturação do P (PSI) e da capacidade de sorção de P (PSC), tais como Pox, Alox e Feox, apresentam valores mais elevados ao nível da menor cota exceto o Feox. O valor de PSI é muito inferior ao valor crítico determinado por Van der Zee and Van Riemsdijk (1988) e Breeuwsma et al. (1995) de 25 %, o que demonstra uma fraca saturação de P no solo, por outro lado apresenta um valor elevado de retenção e como tal uma fraca concentração na água de escoamento superficial.

A concentração de fósforo na água de escoamento superficial varia de acordo com a quantidade de precipitação e escoamento superficial (figura 7). Assim nos meses de maior precipitação e que corresponde também ao máximo de escoamento superficial, a concentração de fósforo é baixa (< 0,15 mg l<sup>-1</sup>). Quando os valores de precipitação são mínimos, correspondendo a baixos valores de escoamento superficial, a concentração de fósforo é mais elevada (0,15 a 0,35 mg l<sup>-1</sup>).

De acordo com a quantidade de precipitação, os meses podem ser agrupados em três classes (abaixo de 300 mm, entre 300 e 500 mm, e acima de 500 mm). Três períodos ecológicos foram definidos: (1) março, abril, maio e outubro; (2) junho, julho, agosto e setembro; (3) novembro, dezembro, janeiro e fevereiro. Nesta análise considerou-se que a concentração de P na água de escoamento observado de um determinado mês foi influenciada pela quantidade de precipitação observada nos meses anteriores. Os resultados da análise de regressão mostram um comportamento diferente em cada período (figura 8). No período anual mais seco (junho a setembro), associado com níveis mais baixos de precipitação e os valores mais baixos de escoamento, é o período que o escoamento superficial apresenta maior concentração de P, fato que é explicado pela menor pluviosidade, dando origem a um período de decomposição ativa e liberação de nutrientes.

	Amostra 1	Amostra 2	Média
pH (H <sub>2</sub> O)	5,3	5,2	5,3
O.M. (%)	23	26	25
Ret. P (%)	99	99	99
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Olsen)	14	20	17
Al <sub>ox</sub> (mg/kg)	939	564	752
Fe <sub>ox</sub> (mg/kg)	276	284	280
P <sub>ox</sub> (mg/kg)	64	37	51
PSC (mg/kg)	607	426	517
PSI (%)	11	9	10

**Quadro 1.**  
Características químicas da camada superficial do solo, por amostragem composta em dois níveis de cota (amostra 1 cota mais baixa; amostra 2 cota mais elevada).

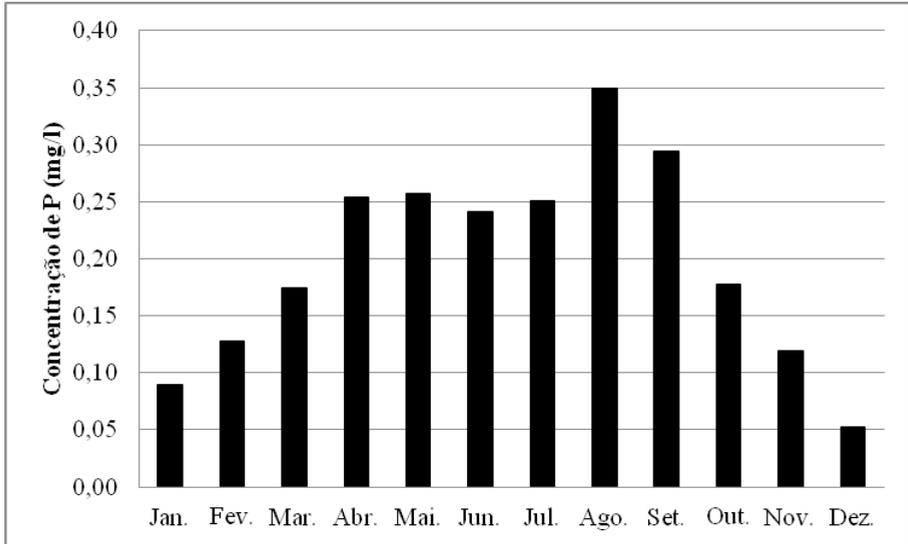


Figura 7. Concentração média mensal de fósforo na água de escoamento superficial para o período de três anos (2002 a 2004).

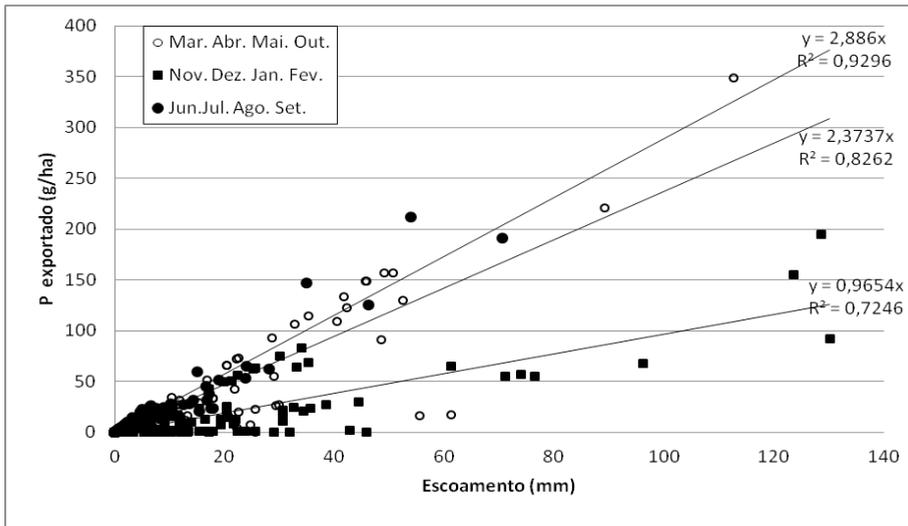


Figura 8. Concentração de P exportado na água de escoamento superficial para três períodos diferentes de acordo com a taxa de precipitação: março, abril, maio e outubro; junho, julho, agosto e setembro; novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, para o período de 3 anos (2002 a 2004).

A relação entre o escoamento superficial e a concentração de P diminui na primavera, período março a maio e outubro, dum valor de 2,89 para 2,37. Neste período o substrato (turfa) ainda está encharcado mas como a taxa de precipitação é mais baixa pode haver flutuações no nível de água no solo, situação que pode promover períodos de mineralização de fósforo. Finalmente, no período de maiores valores de precipitação (novembro a fevereiro) o solo é permanentemente saturado e a mineralização é reduzida, os valores de escoamento são elevados e a concentração de P é baixa. Dos três períodos definidos, inverno é caracterizado por uma elevada precipitação e a mais baixa concentração de fósforo. A primavera com uma situação intermediária, com menos precipitação, mas mais rico em fósforo. O período de verão tem os níveis mais baixos de precipitação e a concentração de fósforo mais elevada.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Uma análise da variação de concentração de fósforo ao longo do ano permite-nos identificar duas estações possíveis de crescimento, assumindo períodos de crescimento de acordo com a disponibilidade de fósforo, mas também considerando as temperaturas favoráveis para o desenvolvimento vegetativo.

A *Calluna vulgaris* é a espécie principal que ocupa a área de estudo, esta tolera temperaturas baixas ( $-15^{\circ}\text{C}$ ), valores mínimos nunca observados na bacia hidrográfica estudada. Além disso e de acordo com Tudor e Davies (2002), a temperatura ótima para a germinação desta espécie é da ordem de  $18-22^{\circ}\text{C}$ , valores verificados entre julho e setembro. Nas condições de encharcamento não há germinação (Equihua & Usher 1993), mas o período de temperatura ideal do solo, coincide com o período mais seco do ano. Um fato interessante é que as sementes podem permanecer viáveis por mais de 100 anos (Legg et al., 1992). Em termos de desenvolvimento geral desta espécie arbustiva o ideal para a fotossíntese é por volta de  $20^{\circ}\text{C}$ , caindo apenas ligeiramente a  $10^{\circ}\text{C}$ . Na ausência de informações mais detalhadas nós assumimos esta temperatura como o valor mínimo para o desenvolvimento da *Calluna vulgaris* (Oquist & Huner, 1991).

A evolução da temperatura ao longo dos anos na área de estudo tem um mínimo no início de março ( $2,5^{\circ}\text{C}$ ) e um máximo no início de agosto ( $23^{\circ}\text{C}$ ). A temperatura começa a subir em maio, numa fase em que o solo ainda está encharcado, atingindo a temperatura mínima os  $10^{\circ}\text{C}$  em junho, que com a diminuição da precipitação em maio, dá-se o início da mineralização com um aumento significativo de P acompanhado por um período de crescimento da planta.

Condição semelhante é observada em setembro e outubro, após um período com baixos níveis de precipitação (julho e agosto) e alta mineralização, o que aumenta o teor de fósforo, verificado no aumento da concentração desse componente na água de escoamento superficial observada nas primeiras chuvas após o verão. Este segundo período de crescimento pode ser definido como segunda primavera, observado também em outras formações montanhosas nos Açores como pastagem natural (Gomes, 2010). Em pastagem o autor verificou que a estação de crescimento mais acentuada é observada entre setembro e outubro, depois de uma temporada de crescimento menor na primavera. Tal como observado no presente estudo, estes são os meses de maiores quantidades de P exportado (figura 8).

O fósforo é um nutriente muito escasso nas zonas húmidas de montanha, fato confirmado por vários estudos. Hesen et al. 1987 refere valores muito baixos de P total ( $<1 \text{ mg l}^{-1}$ ) na água de escoamento superficial. Nas condições dos Açores a concentração de P é extremamente baixa, valores verificados em 3 anos de medições foi em média  $0,19 \text{ mg l}^{-1}$ . No entanto tem de se assumir profundas diferenças ecológicas entre a maioria das zonas húmidas de montanha na Europa e o tipo de formação que dominam nos Açores. Existem zonas húmidas de montanha na Europa devido a processos como incêndios e pastagem, processos que promovem entradas de nutrientes que não ocorrem nos Açores, por outro lado, no caso das zonas húmidas de montanha nos Açores, a natureza do encharcamento dos solos e a presença de turfa limitam a disponibilidade de fósforo.

Este estudo sobre a dinâmica do fósforo num ecossistema localizado numa zona húmida de montanha nos Açores em solos com baixa capacidade de infiltração e sob condições de precipitação elevada, direta e horizontal, origina grandes quantidades de escoamento superficial, e como tal perdas consideráveis de fósforo. Estas condições inibem o desenvolvimento de outras espécies que não seja a *Calluna vulgaris*, originando dois períodos de crescimento durante o ano, um na primavera e outro em setembro – outubro.

## REFERENCIAS

- [1] Agostinho, J. (1939). Temperatura do ar – clima dos Açores (subsídios para o seu estudo). Parte I. Separata Açoreana, Boletim da Sociedade Afonso Chaves, Angra do Heroísmo.
- [2] Bettencourt, M.L. (1977). O clima dos Açores como recurso natural na aplicação especialmente em agricultura e indústria do turismo. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. Lisboa.
- [3] Blakmore, L.C.; Searle, P.L.; Daly, B.K. (1983). Methods for Chemical Analysis of Soils. N. Z. Bureau Sci. Rep. 80, Soil Bureau, Lower Hutt, New Zealand, 44. 39:641–59

- [4] Breeuwsma, A.; Reijerink, J.G.A.; Schoumans, O.F. (1995). Impact of manure on accumulation and leaching of phosphate in areas of intensive livestock farming. In: *Agricultural Waste and the Land-Water Interface* (Ed. Steele, K.), Lewis Publishers, Boca Raton.
- [5] Cramer, M. D. (2010). Phosphate as a limiting resource: introduction. *Plant Soil* 334:1–10.
- [6] Dias, E. (1996). *Vegetação natural dos Açores. Ecologia e sintaxonomia das florestas naturais*. Dissertação de doutoramento, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo.
- [7] Equihua, Miguel; Usher, Michael B. 1993. Impact of carpets of the invasive moss *Campylopus introflexus* on *Calluna vulgaris* regeneration. *Journal of Ecology*. 81: 359-365.
- [8] Fontes, J. C. e Pereira, L. S. (2003) - Quantificação e simulação da erosão hídrica em solos vulcânicos. Relação com o uso do solo. In: Ferreira, J. P. L.; Franco, A. B.; Silva, R.; Netto, O.; Vaz, A. C.; Rodrigues, A. C. Cunha, L. V. E Leitão, T. (eds.) 6º SILUSBA: Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, Praia, Cabo Verde: 399 - 411.
- [9] Fontes, J.C.; Dias, E.; Pereira, L.S. (2006) – Contributo da precipitação horizontal no balanço hidrológico em zonas altas com vegetação natural. IV Jornadas Florestais da Macaronésia, Breña Baja, La Palma, Canárias: Paper. In: CD-ROM.
- [10] Gomes, A. (2010). Performance of *Lolium perenne* with *Trifolium repens*, and spontaneous grasses with *Trifolium repens*, in Azores. In: *Grassland in a changing world*. Edited by H. Schnyder, J. Isselstein, F. Taube, K. Averswald, J. Schellberg, M. Wachendorf A. Herrmann, M. Gierus, N. Wrage, A. Hopkins. Proceedings of the 23th General Meeting of the European Grassland Federation Kiel, Germany August 29th - September 2nd 2010.
- [11] Hessen, Dag O. , Arne Henriksen, Anne M. Smelhus (1997). Seasonal fluctuations and diurnal oscillations in nitrate of a heathland brook. *Water Research* 31 (7) : 1813-1817
- [12] Karandashov V, Bucher M (2005) Symbiotic phosphate transport in arbuscular mycorrhizas. *Trends Plant Sci* 10:22–29.
- [13] Legg, C. J.; Maltby, E.; Proctor, M. C. F. 1992. The ecology of severe moorland fire on the North York Moors: seed distribution and seedling establishment of *Calluna vulgaris*. *Journal of Ecology*. 80: 737-752.
- [14] Oquist G. & N.P.A. Huner (1991). Effects of cold acclimation on the susceptibility of photosynthesis to photoinhibition in Scots pine and in winter and spring cereals: a fluorescence analysis. *Functional Ecology* 5: 912–100.
- [15] Olsen, S.R.; Cole, C.V.; Watanable, F.S.; Dean, L.A. (1954). Paper N° 939, U.S. Sept. Agric. Circ.
- [16] Pinheiro, J. (1990). *Estudo dos principais tipos de solos da ilha Terceira (Açores)*. Dissertação de doutoramento, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo.
- [17] Proctor, M.C.F. 1995. Hydrochemistry of the bog and fens at Malham tarn National Nature Reserve, Yorkshire, UK. In: Hughes, J. & Heathwaite, L. (eds.) *Hydrology and hydrochemistry of British wetlands*, pp. 275-289. John Wiley & Sons, Chichester.
- [18] Rodrigues, F.C. (2002). *Hidrogeologia da ilha Terceira (Açores – Portugal)*. Contributo para o seu conhecimento. Dissertação de doutoramento, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo.

[19]Shadeck, N. (1997). Retention et mobilization du phosphore dans les sols agricoles de belgique – application particuliere humides. Dissertation proposée pour l'obSnyder

[20]Tudor H. Thomas & Ian Davies (2002). Responses of dormant heather (*Calluna vulgaris*) seeds to light, temperature, chemical and advancement treatments. *Plant Growth Regulation* 37 (1), 23-29.

[21]Van Haesebroeck, V., Boeye, D., Verhagen, B. & Verheyen, R.F. (1997). Experimental investigation of drought induced acidification in a rich fen soil. *Biogeochemistry* 37: 15-32.

[22]Van der Zee, S.E.A.T.M. e Van Riemsdijk, W.H. (1988). Model for Log Term Phosphate Reaction Kinetics in Soil. *Journal of Environmental Quality*. Vol 17: 35 – 41.

# 15 años de aprendizaje en la selvicultura de masas de monteverde semi-naturales de Tenerife.

---

Genea Consultores \*

Servicio Técnico de Planificación y Proyectos Forestales del Cabildo de Tenerife\*\*

Servicio Técnico de Gestión Territorial Forestal e Incendios del Cabildo de Tenerife \*\*\*

**PALABRAS CLAVE:** monteverde, laurisilva, Tenerife, selvicultura, aprovechamientos, guía técnica.

## RESUMEN

El Cabildo de Tenerife, en colaboración con Genea Consultores, ha desarrollado una Guía de mejoras selvícolas de masas de monteverde seminaturales en Tenerife, síntesis de 15 años de aprendizajes, que recoge lo aprendido por los técnicos que han trabajado en la mejora de estas masas durante los últimos años.

En ella se recopilan las experiencias y aprendizajes desarrollados hasta ahora, reconociendo que existen incógnitas a resolver, principalmente derivadas de una nueva mirada sobre estos bosques. Son bosques que han estado explotados intensa y recurrentemente durante 4 siglos para recibir, en las últimas décadas, un nuevo

---

\* Contacto: María José de la Torre Garbayo (Ingeniera de Montes): [pepa@geneaconsultores.com](mailto:pepa@geneaconsultores.com)

\*\* Contacto: Pascual Gil Muñoz (Jefe de Servicio, Ingeniero de Montes): [pascualg@tenerife.es](mailto:pascualg@tenerife.es)

\*\*\* Contacto: Javier León Ledesma (Ingeniero de Montes): [jleon@tenerife.es](mailto:jleon@tenerife.es)

modelo de manejo basado en los múltiples servicios ambientales que proporcionan y con el claro objetivo de conservarlos y mejorarlos.

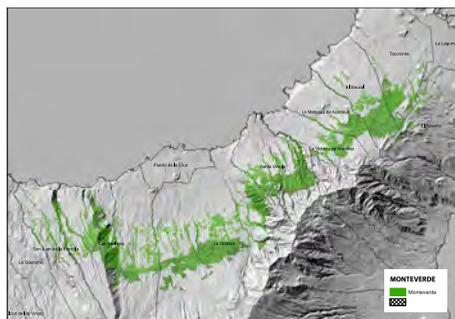
La guía incluye:

- Una síntesis de la historia previa de las masas.
- Una aproximación a las características de estación.
- Un estudio dasométrico basado en un inventario forestal del año 2010.
- Una serie de fichas técnicas que describen con detalle los aprovechamientos y tratamientos selvícolas llevados a cabo y que pretenden ser una herramienta que facilite su aplicación en el futuro.

## 1. ÁMBITO Y ENFOQUE DEL TRABAJO

### A) **Ámbito:** el monteverde degradado del centro de la isla

Si bien los aprovechamientos y tratamientos realizados sobre Monteverde se han ejecutado en prácticamente la totalidad del dominio del monteverde de la isla de Tenerife, el ámbito de experiencia que recoge esta guía se circunscribe principalmente al existente en las unidades de gestión conocidas como Zona Centro, que abarca los términos municipales de San Juan de la Rambla, Los Realejos y La Orotava, y Zona Este, en la que se incluyen los municipios de Santa Úrsula, La Victoria y La Matanza del Acentejo, El Sauzal, Tacoronte y El Rosario.



**Figura 1.** *Ámbito de estudio: monteverde. Zonas Centro y Este.*

## B) Enfoque: asumir la complejidad como punto de partida

La selvicultura se encuentra actualmente ante un reto difícil a la vez que fascinante. Tras su desarrollo, durante más de 2 siglos y medio, como una herramienta de gestión sostenible de los bosques, vistos éstos como productores de madera y leña, actualmente se enfrenta al imperativo de dar respuesta a una visión más amplia. Una visión del bosque como fuente de múltiples beneficios, más allá de la producción de materia prima. Son lo que se viene en llamar servicios ambientales o servicios ecosistémicos: producción de agua, fijación de CO<sub>2</sub>, conservación de biodiversidad, lugar de esparcimiento, paisaje, productos forestales no maderables, biomasa, etcétera.

Ante esta tesitura, la mirada clásica que ha tenido la selvicultura hasta fecha bien reciente, adolece de una serie de inconvenientes que dificultan su adaptación a este nuevo enfoque y que pueden ser resumidos, siguiendo a Puetmann et al. (12), en los siguientes puntos:

1. **Un enfoque excesivo en los árboles.** Los bosques son un ecosistema complejo dónde los procesos vitales vienen derivados de la interacción entre especies de diferente orden, no sólo árboles, también matorrales, aves, insectos, mamíferos, fauna edáfica, etcétera, sin los cuales es imposible entender su funcionamiento.
2. **Ver el bosque como suma de rodales homogéneos.** Los bosques, por naturaleza, están compuestos de heterogeneidad. Es la producción sostenida de productos maderables de unas características específicas la que dota de sentido a tratar de organizar el funcionamiento del bosque en rodales homogéneos. Pero si el objetivo deja de ser producir madera, como es el caso, esta homogenización pierde sentido.
3. **Aplicar a la investigación forestal un enfoque agrícola.** La investigación agrícola está basada en replicar experimentos bajo condiciones homogéneas para obtener resultados contrastados del funcionamiento del sistema. ¿Qué sentido tiene pretender obtener resultados sobre un conjunto de rodales "homogéneos" cuando el sistema que se gestiona, el bosque, varía cada pocos pasos?
4. **Asumir la independencia de la escala.** Relacionado con lo anterior, la investigación agrícola asume, al diseñar experimentos en los que el sistema se ha simplificado a la producción de una única especie, que los resultados podrán

extrapolarse de la escala del experimento (p.e. el rodal) a la escala del todo el sistema (el bosque, el paisaje de una región). Un gran número de evidencias demuestran que esa independencia de la escala es totalmente ficticia.

5. **Foco en la predictibilidad de los resultados.** También el enfoque de la selvicultura se ha basado en asegurar unos resultados concretos, cuando la evidencia asimismo demuestra, sobre todo cuando se busca una gestión que atiende a múltiples objetivos, que las perturbaciones y su aleatoriedad son un elemento más del funcionamiento natural del bosque.

Bajo este paradigma de la complejidad, esta guía se presenta como un primer paso hacia la generación de un conocimiento más profundo sobre las posibilidades de restauración de las masas de monteverde tras 4 siglos de intensa sobreexplotación y con una relativamente reciente modificación de los criterios de manejo.

Por un lado, la guía viene a poner en claro y en común las prácticas de gestión que se han venido aplicando en los últimos años, por varios gestores del territorio de la isla de Tenerife, así como las evidencias que va aportando la experiencia:

- qué tipos de masas nos encontramos después de tantos ciclos de aprovechamiento intensivo o/e incendios forestales,
- qué tipo de tratamientos se están aplicando en función de estos tipos de masa,
- qué especies funcionan para repoblar en según qué circunstancias.

Por otro lado se aprovecha la elaboración de esta guía para recopilar otras fuentes de conocimiento disponible que puede aplicarse o poner en contraste con estas experiencias.

## HISTORIA DE LAS MASAS: DE LA SOBREEXPLOTACIÓN A LA CONSERVACIÓN, PASANDO POR LOS INCENDIOS

El monteverde presente en los montes públicos de la isla de Tenerife ha sido objeto de intervención humana desde siempre. Pero esta intervención se ha ido transformando, desde los aprovechamientos a matarrasa, comunes desde la conquista de la isla en el siglo XVI hasta aproximadamente finales de los años 70 del siglo pasado, hasta los actuales tratamientos de restauración. Incluyendo, en la década de los 40, la

sustitución de la vegetación autóctona por masas productivas de pino radiata en una parte del territorio de estudio.

Durante los últimos 40 años los aprovechamientos han ido evolucionando haciéndose cada vez más conservadores. Así se pasó de la etapa en la que se aprovechaba a matarrasa, a la ejecución de aprovechamientos en los que se obligaba a preservar una parte cada vez mayor del bosque, hasta el año 2003 en el que se autorizaron los últimos aprovechamientos de monteverde en monte público. Desde entonces sólo se realizan aprovechamientos en fincas particulares y con carácter moderado.

A esta progresiva reducción de la intensidad de los aprovechamientos, se ha unido una paulatina reducción de la demanda de los productos aprovechados, con la reducción de la presión sobre las masas y, significativamente, la protección de las mismas por la legislación de Espacios Naturales de Canarias (desde 1994) y su inclusión en la Red Natura 2000.

Además de la acción humana, las comarcas del norte de la isla han sufrido sucesivas catástrofes naturales, como incendios y vendavales, que en varias ocasiones han arrasado con la vegetación existente. Los últimos grandes incendios han tenido lugar en 1995 y en 2007 (3), mientras que los vendavales, que han arrasado con las plantaciones de pino radiata, se han sucedido los años 2002, 2005 y 2007.

El estado en que han quedado las masas tras los anteriores aprovechamientos y acontecimientos naturales, han obligado a los gestores a realizar numerosos tratamientos selvícolas: desde la eliminación de la vegetación afectada por incendios y vendavales, hasta la sustitución de especies exóticas por vegetación de monteverde.

Durante estos últimos 15 años también se han realizado tratamientos de mejora del monteverde, como los que se describirán más adelante, con múltiples objetivos, tanto de defensa contra incendios, como de mejora y restauración de las masas.

## **CARACTERÍSTICAS DE ESTACIÓN: DIVERSIDAD DE SUELOS, PENDIENTES Y ALTITUD**

Se ha hecho un análisis cartográfico de las variables que determinan la calidad de estación a nivel zona de gestión, en la Zona Centro y la Zona Este cuyas conclusiones se describen a continuación.

También se han hecho visitas de campo, para comprobar qué variables de las analizadas se relacionaban *de visu* con variaciones en la altura de la masa como indicador de calidad de estación. Se han recorrido zonas próximas y con los mismos antecedentes, para poder relacionar las variaciones observadas. En estas visitas de campo se ha comprobado que las variables que más parecen incidir en la calidad de estación son la exposición (la exposición sur da menor calidad de estación) y la pendiente (las zonas más llanas son las que mejor calidad de estación proporcionan).

### A) Altitud

La altitud en la Zona Centro, varía entre 180 m y 1.610 m, es decir, que el monteverde en esta zona ocupa una franja altitudinal de 1.450 m, con una altura media de 990 m.

En la Zona Este, estos valores oscilan entre 330 m y 1.400 m, con lo que en este caso la amplitud altitudinal alcanza los 1.070 m, siendo la altura media de 1.028 m.

### B) Geología

En ambas Zonas el monteverde se asienta predominantemente sobre coladas basálticas, siendo ésta la formación volcánica predominante en todo el eje de la Dorsal de Pedro Gil. También aparecen coladas de traquiblastos y fonolíticas máficas y piroclastos basálticos y sálicos indeferenciados.

### C) Edafología

En el ámbito de estudio el monteverde se encuentra principalmente sobre andosoles y en menor medida luvisoles. En la Zona Centro aparece puntualmente sobre cambisoles (9).

### D) Pendientes y curvatura

Se ha observado que el monteverde coloniza todo tipo de pendientes, desde zonas prácticamente llanas hasta terrenos que superan el 75% de pendiente. Es en estas zonas más escarpadas donde la curvatura es también más pronunciada, formando tanto concavidades o lomos (cuando la curvatura es negativa) como convexidades u ollas

(cuando la curvatura es positiva). Sin embargo, en la mayor parte del territorio ocupado por monteverde las curvaturas son mucho más suaves, oscilando entre -5 y +5.

## E) Exposición

La exposición predominante en la zona de monteverde es la de umbría, orientación norte. En las zonas de mayor relieve también hay más variabilidad en la exposición, encontrando laderas en solana, mirando predominantemente al sur.

## ESTUDIO DASOMÉTRICO: MASAS JÓVENES Y HETEROGÉNEAS

### A) Valores dasométricos

Para la realización del estudio dasométrico, se ha contado con el inventario forestal realizado por Senén Medina (10) con el objetivo de caracterizar las masas de Monteverde de la comarca del Acentejo y del término municipal de La Orotava.

A continuación se exponen los valores dasométricos que arrojan los rodales inventariados por Medina. En relación a estos datos ha habido que asumir ciertas limitaciones de cara a la representatividad respecto a los tipos de masa de gestión que hay actualmente definidos. A pesar de dichas limitaciones, se ha realizado un análisis general de los datos de este inventario, pues aportan una primera aproximación a las características cuantitativas de estas masas.

De todas las variables disponibles se han seleccionado por un lado los valores totales de las variables cuantitativas: densidad, área basimétrica, diámetro normal, fracción de cubida cubierta (Fcc), altura media y dominante.

Por otro se ha recogido la proporción de brezo, tanto en número de pies como en área basimétrica, por estar identificada esta especie, tanto por los gestores como por los estudios existentes, como representativa de estadios iniciales de colonización y, por tanto, indicadora del grado de madurez de las masas. El análisis de componentes principales realizado corrobora esta variable como una de las que mejor explican las diferencias entre unas masas y otras.

**Tabla 1.** Estadística descriptiva de las principales variables dasométricas que tienen las masas de monteverde de Acentejo y el Valle de La Orotava. Fuente: Elaboración propia a partir de Medina, 2010.

Variable	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor medio	Desviación típica
Nt (Número total de pies por hectárea)	3250	70 500	22 193	16 276
Abt (Área basimétrica total - m <sup>2</sup> /ha)	4,7	80,5	40,2	17,3
Dm_cepa (Diámetro normal medio de los pies de cepa – cm)	3,2	8,5	5,4	1,4
Fcc_media (Fracción de cabida cubierta - %)	50%	100%	88%	9,5%
Hd_cepa (Altura dominante de los pies de cepa – m)	4,7	15,0	8,6	2,1
Hm_cepa (Altura media de los pies de cepa – m)	4,0	7,8	5,4	0,9
%AB Erica arborea (% de Erica arborea en área basimétrica total)	49%	96%	50%	23%
%N Erica arborea (% de Erica arborea en número de pies)	20%	100%	68%	24%

Como se observa, en general se trata de masas muy jóvenes, con elevada densidad y alta cobertura del suelo. Son masas generalmente de diámetros normales medios inferiores a 10 cm y alturas dominantes por debajo de los 10 metros. No obstante, existe una gran variabilidad de situaciones.

## B) Relaciones entre variables

Se llevó a cabo un análisis de la correlación entre distintas variables respecto a la altura dominante de cepa y a la densidad de la masa. Respecto a la relación de estas variables con la altura dominante, como representante, en gran medida, del nivel de desarrollo del rodal, se observa que:

- Para la mayoría de las variables existen tendencias claras de crecimiento (Fcc, área basimétrica y diámetro medio) o disminución (densidad, presencia de *Erica arborea*) en función de la altura dominante, pero con un grado de dispersión altísimo.
- Es especialmente baja la relación entre dicha altura dominante y la densidad de la masa o su área basimétrica.
- Sin embargo, existe una interesante correlación negativa entre la presencia de *Erica arborea* y la altura dominante o grado de desarrollo del rodal.

Asimismo se consideró de interés estudiar la correlación entre el diámetro normal medio de cepas y el área basimétrica con la densidad en número de pies. En ambos casos se encontraron coeficientes de correlación superiores al 10%, aunque hay que insistir en los altos niveles de dispersión de los datos.

Por último se realizó un análisis de componentes principales con las variables de la Tabla 1. A partir de este análisis, se vuelve a inferir que una de las variables que mejor explican la diferencia entre las masas es el porcentaje en número de pies de brezo. También la explican el diámetro normal medio de cepa, la altura dominante, la densidad y el área basimétrica.

### C) Conclusiones del estudio dasométrico y oportunidades de mejora

Las principales conclusiones que se derivan del estudio dasométrico realizado son las siguientes:

1. Es fundamental obtener información dasométrica sobre los tipos de masa sobre los que se están aplicando los tratamientos, la intensidad de los tratamientos que se aplican sobre las mismas, y la evolución con el tiempo.
2. Es preciso que esta información dasométrica se obtenga en función de la gestión que se realiza, para maximizar su utilidad.
3. Como primera aproximación, este estudio ha encontrado las siguientes variables como aquellas más significativas para describir estas masas de monte-verde jóvenes y procedentes de sucesivos ciclos de rejuvenecimiento:
  - Diámetro normal medio

- Altura dominante
- Proporción de *Erica arborea* en número de pies

No han de tomarse como una referencia absoluta, pero sí se ha considerado interesante destacarlas para validar su utilidad cuando se comience a realizar una medición más exhaustiva de los tipos de masa y los tratamientos aplicados.

## FICHAS SELVÍCOLAS: CATÁLOGO DE APROVECHAMIENTOS Y TRATAMIENTOS APLICADOS Y PROPUESTAS PARA EL FUTURO

### A) Tipos de masa de monteverde

A través de varios talleres con los técnicos del Servicio Técnico de Planificación y Proyectos Forestales y del Servicio de Gestión Territorial Forestal e Incendios del Cabildo de Tenerife se han descrito los tipos de monteverde que encontramos en el ámbito de esta Guía, desde el punto de vista de la gestión. Estos tipos de masa se recogen en la siguiente tabla.

**Tabla 2.** Tipos de masas de monteverde desde la perspectiva de la gestión. Elaboración propia.

Tipo de masa	Descripción
<b>BR</b> Brezal	Masas de brezo, generalmente arbustivas con fracción de cabida cubierta variable, en ocasiones defectiva, y presencia también ocasional de matorral (jara, tojo, zarza, codeso). En algunas ocasiones es imposible su evolución a masas más maduras por mala calidad de estación.
<b>FBA1</b> Fayal brezal acebiñal Tipo 1	Fayal-brezal-acebiñal arbustivo o arbóreo, de muy elevada densidad de cepas, con diámetro medio de resalvos inferior a 5 cm y aspecto muy impenetrable. La proporción de brezo en la composición específica es muy elevada.

<p><b>FBA<sub>2</sub></b> Fayal brezal acebiñal Tipo 2</p>	<p>Fayal-brezal-acebiñal arbustivo o arbóreo, de elevada densidad, con diámetro medio de resalvos entre 5 y 10 cm y aspecto denso, pero no tan impenetrable. Empiezan a diferenciarse algunos resalvos de porvenir dentro de las cepas. La proporción de brezo todavía es alta, pero no tan dominante como en el caso anterior. Puede aparecer regenerado de especies planifolias.</p>
<p><b>FBA<sub>3</sub></b> Fayal brezal acebiñal Tipo 3</p>	<p>Fayal-brezal-acebiñal arbóreo, de elevada densidad, con diámetro medio mayor de 10 cm, aspecto denso y con diferencia de resalvos de porvenir dentro de las cepas. Las cepas/pies de brezo comienzan a estar dominadas y a presentar síntomas de decaimiento. El regenerado y la presencia de otras especies es patente (laurel, follao, otras planifolias).</p>
<p><b>LS</b> LAURISILVA</p>	<p>Masas mixtas arbóreas de varias especies y con presencia significativa de laurel y follao. Diámetro medio mayor de 10 cm, aspecto denso y con diferencia de resalvos de porvenir dentro de las cepas. La presencia de brezo es testimonial, si es que aparece. El regenerado de las diferentes especies es significativo.</p>

## B) Aprovechamientos y tratamientos selvícolas sobre monteverde

A partir de la anterior clasificación de masas de monteverde y a través una vez más de talleres y entrevistas con los técnicos de ambos Servicios, se han recopilado las características de los aprovechamientos y tratamientos selvícolas que se han ejecutado sobre dichas masas y cuya descripción detallada se recoge en las fichas de la Guía.

**Tabla 3.** Resumen de los tipos de aprovechamientos y tratamientos selvícolas en monteverde. Elaboración propia.

Aprovechamiento/Tratamiento	Influencia en la evolución de la masa
A1. Aprovechamiento a matarrasa	Negativa
A2. Aprovechamiento intensivo	Negativa
A3. Aprovechamiento moderado	Positiva
T1. Resalveo inicial	Positiva
T2. Resalveo	Positiva
T3. Resalveo con entresaca de cepas	Positiva
T4. Entresaca por bosquetes	Positiva

T5. Entresaca selectiva	Positiva
T6. Repoblación de monteverde	Positiva
T7. Repoblación de enriquecimiento	Positiva
T8. Desbroce selectivo	Positiva

Estos tratamientos y aprovechamientos se definen y describen desde el enfoque de la evolución de las masas. Las fichas los describen de forma genérica, definiendo un número determinado de situaciones para que resulten una herramienta útil, pero no son cajones estancos, sino que pueden darse infinidad de circunstancias intermedias.

En la Tabla 3 se enumeran todos ellos, diferenciándolos ya entre actuaciones con influencia positiva o negativa en el desarrollo de la masa y en su propia sucesión ecológica.

### Aprovechamientos en monteverde

Los aprovechamientos se definen como una intervención sobre la masa de monteverde cuyo objetivo es la obtención de productos (4,7) para diversos usos agroganaderos. Prácticamente todo el monteverde del ámbito de estudio ha sido aprovechado en algún momento, aunque en la actualidad prácticamente sólo se aprovechan los montes privados (5).

En función de su intensidad se han definido tres tipos de aprovechamientos:

- 1. A matarrasa:** corta a hecho de la masa en rotaciones determinadas por la dimensión de los productos demandados, de aproximadamente 7 años. En este caso se extraían todos los restos y se acotaba el terreno al pastoreo para asegurar la regeneración.

Éste es un aprovechamiento de elevado impacto, que provoca una regresión del estado de desarrollo del monteverde, retrasando su progreso hacia masas más evolucionadas. Favorece además la dominancia de las especies resistentes a cortas sucesivas, especialmente del brezo. Si se aplica de manera continuada en el tiempo provoca una degradación severa de del hábitat, debido a la eliminación de especies nobles, la elevada extracción de nutrientes, los intensos procesos de erosión del suelo y el agotamiento de las cepas. Este agotamiento de las cepas provoca además que a largo plazo se dejen de obtener los productos demandados.

2. **Intensivo:** apeo de toda la masa de monteverde, pero dejando por lo menos 1 resalvo por cepa y todos aquellos con diámetro superior a 10 cm. Los restos se trituran y extraen para aprovecharlos.

Este tratamiento de la masa es algo menos impactante que el anterior, pero su aplicación constante puede tener las mismas consecuencias negativas.

3. **Moderado:** corta de chirpiales de las cepas de brezo, acebiño y laurel dejando por lo menos 1 de cada 3 en cada cepa y todos aquellos con diámetro superior a 10 cm. Es el que se realiza en la actualidad.

Es un tratamiento ecológicamente beneficioso para la masa, pues permite la evolución del monteverde, cerrando el dosel y manteniendo los nutrientes y el suelo. Sin embargo tiene el inconveniente de que no puede mantenerse a largo plazo, ya que pasados 2 ó 3 turnos de aplicación, las dimensiones de la vegetación ya no se ajustan a las necesarias para obtener los productos demandados.

Para intentar hacer de éste un aprovechamiento sostenible en el tiempo se ha sugerido la posibilidad de cambiar el modelo, permitiendo el aprovechamiento de un porcentaje limitado de individuos maduros cada 2 ó 3 turnos, siempre dejando como mínimo 1 resalvo por cepa. Esto permitiría seguir obteniendo los productos demandados de forma prácticamente indefinida.

Estos aprovechamientos se han ido sucediendo en el tiempo a medida que se iba tomando conciencia de las consecuencias de una explotación sin control. En la Figura 2 se observa cómo ha cambiado el aprovechamiento del monteverde a lo largo de los años.

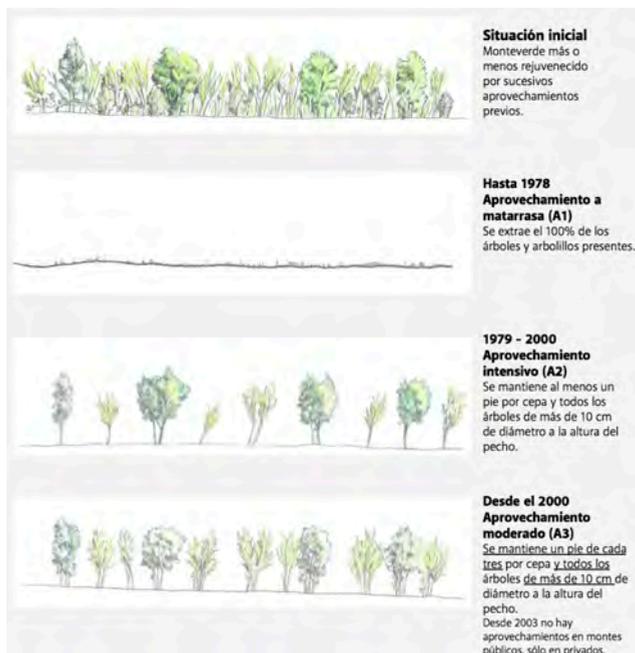


Figura 2. Evolución de los aprovechamientos de monteverde en las Zonas Centro y Este

### Tratamientos selvícolas en monteverde

Todos los tratamientos selvícolas en monteverde comparten el objetivo principal de apoyar la evolución de la masa hacia su conversión en monte alto, pasando sobre fustal sobre cepas, buscando alcanzar la vegetación potencial de cada estación. También se busca fomentar la utilidad del monte como proveedor de servicios ambientales, como son la mejora del ciclo hidrológico, el aumento de la biodiversidad, y potenciar sus funciones paisajísticas, educativas y recreativas (8,11).

Pero en función del estado de la masa, que se puede clasificar en base a los tipos de la Tabla 2, y los objetivos específicos de cada caso, se aplica uno u otro de los siguientes tratamientos:

1. **Resalveo inicial:** Se aplica sobre el brezal o el fayal brezal acebiñal tipo 1, proveniente de una fuerte entrada de luz al suelo, por un incendio, una matarrasa, etcétera, que ha provocado el rebrote de las cepas y la aparición de las especies heliófilas.

Consiste en la eliminación de todo lo muerto y lo fino, es decir, todo lo que tenga un diámetro inferior a 3 cm. Es importante en este caso no abrir demasiado la cubierta arbórea, reduciendo menos de un 20% la FCC, para evitar una nueva entrada de luz que provoque el rebrote de lo que hemos cortado. No se eliminan cepas enteras y los restos se trituran y se dejan *in situ*, para limitar la extracción de nutrientes.

Uno de los objetivos específicos de este tratamiento es liberar la masa para favorecer el crecimiento en altura y diámetro de los individuos que la forman, para facilitar la presencia de avifauna en su interior y para posibilitar la regeneración natural por semilla. Otro objetivo es la defensa de la masa contra incendios, reduciendo la cantidad y mejorando la distribución del combustible.

2. **Resalveo:** Se aplica sobre fayal brezal acebiñal tipo 2, masas que provienen típicamente de aprovechamientos abandonados hace más de 30 años y que no han sido alterados. En este tratamiento ya se seleccionan los chirpiales de futuro, dejando aquellos que participan del dosel arbóreo y eliminando los dominados, pero sin cortar cepas enteras. Se sigue controlando la entrada de luz, procurando que la disminución de la FCC sea inferior al 25%. Los restos generados tienen mayores dimensiones, por lo que los que no se pueden triturar, se acopian para que la población los aproveche.

Este tratamiento comparte los objetivos del resalveo inicial.

3. **Resalveo con entresaca de cepas:** Se aplica sobre fayal brezal acebiñal tipo 2 o tipo 3, pero siempre con bastante regeneración de especies planifolias. Se seleccionan como resalvos los chirpiales que participan del estrato dominante, eliminando incluso cepas enteras dominadas, principalmente de brezo. Ya se permite la entrada de luz para favorecer el desarrollo del regenerado. El volumen de residuos generados es considerable, por lo que hay que organizar muy bien su extracción, para minimizar el impacto sobre la regeneración existente.

El principal objetivo de este tratamiento es favorecer el desarrollo del regenerado de las especies más nobles, que faltan en el dosel, pero que ya participan de la masa con plántulas a la espera.

4. **Entresaca por bosquetes:** Este tratamiento es teórico, pues no se ha aplicado todavía en el monte verde de Tenerife. Se aplicaría sobre masas ya evolucionadas, fayal brezal acebiñal tipo 3 o incluso laurisilva, con abundante regeneración a la espera de especies más nobles que las presentes en el dosel arbóreo.

También podría aplicarse en el caso de que hubiera un bosque de individuos enfermos que se quisiera eliminar para sanear la masa. El tratamiento consiste en abrir un hueco o "gap" mediante la eliminación de un grupo de árboles (6).

Éste es un tratamiento de regeneración, que busca aumentar la diversidad específica, genética y estructural del bosque, favoreciendo el desarrollo de especies planifolias poco abundantes en el dosel. En el caso de eliminar un bosque de individuos enfermos el objetivo sería mejorar el estado fitosanitario del bosque.

5. **Entresaca selectiva de brezo:** Este tratamiento se ha aplicado en monteverde bajo pinar, planteado como una manera de eliminar y controlar el rebrote de brezo tras situaciones de intensa puesta en luz de la masa. Consiste en eliminar todas las cepas de brezo que compitan con especies planifolias, preferiblemente poco después del rebrote de la masa. La puesta en luz es mayor que en otros tratamientos, lo que obliga a un mantenimiento más constante, cada 3 años aproximadamente, pero por otro lado muy sencillo, ya que se limita a un desbroce a hecho de los rebrotes de brezo.

Los objetivos específicos de este tratamiento son: la defensa de la masa contra incendios, favorecer el desarrollo de las planifolias frente al brezo desde el primer tratamiento y mejorar las condiciones para la regeneración por semilla.

Se propone este tratamiento como aplicable en monteverde sin pinar, en el caso de que la presencia de brezo en la masa no supere el 50%.

6. **Replacación de monteverde:** Ésta puede ser una actuación complementaria a los tratamientos anteriores, como plantación de enriquecimiento para aumentar la diversidad específica o puede ser un tratamiento en si mismo, cuando la cobertura vegetal previa ha desaparecido. En este caso el objetivo puede ser la sustitución de especies alóctonas (pino radiata o eucalipto) por la vegetación potencial de la zona o la restauración de una zona afectada por un vendaval o un incendio.
7. **Desbroce selectivo:** Siempre acompaña a otro tratamiento principal, como actuación previa para poder acceder a la masa, para liberarla en el caso de mantenimiento de una replacación o para despejar el terreno antes de ejecutar una plantación de monteverde.

## CONCLUSIONES

Durante la elaboración de la guía se ha llevado a cabo un proceso de puesta en común y reflexión entre los diferentes técnicos gestores. A continuación se detallan las conclusiones de este proceso.

- La principal conclusión es que los tratamientos definidos en esta guía no son cajones estancos, existiendo muchas situaciones intermedias. Además están definidos de manera genérica y en base a la experiencia de los técnicos y sus observaciones en campo.
- El objetivo de los tratamientos, e incluso de los aprovechamientos que se llevan a cabo en la actualidad, es facilitar la evolución de las masas hacia estadios ecológicamente estables y que las hagan más resilientes a posibles perturbaciones como los incendios forestales y el cambio climático.
- Principales carencias y retos actuales:
  - Dentro del objetivo general de la gestión, los objetivos específicos son muy diversos y no se han establecido indicadores que permitan determinar en qué grado se alcanzan dichos objetivos. En este sentido es prioritaria la toma de datos que permita evaluar la eficacia de los tratamientos y permitan la toma de decisiones con un criterio basado en el conocimiento contrastado
  - Asimismo se hace hincapié en la necesidad, por parte de la Administración, de comunicar las actuaciones que se llevan a cabo y transmitir los objetivos que persiguen.
  - En este mismo sentido se hace necesaria una mayor participación de la sociedad, para lo que sería necesario establecer mecanismos que permitiesen recoger sus inquietudes y prioridades en materia de gestión forestal.

## REFERENCIAS

[1] Arévalo, J.R., 1998. "Organización espacial y temporal de la laurisilva de Anaga. Tenerife. Islas Canarias". *Tesis Doctoral*. Área de Ecología. Departamento de Parasitología, Ecología y Genética. Universidad de La Laguna. 1998.

- [2] Bermúdez, A. et al. "Floristic and structural recovery of a laurel forest community after clear-cutting: A 60 years chronosequence on La Palma (Canary Islands)" *Ann. For. Sci.* (2007) 109-119. 2007.
- [3] Cabello, S. "Análisis de Incendios Forestales en la isla de Tenerife 2000-2013". Área de Medio Ambiente, Sostenibilidad Territorial y Aguas. Cabildo de Tenerife. 2014.
- [4] Casanova, M.A. "Estudio de alternativas que propicien la disminución de la utilización de material forestal procedente de monteverde en los cultivos agrícolas en la isla de Tenerife". Encargo realizado por GESPLAN, S.A. dentro de «Acciones para la Conservación de las Palomas de la Laurisilva. Proyecto Life 1995-1996». 1996.
- [5] Conde, A.I. "Cartografía y descripción de aprovechamientos de monteverde para su gestión en los Montes de Utilidad Pública de "Agua García y Cerro del Lomo" y "El Sauzal" (Tenerife)". *Proyecto Fin de Carrera*. E.T.S.Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba. 2000.
- [6] Fernández-Palacio et al. "Estrategias de regeneración en la laurisilva". *Makaronesia. Boletín de la Asociación Amigos del Museo de Ciencias Naturales de Tenerife*. 2004.
- [7] García, J.L, Febles, M.F. "El aprovechamiento agroganadero del monteverde en la isla de La Palma (Canarias)". *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles N° 33*. 2002.
- [8] González, J.M. y Serrada, R. "Selvicultura de la laurisilva canaria". *Compendio de Selvicultura Aplicada en España*. Eds.: Serrada, R., Montero, G. y Reque, J.A. 1994.
- [9] IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. "Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007". *Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103*. FAO, Roma. 2007.
- [10] Medina, S. "Caracterización y propuesta de tratamientos selvícolas para las masas de monteverde de la comarca de Acentejo y el Término Municipal de La Orotava (Provincia de Santa Cruz de Tenerife)". *Proyecto Fin de Carrera*. E.U.I.T.Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. 2010.
- [11] Serrada et al. "Mejoras selvícolas a aplicar en el monteverde de la isla de Tenerife". IV Congreso Forestal Español, Zaragoza. 2005.
- [12] Puettmann, K.J., Coates, D., y Messier, C., 2009. "A critique of silviculture. Managing for complexity". Island Press. Washington. 189 p. 2009.

# Restauración forestal en la finca de Talavera, Parque rural de Teno, isla de Tenerife

---

M<sup>a</sup> de las Mercedes García Rodríguez\* y AGRESTA S. COOP.\*\*

**PALABRAS CLAVE:** resalveo, anillado, repoblación, laurisilva, termófilo, restauración, radiata

## RESUMEN

Este proyecto se promovió desde la oficina de gestión del Parque Rural de Teno, Área de Medio Ambiente del Cabildo de Tenerife, siendo financiado con fondos de FEOGA y su redacción y dirección fue llevada a cabo por la empresa AGRESTA.

La finca de Talavera situada en el municipio de Los Silos, con una extensión total de 204 ha, fue adquirida por el Cabildo de Tenerife en el año 2001 con objeto de su recuperación ambiental al haber sido objeto en el pasado de diversos aprovechamientos ganaderos, agrícolas y forestales.

El objetivo es la restauración forestal de unas 27 ha repobladas por pino radiata (*Pinus radiata*) entre finales de los años 60 y principios de los 70 para su aprovechamiento maderero. Esta zona de actuación fue dividida en cuatro parcelas en las que se

---

\* Ingeniera de montes, profesional independiente, especialista en uso público y sostenibilidad ambiental. Docente de la formación profesional para el empleo. Contacto: mmgarguez@gmail.com

\*\* AGRESTA, cooperativa de ámbito nacional, es una consultora ambiental especializada en el sector forestal, ingeniería en el medio natural y estudios de impacto ambiental. AGRESTA sede Islas Canarias: agrestatf@agresta.org

acometieron diferentes intervenciones con el objetivo común de instalar una masa autóctona y/o favorecer la evolución de la masa nativa presente a estados más desarrollados y ecológicamente maduros.

Los trabajos, que fueron iniciados en marzo de 2007 y finalizados dos años después, consistieron en la eliminación selectiva de pino radiata, mediante su apeo o anillado según las zonas; además del resalveo del brezo (*Erica arborea*) y desbroces de matorral, al objeto de acondicionar los terrenos para la apertura de hoyos y su plantación con especies de laurisilva y bosque termófilo según altitud y orientación, entre otras características. La ejecución de los trabajos se alargaron dos años después de su inicio debido fundamentalmente a la dificultad en la accesibilidad al lugar de intervención. Además hay que añadir la abrupta orografía, dureza del terreno y escasez de suelo fértil en ciertas zonas como hándicap en la ejecución del proyecto. En visitas posteriores se observa la evolución del anillado del pino radiata y la repoblación.

Se considera un éxito esta actuación para la recuperación de una zona con un alto potencial ecológico y paisajístico.

## PRESENTACIÓN

La finca de Talavera, que debe su nombre a su antiguo propietario, el conquistador de Tenerife Pedro de Talavera, se encuentra situada en la vertiente norte de la isla, en el municipio de Los Silos, lindando con el Monte de Utilidad Pública *Las Aguas y Pasos*, nº 11 del Catálogo. Posee una extensión total de 204 ha, siendo objeto en el pasado de diversos aprovechamientos ganaderos, agrícolas y forestales.

La finca Talavera fue consorciada, contrato entre el Patrimonio Forestal del Estado, PFE, y los particulares Hnos. Trujillo Martínez, para su repoblación en su totalidad, en el año 1972. Los consorcios de repoblación se realizaron en terrenos desarbolados con el objetivo de evitar o frenar la erosión y mejorar el ciclo hidrológico. La finca de Talavera se encontraba cubierta fundamentalmente por brezo en el momento de dicho consorcio. Las especies utilizadas para la repoblación fueron *Pinus canariensis* y *P. radiata*, estableciéndose una duración del consorcio de 50 años, turno propio del pino radiata. Como curiosidad el PFE asignó el número de elenco TF-3092.

Es de destacar que la finca de Talavera se encuentra incluida en el Parque Rural\* de Teno. Los parques rurales son aquellos espacios naturales amplios, en los que coexisten actividades agrícolas y ganaderas o pesqueras, con otras de especial interés natural y ecológico, conformando un paisaje de gran interés ecocultural que precisa su conservación. Su declaración tiene por objeto la conservación de todo el conjunto y promover a su vez el desarrollo armónico de las poblaciones locales y mejoras en sus condiciones de vida, no siendo compatibles los nuevos usos ajenos a esta finalidad.



Figura 1. Situación de la finca Talavera en el P.R. de Teno en la isla de Tenerife

El Parque Rural de Teno engloba diversas figuras de protección, además de la propia categoría de Espacio Natural Protegido, es Espacio Red Natura 2000 al haber sido declarado Zona de Especial Protección para las Aves, ZEPA Teno (ES0000106) y Zona de Especial Conservación, ZEC Teno (95\_TF). Declaraciones que demuestran el valor ecológico de este territorio.

\* En la nomenclatura internacional se corresponden con los espacios de categorías V y VI de UICN. [http://www.gobiernodecanarias.org/cm/ot/espaciosnaturales/categorias/parques/parq\\_rurales.html](http://www.gobiernodecanarias.org/cm/ot/espaciosnaturales/categorias/parques/parq_rurales.html)

El Plan Rector de Uso y Gestión, PRUG, es la herramienta de planeamiento por el que se instrumentan los objetivos de conservación y desarrollo sostenible de acuerdo con lo que establece el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales que para la isla de Tenerife está incluido en su Plan Insular de Ordenación, PIOT. El PRUG del Parque Rural aprobado por el Decreto 309/1999, publicación BOC de 3 de junio de 2000, establece una zonificación del territorio contemplando un régimen general de usos para todo su ámbito y otro específico para cada una de las distintas zonas delimitadas, así como unas normas sectoriales. Las actuaciones realizadas objeto de esta comunicación se encuentran en terrenos adscritos a la zona de uso moderado, estando esta zona constituida por aquellas superficies que permiten la compatibilidad de su conservación con actividades educativo-ambientales y recreativas\*.

Fue adquirida por el Cabildo de Tenerife en el año 2001 para su recuperación ambiental, justificando las actuaciones que se exponen a continuación y que se enunciaron como *FASE 1 del proyecto de "Obra forestal en el Parque Rural de Teno: Finca Talavera, Las Moradas, Monte del Agua y otras actuaciones forestales. Subproyecto Talavera", en el Parque Rural de Teno.*

## ESTADO EN EL MOMENTO DE REDACCIÓN DEL PROYECTO

Este capítulo ha sido extraído del *"proyecto de obra forestal en el Parque Rural de Teno: finca de Talavera, Las Moradas, Monte del Agua y otras actuaciones forestales"* elaborado por AGRESTA S. Coop. en marzo 2005.

Las unidades de actuación proyectadas en el interior de la Finca Talavera son: TA-01; TA-02; TA-03, TA-04, teniendo los objetivos comunes siguientes:

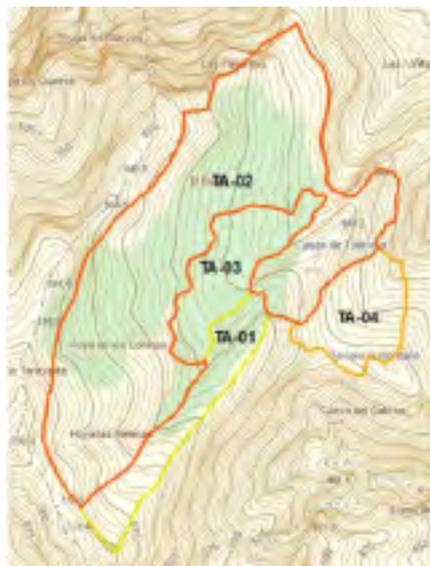
- Sustituir la masa de pino radiata por una formación autóctona de monteverde o monteverde-termófilo, según zona.
- Liberar el sotobosque presente bajo la cubierta de pinar, favoreciendo la evolución de la masa autóctona presente a estados más desarrollados y ecológicamente maduros.

---

\* En el artículo 22 del Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias se establece que los Planes y Normas de los Espacios Naturales Protegidos dividirán, en su caso, su ámbito territorial en zonas distintas según sus exigencias de protección, distinguiendo los usos de acuerdo a una determinada zonificación. <http://www.gobiernodecanarias.org/cmayot/espaciosnaturales/instrumentos/plan6.html>



**Figura 2.** Ubicación de la zona de actuación en la finca Talavera



**Figura 3.** Ubicación de las parcelas de actuación

Se destaca que existen dos accesos a la zona de actuación, uno de ellos por el sendero PR-TF 55 Talavera que parte cerca del núcleo de Los Silos y conlleva en torno a una hora de marcha a pie y de pendiente elevada. El otro acceso parte de El Palmar y discurre por vía asfaltada y por diversas pistas hasta llegar a sendero, siendo el tiempo estimado total en torno a una hora también desde El Palmar. Los operarios de la contrata utilizaban este acceso mientras que la dirección de obra utilizaba el PR-TF 55, ya que en el anterior sólo había sitio para virar un coche.

#### A) Parcela TA-01

Se trata de un pinar de pino radiata procedente de repoblación en fajas de aproximadamente 4 metros de ancho y distancia media entre pies de 3 metros. Éstas fajas de pinar se alternan con otras de anchura variable ocupadas por fayal-brezal.

El diámetro medio de los pinos es de 30 cm. Muchos pies de radiata están abatidos, puntisecos o con síntomas de decrepitud. Los pinos presentan alturas de entre 12 y 15 metros, con una altura media de 12 metros.

Las fajas de fayal-breza presentan una composición específica en la que destacan faya (*Myrica faya*), brezo (*Erica arborea*), acebiño (*Ilex canariensis*) y laurel (*Laurus azorica*), con una altura media comprendida entre los 5 y 6 metros y un estado de desarrollo defectivo, con multitud de rebrotes de cepa y biomasa seca.



Figura 4. Unidad de actuación TA-01

Tabla 1. Características parcela TA-01

Superficie	2,9 ha
Cotas	585 – 700 (630)
Pendiente media	20%

#### B) Parcela TA-02

Se trata de un pinar de radiata procedente de repoblación en ladera. La densidad del pinar es muy variable aunque en todos los casos es defectiva, encontrándose una densidad media aproximada de 120 pies por hectárea. Es sotobosque está formado por fayal brezal con altura media de 2 metros y con una cobertura también escasa.

**Tabla 2.** Características parcela TA-02

Superficie	18,5 ha
Cotas	505 – 710 (605 m)
Pendiente media	30%

**Figura 5.** Unidad de actuación TA-02

### C) Parcela TA-03

Nos encontramos con un pinar de radiata en fajas procedente de repoblación, con ausencia de sotobosque, con alturas comprendidas entre 8 y 10 metros y con un diámetro medio de 20 cm. Resulta una masa densa y cerrada, con elevada cantidad de biomasa seca en pie.

El estrato arbustivo resulta muy pobre con presencia puntual de jaras secas, brezo, codeso y cerrajas.



**Figura 6.** Unidad de actuación TA-03

**Tabla 3.** Características parcela TA-03

Superficie	3 ha
Cotas	540 – 610 (575 m)
Pendiente media	15%

#### D) Parcela TA-04

Pinar de pino radiata procedente de repoblación localizado sobre una ladera de orientación norte, maduro y con la presencia de un sotobosque de fayal brezal. La masa presenta un estado sanitario deficiente, con numerosos pies secos o puntisecos. El diámetro medio de los pies es de 30 cm y cuentan con una altura media de unos 10 metros.

**Tabla 4.** Características parcela TA-04

Superficie	2,7 ha
Cotas	540 – 610 (575 m)
Pendiente media	30%



Figura 7. Unidad de actuación TA-04

## ACTUACIONES PROYECTADAS

Las actuaciones en todas las parcelas son las mismas, si bien varía el grado de intensidad. La declaración de impacto ambiental no permitió la eliminación de los residuos mediante quema por lo que en el siguiente cuadro resumen ya se recoge el tratamiento que se han dado a los residuos.

Tabla 5. Resumen de actuaciones proyectadas

ACTUACIÓN	TRABAJOS
<p><b>CORTA DE PINO RADIATA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corta de pino radiata               <ul style="list-style-type: none"> <li>- TA-01: Corta de fajas ocupadas por pino insigne, 100% del número de pies.</li> <li>- TA-02: Clara del 50% del número de pies</li> <li>- TA-03: Corta de fajas ocupadas por pino insigne, a razón de dos fajas sí, una no.</li> <li>- TA-04: Clara del 50% del número de pies</li> </ul> </li> <li>• Desrame y tronzado de pies.</li> <li>• Apilado de madera gruesa.</li> <li>• Reducción de volumen de residuos con motodesbrozadora con disco astillador, y apilado de residuos.</li> </ul>

<b>REPOBLACIÓN DE MON- TEVERDEY TERMÓFILO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahoyado manual (40x40x40 cm)</li> <li>• Plantación manual 600 plantas/ha             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Excepto TA-02 800 plantas/ha</li> </ul> </li> <li>• Distribución al tresbolillo</li> <li>• Mezcla pie a pie</li> <li>• Especies de monteverde             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Excepto TA-02: 10 ha monteverde+ 8 termófilo</li> </ul> </li> <li>• Protección de la repoblación mediante mallas protectoras.</li> </ul>
---	--

En el caso de la TA-01 se añade como primera actuación la de resalveo del brezo y reducción de volumen de residuos con motodesbrozadora con disco astillador.

Se añade una aclaración respecto a la elección de especies de acuerdo al aporte de agua que reciben en esta zona, esta es la influencia de la precipitación horizontal que se encuentra desde la línea de cumbres hasta los 600 m. Esta zona de influencia tiene una importancia primordial, pues define un área dónde, por la frecuente presencia de nieblas y por la captación de precipitación horizontal por intercepción de la parte aérea de la vegetación, la humedad ambiental y edáfica es muy superior a la de las zonas circundantes. En consecuencia, a pesar del carácter más o menos xérico (mediterráneo, seco) que otorgan al parque la clasificación de los datos de las estaciones meteorológicas, en la zona afectada por el mar de nubes la precipitación horizontal supone un aporte tal que permite el desarrollo de formaciones vegetales características de **climas más mesofíticos** en la zona de actuaciones.

Las especies de monteverde varían en proporción según características de la parcela, siendo las incluidas faya (*Myrica faya*), acebiño (*Ilex canariensis*) y laurel (*Laurus novocanariensis*), palo blanco (*Picconia excelsa*), follao (*Viburnum rigidum*), viñatigo (*Persea indica*), barbuzano (*Apollonias barbujana*) y delfino (*Pleomeris canariensis*).

Las especies de bosque termófilo seleccionadas para la repoblación de 8 ha en la parcela TA-02 son sabina (*Juniperus phoenicea*), almácigo (*Pistacia atlántica*), madroño (*Arbutus canariensis*), mocán (*Visnea mocanera*), granadillo (*Hypericum canariense*), palmera (*Phoenix canariensis*), drago (*Dracaena draco*) y cornical, (*Periploca laevigata*).

## EXPEDIENTE DE LA OBRA

En noviembre del 2005 se adjudica la obra por el precio de 155.391,89€ siendo el coeficiente de adjudicación: 0,884999982 y el plazo de ejecución de catorce meses, retrasándose la firma del contrato a febrero del 2006 pero no será hasta junio de ese año cuando se reciba la declaración de impacto ambiental que permite la continuación de los trámites. En septiembre de ese año se designa al Director Facultativo de la obra y coordinador de seguridad y salud a la ingeniera de montes Mercedes García Rodríguez, perteneciente al equipo de AGRESTA S. COOP y el DIRECTOR TÉCNICO DE LA OBRA por parte oficina de gestión del Parque Rural de Teno, Cabildo de Tenerife, es D. J. Enrique Simó Pérez.

Tras seis meses se firma el acta de comprobación de replanteo, comenzándose los trabajos en la finca el 26/03/2007.

A lo largo de la obra se realizan varias modificaciones referidas a aspectos diferentes.

1. Incorporación de una serie de aspectos en materia de prevención de los riesgos laborales, lo que implica un incremento en el precio del contrato de 3.332,72 euros.
2. Uso de motoahoyadora por lo que se realiza adenda al plan de seguridad y salud. Esta máquina manual aumenta no sólo el rendimiento sino que también lo hace posible en zonas que debido a la naturaleza del terreno con herramientas manuales es prácticamente imposible.
3. Una vez comenzada la obra se observa que la vegetación existente en la determinadas zonas ha cambiado desde la realización del inventario del proyecto, 2004, y la dirección facultativa entiende la necesidad de modificar el proyecto original incluyendo tres nuevas unidades de obra todas ellas de anillado en diferentes densidades de radiata (alta, baja y media), siendo la principal razón que lo justifica:

No dañar el regenerado existente de plantas de especies de monteverde que han nacido de forma natural.

Junto con ésta se añaden las siguientes:

- Los residuos generados con esta actuación se incorporarían progresivamente al medio con lo que la asimilación de nutrientes por parte del suelo sería mayor.

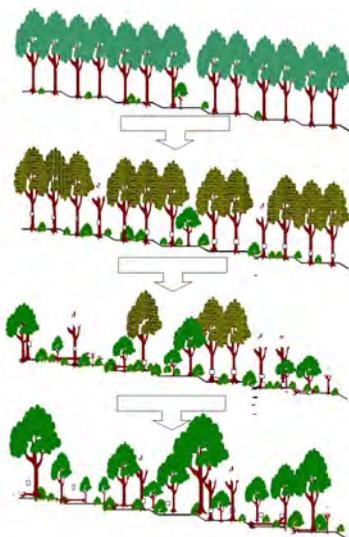
- Los residuos, al generarse de forma gradual, disminuyen el riesgo de incendios ya que la acumulación de materia seca en el medio es menor que si se apeara el total de los pies.
- La probabilidad de plagas es baja; de cualquier manera, en caso de producirse sólo afectaría a esta especie, y ayudaría a cumplirse el objeto del proyecto.

Se determinan las superficies de actuación por parcela:

- TA-01. Anillado del 100% de los pies, salvo los que están a pie de sendero.
- TA-02. Existen dos zonas, una por pendiente y otra por la regeneración de monte verde existente, en el que es mejor realizar anillado del 100% de los pies en esa zona.
- TA-04. Se añade anillar el 50% de los que quedan en pie, el 25% del origen.

Esta nueva modificación implica un incremento en el precio del contrato de 32,99 euros, que representa un aumento del 0,02 % sobre el presupuesto vigente en ese momento.

La evolución de la masa que se espera con este tratamiento se describe gráficamente en la siguiente figura:



**Figura 8.** Evolución masa de pino radiata anillada con sotobosque de monte verde

4. Ampliación de plazo solicitada por la empresa adjudicataria de ocho meses y medio, las razones aportadas fueron que en ese momento no se daban las condiciones adecuadas para la plantación y habría que esperar hasta la próxima estación lluviosa. Es una ampliación y no una suspensión ya que los trabajos necesarios para la plantación no están finalizados.
5. Segunda modificación respecto al proyecto, que reduce el presupuesto vigente en 2,92€, por una parte modificar las unidades de obra de repoblación; y por otra reducir el número de plantaciones originalmente previstas en proyecto. En ambos casos por causa sobrevenida, y por razones ajenas al contratista y a la dirección de obra:
  - a) En el proyecto de obra se contempló que el suministro de planta se realizara por el propio Cabildo Insular de Tenerife en bandejas alveolares. Sin embargo, la producción final de planta destinada al parque rural de Teno se ha realizado en su práctica totalidad en macetas de 1 litro, lo que supone una disminución notable del rendimiento contemplado en las partidas correspondientes a la repoblación. El rendimiento del ahoyado ha sido inferior al previsto en el proyecto como consecuencia de un terreno más pedregoso que el contemplado. Para compensar estas diferencias se ha propuesto modificar las unidades de obra de repoblación.
  - b) Por otra parte, se ha detectado que varias zonas en donde se tenía previsto efectuar labores de repoblación cuentan con una nacencia importante de plántulas de monteverde, proponiéndose la no intervención por razones de eficiencia y economía en aproximadamente unas 11,03 ha.
6. Segunda ampliación de plazo de un mes, hasta el 28 de febrero del 2009, debido a un ritmo inferior al previsto por condiciones atmosféricas adversas. El 10 de marzo se dan por finalizadas las obras firmando el acta de recepción.
7. Revisión de los precios debido al tiempo que transcurrió desde que se adjudicó la obra hasta que se firmó el acta de recepción del replanteo. Además en la medición final hubo un aumento en la medición en TA-01 y TA-03 de la unidad de obra denominada "repoblación de 600 plantas/ha acceso difícil". Ambos hechos supusieron un exceso con respecto al presupuesto adjudicado vigente de 12.156,06 €, siendo el coste de ejecución final de la obra de 170.913,89 €.

## SEGUIMIENTO DE LA OBRA

En este apartado se detalla el día a día de la obra por parcela de actuación, siendo el orden de ejecución en el que aparece descrito.

### A) Corta de pino radiata en TA-04

Parcela TA-04 se corta hasta el 50% como describe el proyecto y se apilan los restos de los residuos a lo largo de las curvas de nivel. Los pinos tienen gran volumen de rama por lo que los residuos generados son abundantes y el rendimiento es bajo.

Debido a las características de la parcela de elevada pendiente se seleccionan aquellos pies cuyo apeo tiene lugar en condiciones de seguridad. El apeo dirigido, para evitar que caigan ladera abajo, no es posible en la mayoría de los casos, ya que al tirarlos hacia arriba caerían por su propio peso deslizándose con peligro de derribo del motoserriista



Figura 9. Alto volumen de ramas



**Figura 10.** Eliminación de ramas bajas antes de apeo del pie.



**Figura 11.** Acumulación de residuos antes del apeo sólo de la mitad de las ramas bajas

## B) Corta de pino radiata en TA-03

TA-03 se corta de 1 de cada 2 fajas y se completa esta superficie a falta de un rodal de pequeñas dimensiones en el que se ve la presencia de nido de gavián común (*Accipiter nisus granti*) con un ejemplar y en el que se ha decidido no actuar (su puesta tiene lugar en abril, pero puede retrasarse de manera excepcional hasta mayo e incluso principios de junio). Se ha visto las cabezas de dos polluelos, si bien no se aprecia en la foto.

Para llegar a la proporción del proyecto se corta 1 pie de cada 3 en los 4 metros exteriores, 2 m a cada lado.



**Figura 11** Nido de gavián común (11/06/2007)



Figuras 12 y 13. Parcela TA-03

### C) Corta de pino radiata en TA-02

La densidad de esta parcela es muy variable y en algunas zonas se decide trabajar por fajas debido a la densidad del pinar.

En un barranquillo se respetan los pies de radiata que lindan con éste para que sus raíces sujeten el suelo. Los pies que se abatan de zonas interiores del monte se tirarán hacia el barranco para apilar a lo largo de curvas de nivel de éste y de esta forma ayudar a que se fije terreno y no continúe con el proceso erosivo que se está produciendo en él.

En la ladera próxima al sendero y situado tras las Casas de Talavera sólo se apean aquellos ejemplares que se puedan tirar y apilar sin que se vean desde el sendero y sin que caigan al pie al barranco donde se dañaría la vegetación existente y sería difícil su apilado.

Existen dos zonas en la TA-02 en la que la presencia de faya y brezo es alta, teniendo alturas en torno a 3 metros zona que es objeto de anillado en una siguiente fase.

Existen zonas donde el desbroce del matorral resulta adecuado para la posterior plantación.



Figura 14. TA-02



Figura 15. TA-02 Zona con faya y brezo



Figura 16. Antes de desbroce



Figura 17. Tras el desbroce

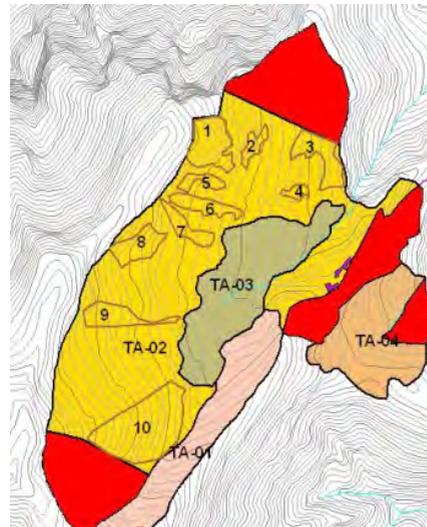


Figura 18. TA-02 zonas objeto de desbroce (línea marrón) Zonas rojas excluidas por pendiente

#### D) Resalveo de brezo en TA-01

Esta actuación provoca gran volumen de residuos que es conveniente disminuir al máximo con la motodesbrozadora y dispersarlos por el terreno antes de que se sequen. Las ramas más gruesas que no se pueden reducir se apilan para su pudrición en las zonas más propicias.

Con el fin de no tener que subir todos los días a obra la motodesbrozadora, la contrata prefiere dejar la fase de reducción para el final del resalveo. Cuando se sube la motodesbrozadora están tan secos los residuos que su uso es peligroso y se decide realizar su triturado con motosierra.



Figura 19. Resalveo parcela TA-01

#### E) Ahoyado

El terreno es muy compacto y a una determinada profundidad, más o menos 40 cm, se llega a roca madre.

El rendimiento de una cuadrilla compuesta por 1 capataz y 2 peones es de 40 hoyos/día mientras que el rendimiento con la máquina es de 50 hoyos/día. El terreno es muy duro y pedregoso por lo que lleva mucho tiempo la realización de cada hoyo y

en determinadas localizaciones se abandona su apertura porque las paredes son de consistencia similar al cemento y la planta tendría difícil arraigo.



**Figuras 20 y 21.** Ahoyado en la TA-01 en terraza tras su desbroce y Ahoyado mediante máquina.

Para intentar aumentar el rendimiento se trabaja con dos brocas, una de mayor diámetro que la otra y con una modificación a la punta, haciéndola más cortante para que mejorase la entrada en el terreno. Aun así los rendimientos son de 50-60 hoyos/día.

Ante la imposibilidad de cumplir plazos con estos rendimientos en un primer momento se trabaja una hora más al día obteniendo rendimientos de 90 hoyos/día, para posteriormente trabajar dos horas más al día, siendo efectivas en el trabajo las 8 horas, de lunes a jueves, estimándose rendimientos de 110 hoyos/día en suelo húmedo facilita el ahoyado. Finalmente se contrata un trabajador más y se incorpora una nueva máquina, siendo 4 trabajadores y dos máquinas el rendimiento es de unos 150 hoyos/8 horas

En la parcela TA-01 se realizan 1.356 hoyos, en la TA-02, 6.855 hoyos, en la TA-03, 1.356 hoyos y en la TA-04, 813 hoyos.

## F) Anillado

Se realizaron pruebas con el descortezador y machete para el anillado antes del verano del 2007. En los pies en los que se realizó la prueba de anillado se observa la diferente evolución de los mismos, en los que uno tiene totalmente secas las acículas, otros está puntiseco y otro se encuentra verde, tras un par de meses desde la intervención.

Finalmente se opta por realizar el anillado mediante desbrozadora al dar rendimientos muy superiores y ejecutarse con gran limpieza. La altura del anillado es aquella que le permite al operario realizarlo cómodamente.



**Figura 22.** Anillado en TA-01.



**Figura 23.** Detalle de anillado con moto desbrozadora

### G) Transporte de planta y plantación

En un primer momento el rendimiento en cada viaje varía en función de las dimensiones de las plantas, por ejemplo, 300 plantas en 2 viajes realizados por 4 personas en una jornada, es decir, una persona al día sube en torno a 75 plantas (mezcla de maceta y bandeja).

En noviembre se incorporan 3 trabajadores más a la obra, haciendo un total de 6, de los cuales 2 se dedican a plantación y 4 al transporte y plantación. Realizan un total de 2 viajes al día y los rendimientos suben 500 plantas al día para el transporte que ahora es en totalmente en maceta.

Se riegan las plantas antes de su transporte a obra, a pesar del aumento de peso que conlleva ya que no existe la posibilidad ni de riego de asiento ni de riego de mantenimiento tras la plantación.

El entutorado se debe realizar antes de 5 días desde su plantación según marca el pliego pero se determina que sea el mismo día o al día siguiente para evitar daños a las plantas.

Para la realización correcta de la distribución de especies, antes de comenzar esta tarea se entrega un croquis determinando las especies por zonas.

Próximo a la finalización el vivero no puede aportar más plantas y el Parque Rural, recoge en maceta plantas de una o dos savias germinadas de forma natural en zonas cercanas de altas densidades.



**Figura 24.** Transporte de planta por sendero hasta tajo.



**Figura 25.** Repoblación en TA-03



**Figura 26.** Repoblación en TA-02

Finalmente se realiza la repoblación satisfactoriamente finalizando la obra con la plantación de 10.124 plantas.

## VISITA SEPTIEMBRE 2014

En esta visita se pudo comprobar que el anillado evolucionaba de forma diferente según el ejemplar pero mayoritariamente estaban secos en pie.

Las especies elegidas para la repoblación tienen una evolución muy diferente, siendo la faya aquella que presenta mayores crecimientos y mayor tasa de supervivencia.



Figura 27.TA-01



Figura 28.TA-02



Figura 29.TA-03



Figura 30.TA-04

## CONCLUSIONES

Los trabajos contenidos en la presente obra han sido complejos siendo los más críticos el transporte de planta a pie mediante mochila y bandeja por un sendero de fuertes pendientes y en segundo lugar debido a la imposibilidad de llevar a cabo operaciones de riego, por lo que las lluvias y la precipitación horizontal son determinantes para el éxito de la repoblación.

Mientras que los dos puntos anteriores eran asumidos como retos en la obra, inconvenientes con los que no se contaban y supusieron disminución en el rendimiento y que hicieron prever un elevado porcentaje de marras, fueron los aspectos relativos a la dureza del terreno y la calidad del suelo en ciertas zonas, incluso su inexistencia. Otro punto desfavorable en la repoblación fue la entrega en maceta de las plántulas y las grandes dimensiones de algunas de ellas, tanto para su transporte como por su arraigo.

La modificación de corta a anillado al ser unidades de obra con una diferencia de precio grande permitió realizar la eliminación del pino radiata en una mayor superficie a la par que se protege el regenerado natural.

En un conteo realizado por el Parque Rural de Teno en febrero del 2010, tras un año de finalización de la obra se registraba una supervivencia superior al 70% y en algunas parcelas al 80%, con lo que la primera fase crítica fue superada

En sucesivas visitas se ha comprobado que el número de marras aparentemente era mayor, sin embargo en septiembre de 2014 se observó que existían números brotes nuevos en ejemplares aparentemente secos, por lo que la planta si tiene condiciones climáticas buenas vuelve a crecer, y este año ha sido favorable.

Los siguientes pasos deseables, aunque no fundamentales, se dividen en dos periodos, el primero en un futuro próximo, de reposición de marras y desbroce para eliminar competencia y favorecer la evolución de las plántulas que en muchos casos se encuentran en su interior esperando su momento. El segundo, tras un periodo de varios años se aconseja realizar la eliminación completa del pino radiata mediante anillado de los pies que están en pie en las parcelas TA-02 y TA-04 y su corta por fajas de aquellas que quedaron en la parcela TA-03, así como su plantación y con ello se completaría la restauración de la finca Talavera.

Por todo lo expuesto se considera que la actuación ha sido un éxito y si de manera natural en muchas zonas ya se estaba produciendo un regenerado esta actuación la ha reforzado, acelerado y ampliado superficialmente.

#### REFERENCIAS

[1] Trassierra Villa, Adela. Memoria del proyecto "Obra forestal en el Parque Rural de Teno: Finca Talavera, Las Moradas, Monte del Agua y otras actuaciones forestales", *Parque Rural de Teno*. Tenerife. Marzo 2005 (pp. 29-40)

[2][http://www.gobiernodecanarias.org/cmayer/espaciosnaturales/categorias/parques/parq\\_rurales.html](http://www.gobiernodecanarias.org/cmayer/espaciosnaturales/categorias/parques/parq_rurales.html) [Consulta: 23 de septiembre de 2014]

[3]<http://www.gobiernodecanarias.org/cmayer/espaciosnaturales/instrumentos/plan6.html>. [Consulta: 23 de septiembre de 2014]

# Recuperação e conservação de espécies e habitats no Maciço Montanhoso Central da Madeira

---

**Carlos Lobo**

Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza , Direção de Serviços do Jardim Botânico da Madeira , Eng.º Rui Vieira

## SUMÁRIO

Em primeiro lugar será abordado o que é o Maciço Montanhoso da Madeira, seguindo-se uma breve alusão à riqueza de recursos naturais desta área, as principais ameaças e consequências e por fim o projeto LIFE Maciço Montanhoso.

## MACIÇO MONTANHOSO DA MADEIRA

### O que é o Maciço montanhoso central

Região montanhosa da Ilha da Madeira que inclui as áreas localizadas acima dos 1.400m de altitude;

São consideradas duas zonas distintas, a parte Oriental e a Ocidental.

### O maciço montanhoso ocidental

O maciço montanhoso oriental é constituído por um planalto localizado a cerca de 1500m de altitude. A área tem elevada precipitação e nevoeiro frequente, tendo grande importância na recarga dos aquíferos. Contudo, a cobertura florística é em geral pobre, havendo uma elevada cobertura de *Pteridium aquilinum* e das espécies invasoras *Cytisus scoparius* e *Ulex europeus*.

### O maciço montanhoso oriental (MMO)

O maciço montanhoso oriental apresenta relevo em geral muito acidentado, com predominância de escarpas com declives superiores a 45%. Aqui situam-se os picos de maior altitude da Madeira. A precipitação é elevada, sendo o nevoeiro frequente, tendo esta região grande importância na recarga dos aquíferos da ilha. Esta região do maciço montanhoso da Madeira inclui uma importante cobertura florística, com diversas espécies endémicas.

## RECURSOS NATURAIS

### Flora vascular

Dos cerca de 164 taxa endémicos da Madeira, 53 estão presentes no maciço montanhoso, dos quais 27 são exclusivos. Existem ainda cerca de 14 comunidades vegetais diferentes, dos quais 8 são exclusivos do maciço montanhoso.

### Flora avascular

Dos briófitos endémicos da Madeira, 1 existe no maciço montanhoso.

### Aves

17 taxa de aves ocorrem no maciço montanhoso, dos quais 2 são exclusivos da ilha da Madeira, 4 são exclusivos do arquipélago da Madeira e 8 são endémicos da Macaronésia.

### Malacofauna

32 taxa de caracóis terrestres endémicos do maciço montanhoso.

## Insectos

Número elevado de taxa endémicos da Madeira e Macaronésia.

No âmbito da flora vascular do maciço montanhoso da Madeira, destacam-se dois tipos principais de vegetação: Comunidades rupícolas de altitude e o Urzal.

As comunidades rupícolas de altitude são mais comuns entre os 1600 e 1800m de altitude e incluem elevada diversidade de espécies. Muitas destas são endémicas da Madeira, algumas exclusivas do Maciço Montanhoso.

O Urzal é o tipo de vegetação que ocupa maior extensão no maciço montanhoso. Este pode ser de dois tipos:

- Urzal de transição, comunidade vegetal com distribuição entre os 1400 e 1500m de altitude e dominada por *Erica platycodon* subsp. *maderincola* e *Vaccinium padifolium*. Este Urzal constitui uma etapa de transição da Laurissilva para o Urzal de altitude.
- Urzal de altitude, vegetação dominada por *Erica arborea* com distribuição entre os 1500 e 1700 m de altitude. No maciço montanhoso da Madeira, existem dois tipos de comunidade vegetal dominada por *Erica arborea*; uma comunidade vegetal de *Erica arborea* sob a forma de matos densos, até 3 m de altura e outra, sob a forma de bosque, com *Erica arborea* a atingir 10 a 15 metros de altura, e com o sub-bosque muito esparso.

Em geral, as comunidades vegetais de Urzal de altitude não reúnem elevada diversidade de espécies.

## Bloco ameaças

Em Agosto de 2010, tempo extremamente quente e seco, associado a ventos fortes, contribuíram para a ocorrência de um incêndio de grandes proporções na ilha da Madeira. O incêndio destruiu aproximadamente 80% do Maciço Montanhoso Oriental e afetou uma parte significativa da fauna, flora, vegetação e habitats desta região.

Em consequência, verificou-se:

- A perda de populações de espécies endémicas da Madeira. Destaca-se *Sorbus maderensis*, espécie endémica do Maciço Montanhoso e criticamente ameaçada de extinção, cuja maior população, localizada no Pico do Areeiro, foi totalmente destruída;
- A perda de populações de espécies com interesse de conservação. Destaca-se a perda de diversas subpopulações de *Taxus baccata*, espécie indígena e extremamente rara na Madeira;
- A perda de comunidades endémicas da Madeira. Destaca-se a perda da área de bosque de *Erica arborea* no Pico Ruivo, com diversas árvores de grande porte e provavelmente centenárias.
- Degradação dos habitats por espécies vegetais com carácter invasor. Destaca-se a proliferação de *Cytisus scoparius* (Giesta), espécie vegetal alóctone com carácter invasor. Esta espécie é muito agressiva no pós-incêndio, sendo muito competitiva e fortemente impeditiva da recuperação e desenvolvimento dos habitats naturais.

Após o incêndio, e embora a recuperação espontânea dos recursos naturais afetados esteja em curso, face:

- À perda de populações naturais de espécies de interesse comunitário e com estatuto de conservação ameaçado;
- À importante disseminação de espécies invasoras nas áreas queimadas, que representam uma ameaça significativa para a recuperação normal da flora e vegetação indígena e dos habitats.

A Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza, em parceria com o Serviço do Parque Natural da Madeira, submeteram ao programa de financiamento comunitário LIFE o projeto Recuperação e conservação de espécies e habitats do Maciço Montanhoso Central da Madeira.

## O PROJETO LIFE MM

O projeto “Recuperação e conservação de espécies e habitats do Maciço Montanhoso Central da Madeira” - LIFE11 NAT/PT/000327 – LIFE Maciço Montanhoso – tem um orçamento total de 1.225.022,00 €, sendo participado a 50% pela União Europeia e 50 % pelo Governo Regional da Madeira. O projeto iniciou em Outubro 2012 e decorrerá até finais de 2016.

### Objetivos do projeto

O projeto, com mais de 40 ações distintas, tem como principais objetivos gerais: (i) Criação de cartografia de espécies invasoras no MMO; (ii) Atualização da cartografia das espécies alvo do projeto; (iii) Potenciar o estabelecimento e a expansão dos habitats “Charnecas macaronésicas endémicas”, Florestas endémicas de *Juniperus* spp. e Florestas mediterrânicas de *Taxus baccata* em áreas selecionadas no MMO, através da regeneração de áreas dominados por espécies invasoras; (iv) Reforço de populações das espécies alvo negativamente afetadas pelo incêndio de Agosto de 2010; (v) Desenvolver um programa de sensibilização ambiental dirigidas ao público em geral para a importância dos recursos naturais do MMO, ameaças e conservação.

O projeto tem como alvo 13 espécies; 11 vegetais e 2 animais, e 3 habitats, selecionados por serem de interesse comunitário e listadas na Diretiva habitats.

Tirando partido de todo o trabalho de campo de inventariação e do trabalho de reforço de populações de espécies no âmbito das ações de conservação, serão ainda consideradas outras espécies endémicas da Madeira que apresentam estatuto de conservação ameaçado.

Os habitats alvo do projeto, para além de terem interesse comunitário e listadas na Diretiva habitats, têm presentemente uma ocorrência rara na Madeira, confinada às zonas montanhosas centrais da Ilha. Estas áreas estão em geral gravemente ameaçadas pela proliferação de espécies com carácter invasor.

No habitat Charnecas macaronésicas endémicas, o projeto tem como alvo a comunidade arbórea (bosque) dominada pela Urze molar (*Erica arborea*). Esta comunidade vegetal é endémica da Madeira, sendo extremamente importante na captação de água dos nevoeiros pelo processo de precipitação oculta. Presentemente esta comunidade vegetal está muito degradada devido à utilização, desde a colonização da ilha, da madeira de *Erica arborea* na construção e como combustível.

Até 2010, existiam na Madeira dois bons núcleos desta floresta; uma no Paul da Serra e outra Pico Ruivo, constituído por diversas árvores centenárias.

### Florestas endémicas de *Juniperus* spp.

Registos históricos do início da colonização da Madeira indicam a existência de grandes áreas com *Juniperus maderensis* no maciço montanhoso. Contudo, o elevado valor da madeira desta espécie na construção, tendo sido considerada madeira nobre, e a contínua exploração desta espécie ao longo de séculos, contribuíram para a degradação das suas populações.

Atualmente, este habitat tem uma ocorrência escassa na Madeira, confinada às zonas montanhosas centrais da Ilha, com dimensão muito reduzida.

### Florestas mediterrânicas de *Taxus baccata*

Registos históricos do início da colonização da Madeira indicam a existência de grandes áreas com *Taxus baccata* no maciço montanhoso. Contudo, a contínua exploração de *Taxus baccata* na Madeira ao longo de séculos, com a exportação de grande quantidade de madeira desta espécie para a Europa, contribuiu para que no século XIX fosse considerada por botânicos como quase extinta na natureza. Atualmente, *Taxus baccata* tem uma ocorrência escassa na Madeira, confinada às zonas montanhosas centrais da Ilha, com um reduzido número de indivíduos e populações.

### Objetivo: Desenvolvimento da criação de cartografia de espécies invasoras no MMO

Desde o início do projeto têm sido realizadas diversas deslocações ao longo de todo o maciço montanhoso, onde é registada diversa informação sobre a distribuição, densidade e agressividade de *Cytisus scoparius* e *Ulex europeus*. Nas áreas inacessíveis, o trabalho de inventariação é realizado com binóculos e fotografia de grande resolução para posterior análise de imagens em computador.

Embora exista já uma cartografia de distribuição preliminar constituída por quadrículas de 100x100m, face ao relevo muito irregular do maciço montanhoso oriental com declives superiores a 45°, está a ser preparada uma cartografia com maior resolução - 25x25m -.

### Objetivo: Atualização da cartografia das espécies alvo do projeto

Desde o início do projeto têm sido realizadas diversas deslocações ao longo de todo o maciço montanhoso, onde é registada diversa informação sobre a distribuição, densidade, fenologia, ameaças e espécies companheiras das espécies alvo do projeto. As deslocações têm ainda como objetivo confirmar a existência de populações anteriormente referenciadas em herbário ou na literatura, bem como registar novas populações.

Objetivo: Potenciar o estabelecimento e a expansão dos habitats em áreas seleccionadas no MMO, através da regeneração de áreas dominados por espécies invasoras.

Para cada habitat alvo do projeto, foram definidas áreas de intervenção; 1 parcela para o habitat Charnecas macaronésicas endémicas e 5 parcelas para cada habitat Florestas mediterrânicas de *Taxus baccata* e Florestas endémicas de *Juniperus* spp.

As áreas foram seleccionadas tendo em conta: (i) Área naturalmente restrita, por forma a tornar exequível a regeneração do habitat no tempo do projeto; (ii) Área onde exista ou existiu no passado as comunidades ou espécies vegetais alvo do projeto; (iii) Área com condições edafo-climáticas adequadas ao desenvolvimento das comunidades vegetais alvo; (iv) Área localizada em zonas altas, por forma a melhor controlar o desenvolvimento da vegetação invasora e permitir uma melhor dispersão das sementes para áreas a jusante; (v) Proximidade de outras comunidades vegetais ou habitats com interesse especial de conservação ou comunidades vegetais ou habitats com espécies com especial interesse de conservação; (vi) Existência de condições mínimas de acesso e de segurança no desenvolvimento dos trabalhos de remoção e controlo das plantas invasoras e desenvolvimento das indígenas.

A parcela do habitat Charnecas macaronésicas endémicas seleccionada para intervenção apresenta elevada regeneração natural de *Erica arborea*, cujo desenvolvimento está, contudo, fortemente condicionado pela espécie invasora *Cytisus scoparius*.

Assim, nesta parcela, o objetivo é fomentar a regeneração natural da *Erica arborea* através do controlo/erradicação "cirúrgico" de *Cytisus scoparius*. Numa fase posterior, nas áreas onde está a ser erradicada *Cytisus scoparius* e não se verifique regeneração de *Erica arborea*, serão realizadas plantações de *Erica arborea*.

As parcelas dos habitats Florestas endémicas de *Juniperus* spp. e Florestas mediterrânicas de *Taxus baccata* alvo de intervenção estão a ser alvo de controlo/erradicação de *Cytisus scoparius*. Posteriormente, será realizado o reforço/reintrodução das populações das espécies *Juniperus maderensis* ou *Taxus baccata* (conforme as parcelas em questão), bem como a introdução das principais espécies vegetais das comunidades vegetais a que pertencem *Juniperus maderensis* e *Taxus baccata*.

Note-se que estas comunidades vegetais incluem diversas espécies alvo do projeto, pelo que no âmbito desta ação será ainda realizado o reforço/reintrodução dessas espécies.

### Objetivo: Reforço de populações das espécies alvo do projeto

Tal como referido acima, no âmbito do objetivo de potenciar o estabelecimento e a expansão dos habitats em áreas selecionadas no MMO, será realizado o reforço/reintrodução das espécies alvo.

Com base nos trabalhos de inventariação das espécies alvo do projeto, ficou demonstrado que as espécies alvo *Berberis maderensis* e *Sorbus maderensis* tinham populações que necessitam de intervenção.

Das três populações de *Berberis maderensis* existentes, apenas 1 está acessível e encontra-se fortemente ameaçada por *Cytisus scoparius*. A área onde está localizada esta população está a ser alvo de controlo de *Cytisus scoparius*, reforço de efetivo populacional de *Berberis maderensis* e plantadas as principais espécies arbustivas da comunidade a que pertence *Berberis maderensis*.

*Sorbus maderensis* tem apenas duas populações naturais na Madeira, sendo que a maior foi muito afetada no incêndio de 2010. Face à intervenção do proprietário dos terrenos no sentido de recuperar a população de *Sorbus maderensis* nessa área, no âmbito deste projeto está a ser realizado o reforço da população da espécie no Pico Ruivo. Esta população é constituída por um único indivíduo de grande porte. A área onde está localizada esta população está a ser alvo de controlo de *Cytisus scoparius*, reforço do efetivo populacional de *Sorbus maderensis* e plantadas as principais espécies arbustivas da comunidade a que pertence *Sorbus maderensis*.

## Intervenção

A concretização destes trabalhos de conservação têm envolvido a recolha de sementes e estacas de populações naturais das espécies alvo, bem como a utilização de sementes das espécies alvo mantidas nas coleções do Banco de Sementes do Jardim Botânico da Madeira “ Eng.º Rui Vieira.

A partir desses materiais foi possível garantir a produção de plantas cuja origem é da área onde estão a ser reintroduzidas.

O relevo do maciço montanhoso é inóspito, sendo apenas acessível por caminhada ao longo de diversos trilhos. As parcelas alvo de intervenção estão localizadas ao longo do maciço oriental, em áreas inacessíveis por meios mecânicos. Assim, o transporte de máquinas para o corte de invasoras e de plantas para a plantação têm de ser feitos por meios humanos.

Embora o maciço montanhoso tenha um elevado índice de precipitação, nos períodos estivais a presença de água é muito restrita. Esta situação tem obrigado à colocação de diversos contentores para armazenar água próximos de algumas parcelas alvo de intervenção para garantir a rega das plantas no verão.

**Objetivo: Desenvolver um programa de sensibilização ambiental dirigidas ao público em geral para a importância dos recursos naturais do MMO, ameaças e conservação.**

Por forma a divulgar a riqueza de recursos naturais do maciço montanhoso, as suas ameaças e o projeto, foi criada uma página eletrónica e uma página no facebook sobre o projeto. Nestas páginas está disponível diversa informação textual e galerias de fotografias, sendo esses conteúdos atualizados regularmente.

Têm sido realizadas diversas palestras sobre o projeto e maciço montanhoso em escolas e hotéis.

Têm também sido desenvolvidos diversos produtos de merchandising; camisolas, bonés, marcadores, folhetos informativos, referentes ao projeto para distribuir à população em geral.

Estão previstas ainda a criação de exposições itinerantes e ainda diverso material de divulgação.

O projeto inclui uma ação cujo objetivo é o fomento de ações de voluntariado em diversas ações de conservação, nomeadamente: recolha de sementes, controlo de invasoras e a realização de plantações. Essas atividades já iniciaram com a recolha de sementes de diversas espécies, prevendo-se ao longo de 2015 o desenvolvimento do controlo de espécies invasoras e de plantações.

# GesFlorA – Plataforma Digital para Gestão Florestal nos Açores

---

Vasco Medeiros <sup>1</sup>, Ruben Amaral <sup>1</sup>, Nuno Ponte <sup>2</sup>, João Pacheco <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Direção Regional dos Recursos Florestais, Rua do Contador, 23, 9500-050, Ponta Delgada; email: info.drrf@azores.gov.pt

<sup>2</sup> Azorina – Sociedade de Gestão Ambiental e Conservação da Natureza, Avenida Antero de Quental, n.º 9C, 2º andar, Edifício CTT, 9500-160 Ponta Delgada.

**PALAVRAS-CHAVE:** planos de gestão florestal; plataforma digital; GesFlorA, Açores; recursos florestais.

## RESUMO

Os Planos de Gestão Florestal (PGF) constituem documentos orientadores para a gestão operacional das explorações florestais, através da definição de modelos de organização espacial, sobre os quais se planeiam todas as intervenções a realizar no âmbito da gestão florestal.

A Direção Regional dos Recursos Florestais (DRRF) está a desenvolver uma plataforma digital para a gestão florestal nos Açores (GesFlorA) que permitirá elaborar Planos de Gestão Florestal e, de uma forma dinâmica, apoiar a gestão das propriedades florestais públicas e privadas na região. Com esta plataforma digital a tutela poderá orientar a gestão florestal para o cumprimento de metas estabelecidas ou a estabelecer no âmbito da política florestal Regional. Será possível prever qual a área que será cortada e arborizada, num horizonte de médio/longo prazo, e com base nesta dinâmica será garantida uma gestão responsável dos recursos florestais, bem como a eficiência na

gestão de recursos, através da previsão de despesas e receitas da atividade florestal e da necessidade de produção de plantas em viveiro para assegurar as rearborizações.

Na presente comunicação pretende-se apresentar a plataforma digital GesFlorA, atualmente em fase de testes na DRRF.

## INTRODUÇÃO

Um plano de gestão florestal permite, a longo prazo, ter a perceção de como será a gestão de uma exploração florestal, mas a integração de um conjunto alargado de PGF's numa plataforma digital permitirá ter a noção desta gestão numa base territorial muito mais vasta. A aplicação informática que está a ser desenvolvida pela Direção Regional dos Recursos Florestais (DRRF) possibilitará orientar a gestão florestal para o cumprimento de metas estabelecidas ou a estabelecer no âmbito da política florestal Regional. Por exemplo, será possível prever qual a área que será cortada e arborizada nos próximos anos, e com base nesta dinâmica verificar se está garantida a gestão sustentável dos recursos florestais, se está acutelada a produção de plantas em viveiro para assegurar as arborizações previstas, entre outras análises.

A existência de uma aplicação informática com o potencial de responder àquelas questões abre também caminho para a desejável certificação da gestão florestal na Região, permitindo que explorações florestais que interagem na plataforma digital GesFlorA possam ser certificadas em grupo.

Porém, se a elaboração dos PGF's não for devidamente orientada, corre-se o risco de se perder a amplitude territorial e a capacidade de predição global referida, pelo facto de se adotarem diferentes formatos de base e modelos organizacionais distintos na produção destes documentos.

Assim sendo, a Direção Regional dos Recursos Florestais pretendeu antecipar-se a esta situação, criando para tal uma plataforma digital comum, através da qual os promotores da gestão florestal elaborem os seus Planos de Gestão Florestal. Através de um registo e autenticação na plataforma, que deverá ser acedida via Web, os promotores terão acesso a toda a informação de base que lhes permite, através da plataforma digital, proceder à criação dos Planos e gerir as suas explorações florestais.

Desta forma garante-se uma base de trabalho comum e a homogeneidade da informação a produzir, disponibilizando simultaneamente aos promotores um facilitador extraordinário para a produção dos documentos necessários, nomeadamente a nível de cartografia.

## MÉTODOS

A Plataforma Digital GesFlorA funcionará ligada ao SIG-DRRF através de plataforma Web assente em Microsoft SQL Server, IIS e Tecnologia ESRI nas suas versões mais recentes.

Os Planos de Gestão Florestal serão constituídos por um documento de avaliação e por um modelo de exploração, que serão elaborados em vários módulos da plataforma digital.

### A) Documento de Avaliação

O documento de avaliação visa recolher toda a informação relativa à caracterização da área de estudo, que seja essencial à sustentação da tomada de decisão no Modelo de Exploração. Assim sendo essa caracterização é constituída pelas seguintes componentes: Enquadramento social e territorial dos PGF; Caracterização biofísica da exploração florestal; Regimes legais aplicáveis; Contratos existentes; Caracterização de infraestruturas.

#### Enquadramento social e territorial dos PGF

Nesta primeira etapa é criado o identificador do PGF, o qual será a chave para ligação a toda a restante informação da base de dados, sendo imediatamente definida(s) a(s) entidade(s) responsável(is) pela sua elaboração bem como a(s) entidade(s) responsável(is) pela gestão da exploração florestal (promotores do PGF), que podem ou não ser as entidades que detêm a posse da terra. São identificados também os prédios que constituem a exploração florestal alvo de PGF, bem como os respetivos proprietários.

A aplicação exibirá, como base, os limites dos prédios que constam no Cadastro do SIG-DRRF. Desta forma evita-se que o registo de novos prédios se sobreponha a outros já existentes.

### Caracterização biofísica da exploração florestal

A caracterização biofísica da propriedade pressupõe a existência de alguma cartografia de base, que estará disponível no visualizador de mapas na plataforma GesFlorA, nomeadamente ortofotomapas, cartas militares, cartas altimétricas, cartas de declives, cartas de exposição solar, cartas com os principais elementos hidrográficos com zonas tampão, cartas com a expressão territorial das principais variáveis climáticas, cartas de superfície, cartas da rede elétrica com zona tampão, cartas da rede viária.

Além da preparação destes mapas, a plataforma disponibiliza uma tabela onde é realizada uma descrição sumária dos aspetos relevantes ao nível da caracterização biofísica da propriedade.

Nesta etapa ficaram disponíveis os relatórios e mapas de caracterização biofísica necessários para incluir no PGF.

### Regimes legais aplicáveis

Esta componente da aplicação visa discriminar os regimes legais aplicáveis que condicionam a gestão florestal da exploração.

Pretende-se assim disponibilizar aos utilizadores da plataforma uma ferramenta de interseção de instrumentos de gestão territorial com cada uma das parcelas da unidade de gestão florestal. Assim, automaticamente se terá a perceção de quais as condicionantes de gestão florestal impostas por outros instrumentos de gestão territorial, nomeadamente, Parque Natural de Ilha, Planos de Ordenamento de Áreas Protegidas, Planos de Ordenamento de Bacias Hidrográficas de Lagoas, Planos de Ordenamento de Orla Costeira, Planos Diretores Municipais, entre outros.

A partir do limite do prédio desenhado pelo utilizador, e através de interseção espacial deste limite com os elementos cartográficos que materializam as condicionantes daqueles planos, será automaticamente apresentada uma lista com as regras e restrições que os promotores do PGF terão de respeitar na elaboração do mesmo, decorrentes dos regimes legais pré-instituídos.

### Contratos existentes

Identificação de contratos existentes na área da exploração florestal, quer com entidades privadas quer com entidades públicas (p. ex. prédio em regime de arrendamento ou comodato).

### Caracterização de infraestruturas

Esta componente da aplicação visa a representação gráfica das infraestruturas existentes, a beneficiar e a construir no âmbito do PGF. Estas infraestruturas poderão ser a rede viária e divisional da exploração florestal, pontos de água ou estruturas edificadas de apoio à gestão florestal.

## B) Modelo de exploração

Ao nível do Modelo de exploração a aplicação GesFlorA permite, com base em toda a caracterização previamente realizada, delinear a gestão operacional da exploração florestal.

As unidades de gestão, os talhões e as parcelas são vectorizadas em ambiente SIG no visualizador de mapas da plataforma digital GesFlorA, tendo por base o acesso a ortofotomapas e a toda a informação cartográfica produzida no documento de avaliação. É nesta fase que se deve proceder ao ordenamento florestal, através da caracterização funcional da exploração florestal, tendo em conta o uso futuro das áreas submetidas a gestão, com a consequente delimitação das unidades de gestão, talhões e parcelas. Paralelamente, para cada parcela, a interface permite que o utilizador defina o cronograma de ações de intervenção a realizar (p. ex. monitorização, instalação do povoamento, manutenção e condução do povoamento, exploração do povoamento), cuja execução efetiva será posteriormente validada pela DRRF, permitindo ao proprietário florestal obter um registo histórico que certificará as intervenções silvícolas realizadas, potenciando o valor comercial das áreas que forem sujeitas a uma gestão florestal tecnicamente adequada. A plataforma irá possibilitar ao proprietário florestal imprimir um certificado digital que comprova a correta realização das operações culturais, após a validação pela DRRF.

### Caracterização funcional

A partir de uma lista de Funções pré-definidas, pretende-se que o utilizador indique quais as ocupações funcionais dos solos relevantes para a exploração florestal em causa, elaborando um memorando sintético de como estas funções serão consubstanciadas no âmbito do Modelo de organização espacial e na execução concreta do Plano de Gestão Florestal (critérios a adotar para definir qual a função principal de uma parcela de terreno).

As funções que estão disponíveis na plataforma são: agrícola (A); conservação da biodiversidade (B); proteção do solo (S); proteção da rede hidrográfica (H); cortinas de abrigo (C); faixas de compartimentação (F); produção lenhosa (M); viveiros florestais (V); infraestruturas (I); recreio florestal (R).

### Modelo de organização espacial e Gestão operacional

Esta é a componente do sistema onde efetivamente se materializam as opções técnicas e operacionais do Plano de Gestão Florestal.

A delimitação das parcelas com base em ortofotomapas e em toda a informação cartográfica produzida no documento de avaliação, é efetuada pelo utilizador no visualizador de mapas da plataforma GesFlorA, que permite a vectorização de todas as parcelas que forem definidas na exploração florestal. Este mosaico constituirá a base do modelo de organização espacial do PGF. Nesta fase cada parcela será enquadrada num talhão e numa unidade de gestão, sendo-lhe ainda atribuída uma função principal e uma secundária. Por exemplo, uma parcela pode ter como função principal a proteção da rede hidrográfica e como secundária a conservação da biodiversidade, ou como função principal a proteção do solo e secundária a produção de material lenhoso.

### Caracterização da ocupação e composição das parcelas

Seguidamente, cada parcela com uso florestal será caracterizada num formulário quanto à sua ocupação atual (p. ex. povoamento, área em exploração - venda de material lenhoso, área explorada), composição, estrutura e existências em material lenhoso.

### Gestão Operacional

Este módulo permitirá ao utilizador definir o conjunto de ações de intervenção a realizar sobre as parcelas e sobre as infraestruturas existentes, bem como o seu escalonamento temporal. Simultaneamente, nas ações que envolvam plantação

ou adensamento de áreas florestais, são discriminadas as espécies a empregar e as respetivas quantidades. O formulário deste módulo, para cada uma das ações permite indicar os recursos humanos e materiais empregues, o valor da venda do material lenhoso e assim calcular o custo, a receita e o balanço financeiro anual e acumulado.

Neste módulo existe a possibilidade de implementar numa parcela um modelo de silvicultura pré-definido na plataforma, já com as ações de intervenção e escalonamento temporal, de modo a facilitar a gestão, podendo o utilizador alterar em qualquer momento as ações e o cronograma de trabalhos proposto, de modo a adequar a gestão à sua situação em concreto.

## RESULTADOS ESPERADOS

Os dados gráficos e alfanuméricos introduzidos na plataforma GesFlorA, servirão para a emissão de relatórios e mapas temáticos (por parcela, talhão e unidade de gestão), que constituirão o documento de avaliação e o modelo de exploração dos PGF's.

Deste modo, o PGF materializar-se-á na impressão em série dos relatórios a produzir para cada módulo da base de dados, ou seja, o PGF é gerado automaticamente a partir da informação carregada na plataforma digital.

Pelo facto das ações de intervenção propostas nos PGF's poderem ser antecipadas ou adiadas na plataforma digital, estes planos tomarão uma forma dinâmica, sendo que a sua aprovação carecerá de homologação pela DRRF.

Mediante requerimento dos promotores, poderão os Serviços Oficiais validar as operações executadas nos povoamentos, sendo possível aos promotores obterem um relatório do histórico da condução dos povoamentos, validado oficialmente na forma de um certificado que possibilitará a valorização futura do material lenhoso.

Para a entidade gestora da plataforma digital GesFlorA os principais outputs serão: tabela resumo dos Planos de Gestão Florestal em vigor, por ilha, indicando a área abrangida e os respetivos promotores; tabela resumo com as áreas afetadas às funções principais das explorações florestais existentes na base de dados, por ilha; tabela com o somatório das áreas das parcelas e volumes de madeira agrupados por funções principais, estado, espécie dominante e classe de idade, dos Planos de Gestão Florestal em vigor, por ilha; tabela das áreas a intervir por ano e por tipologia de intervenção; tabela das necessidades previsionais de plantio por ilha; carta de ocupação da

Exploração Florestal (Funções principais, estado, espécie dominante e classe de idade); cartas anuais com a expressão territorial das tipologias de intervenção, cartas plurianuais para cada tipologia de intervenção; cartas com a distribuição espacial das espécies a instalar; entre outras.

Os utilizadores privados terão acesso a todos os relatórios e mapas gerados pela plataforma para as suas unidades de gestão, bem como ao balanço financeiro por ação e por período se preencherem o formulário com os dados para cálculo dos custos e receitas (facultativo).

## CONCLUSÃO

A gestão dos recursos florestais na Região Autónoma dos Açores é um desafio atual, quer para os proprietários florestais privados, quer para o sector público. Assim, para além de outras ferramentas já existentes, a GesFlorA - Plataforma Digital para a Gestão Florestal nos Açores, será uma importante ferramenta de apoio à gestão, que para além de auxiliar na elaboração dos Planos de Gestão Florestal, não sendo uma simples base de dados, funcionará de uma forma dinâmica para a própria gestão florestal, em que as opções técnicas do gestor florestal, serão enquadradas quer sobre o ponto de vista operacional quer sobre o ponto de vista financeiro, fornecendo assim, a médio/longo prazo uma perspetiva da localização e quantidade do material lenhoso a transacionar, bem como dos recursos humanos e materiais empregues em todo o processo.

## REFERÊNCIAS

- [1] Alves, M., Técnicas de produção florestal – fundamentos, tipificação e métodos. Instituto nacional de investigação científica (2.ª edição), Lisboa, 1988.
- [2] Correia, A., Oliveira, A., Principais Espécies Florestais com Interesse para Portugal – Zonas de influência atlântica, Direcção-Geral das Florestas, Lisboa, 2003.
- [3] Direcção de Serviços de Valorização do Património Florestal. Princípios de boas práticas florestais. Direcção-Geral das Florestas, Lisboa, 2003.
- [4] Equipa Responsável pelo Sistema de Gestão Florestal, Manual de Boas Práticas para a Gestão Florestal nos Açores (D-18: 03, de 16/09/2014), Direcção Regional dos Recursos Florestais, Ponta Delgada, 2013 (mimeo).
- [5] Lourenço, L., Manual de Segurança, Higiene e Saúde no Setor Florestal. Governo Regional dos Açores - Serviço Florestal do Nordeste, Nordeste, 2013 (mimeo).
- [6] Louro, G., Marques, H., Salinas, F., Elementos de apoio à elaboração de projectos florestais. Estudos e informação n.º 320. Direcção Geral das Florestas, Lisboa, 2000.

# Plantas invasoras, ¿Batalla perdida? ¿O no?

---

Erlantz Auzmendi Jiménez\*

**PALABRAS CLAVE:** Diferentes técnicas de control y eliminación de plagas vegetales.

## RESUMEN

Esta presentación pretende evaluar los diferentes sistemas de control o eliminación de plagas vegetales experimentados o conocidos por el autor. Está basado principalmente en el "combate" a la caña Arundo Dónax, aunque incluye otras especies invasoras en la isla de Gran Canaria.

Se incluyen técnicas, experiencias, resultados y conclusiones basadas en los trabajos ejecutados en Gran Canaria por mi empresa y otras, a la vez de valorar los diferentes factores que influyen en el resultado final.

Asimismo, se resalta la importancia de la especialización, capacidad, conocimiento y experiencia forestal, siendo este un sector demasiado permeable al acceso de empresas sin conocimiento del medio ni amor por lo que hacen.

El conocimiento aportado por personas del mundo rural ha sido la clave en el desarrollo del proyecto presentado.

No se pretende sentar cátedra o criticar los errores sino contribuir al esclarecimiento y toma de conciencia sobre un problema presente en todas las latitudes y que está necesitado de soluciones eficaces y respetuosas con el medio ambiente.

---

\* Contacto: [luramaforestal@yahoo.es](mailto:luramaforestal@yahoo.es)

Por supuesto, no se trata de demonizar las llamadas “malezas”, digamos mejor “bienesas”, pues constituyen una valiosísima herramienta que la tierra usa para sus propios tránsitos y estrategias de conservación, que pueden ser fuente de aprovechamiento y riqueza en forma de biomasa y tantas otras aplicaciones como forrajes, camas para ganado, sustratos, medicina o bioconstrucción.

## PROCESOS DE SUSTITUCIÓN



**Figura 1.** Cañaveral de Arundo Dónax



**Figura 2.** Triturado con desbrozadora. Barranco de S.Lorenzo.

Mucho se ha hecho y hablado sobre el tema y parece no haber llegado la solución. Tras 10 años de experimentación sobre el terreno, he ahí mis conclusiones.

### A) La praderización (Arundo Dónax).

Nombre dado por el autor a una técnica inventada a pequeña escala por Emilio Navarro del Rosario en los años 90 en La Aldea de S.Nicolás (Gran Canaria). Se trata de realizar el mantenimiento a la altura de la rodilla-cadera del cañaveral asentado, bien mediante una poda o tras un primer corte a tierra y de los sucesivos rebrotes que se producen a lo largo de años. La praderización tiene como objetivo facilitar las condiciones y acceso para la plantación y seguimiento de árboles y arbustos que lleguen a eliminar el cañaveral por sombreo y enraizamiento.

Tras el gran incendio de 2007, en que los cañaverales abandonados fueron en gran parte responsables de la extensión del fuego, el Cabildo de Gran Canaria decidió ejecutar acciones de eliminación o mitigación del peligro. En las "18 Jornadas Forestales de Gran Canaria", noviembre de 2008, se presentó como alternativa en mi ponencia, compartida con Emilio, "Mis amigas las cañas y otras "malezas".



Figura 3. Tercer corte de mantenimiento.

Más de 60 barrancos desde Gáldar a Arguinegín fueron intervenidos por mi empresa LurAma - MadreTierra, una media de cinco veces, entre los años 2008 al 2012 y fueron plantadas alrededor de 12.000 plantas.

Esta técnica, aplicada como residual en el inicio del combate a los cañaverales, se ha conformado como herramienta principal a día de hoy, continuando su aplicación a lo largo de toda la isla. Sin embargo, es muy necesario un replanteamiento serio del método y prácticas ejecutadas en los últimos años en aras a una mayor eficiencia y ahorro de costes.

La técnica es viable y mitiga enormemente el peligro del fuego, pero exige un mantenimiento continuado en el tiempo, presupuestos a tiempo y experiencia hasta que las nuevas plantaciones se instauren definitivamente. Los proyectos y dirección de obras, que adolecen de una consulta y puesta en común con las empresas más experimentadas junto a la adjudicación a empresas extrañas a estas técnicas de los sucesivos presupuestos de los últimos años, son responsables de los deficientes resultados en intervenciones que retrasan y encarecen el proceso deseado.



**Figura 4.** Los rebrotes se cortan a la altura de la rodilla.



**Figura 5.** Prado resultante tras varios cortes de mantenimiento y sangrado.

Pronto se vio el debilitamiento que produce el "sangrado" del cañaveral, mayor cuanto más seguidos son los cortes. Los nuevos brotes van perdiendo en densidad, altura y grosor hasta convertirse en carrizo fino. No obstante, es una situación pasajera que volverá a su estado inicial y pleno vigor si el tratamiento integral se detiene. La duración del proceso no acometido de forma impecable puede retrasar el proceso demasiado tiempo como para ser considerado efectivo y rentable.



**Figura 6.** Una de las numerosas marras.

El porcentaje de marras fue muy elevado o total en los primeros años. Las plantas entre cañas mueren por abandono, sombreado, aplastamiento y básicamente por sed.



**Figura 7.** Residuos tras múltiples aplastamientos.

La complicada relación entre sombreado excesivo por instalación de protector, localización y aplastamiento o tapado por nuevos cortes, mantenimiento de riegos y nuevos cortes en su momento adecuado, requieren de una gran especialización y seguimiento para obtener resultados positivos. Actualmente, el porcentaje de marras sigue siendo importante, debido en parte a la tardanza o escasez de nuevos riegos y mantenimientos (protectores, aplastamientos, invasiones de rastreras..) y, sobre todo, a la falta de especialización de planes de empleo o empresas varias, que ejecutan las plantaciones sin la buena práctica necesaria, aunque se empiezan a ver buenos resultados en las zonas más y mejor intervenidas. Las plantas tienen la ventaja de un ambiente fresco y sombreado, pero la avidez de agua de las cañas exige un mantenimiento de riego al menos de dos años, tiempo mínimo requerido para que la nueva planta profundice en busca de humedad y pueda aprovechar el subsuelo. Asimismo es imprescindible dotar de un espacio permanente para la joven planta, idealmente arrancando rizomas en 1m<sup>2</sup> alrededor del hoyo de plantación, evitando de este modo aplastamientos o colapsos de sombra. En este caso, que dota a las plantas de espacio, luz, sombra y frescura, el desarrollo de las plantas apoyadas con riegos es óptimo. La supervivencia observada tiene una relación directa con el espacio vital para cada ejemplar introducido.



**Figura 8.** Viñátigo de 6 años con Pitosphorum.



**Figura 9.** Madroño de 2 años.

Cuando la caña es cortada con varios nudos, estos emiten hojas que permiten la fotosíntesis, evitando así un estrés total de la planta. Con un seguimiento adecuado se consigue estabilizar el sistema a la altura de la rodilla-cintura, aunque siempre emite nuevos rebrotes que se pueden cortar o dejar en la proporción deseada buscando sombra y verticalización de las plantaciones. Según avanzan los cortes, estos rebrotes son cada vez más finos y manejables. Sin embargo un nuevo corte a tierra o el abandono del sangrado propiciará nuevos y vigorosos brotes. Las condiciones de humedad e insolación son las dos determinantes básicas del vigor de un cañaveral, siendo los ribazos soleados el entorno ideal para Arundo Dónax, segunda especie vegetal en producción de biomasa.

La experiencia de otra empresa habida en el Barranco de los Cernícalos, uno de los pocos con escorrentía continua en la isla, con cortes a tierra bimensuales durante dos años, fue una variante sin plantación que debilitó enormemente el vigor de la caña y las zarzas, pero un paréntesis de casi dos años sin intervenir devolvió parte del vigor inicial al cañaveral, que relegó a segundo plano a la zarza. Se decidió retomar el praderizado y actualmente se realizan dos cortes anuales. La luz del praderizado ha dado fuerza a las zarzas, entremezclándose actualmente ambas especies. Plantaciones habidas últimamente han devenido en 95% de marras, debido al

tremendo vigor del cañaveral y deficiente laboreo y mantenimiento. Se ha rebelado aquí el Sao (Sauce) como aliado principal por la colonización de raíces y sombreado, siendo necesario reforzar su presencia.

Prácticamente, todos los barrancos iniciales en que se comenzó la praderización, debieron ser una o varias veces reiniciados con cortes a tierra, praderizados y replantados, demostrando la imposibilidad de resultados sin seguimiento especializado y constante.

Algunos cañaverales intervenidos que se han dejado en los dos últimos años, incluso con glifosato, han recuperado parte de su fuerza inicial, aunque el sangrado intensivo deja huella en su vigor, requiriendo probablemente de 10 o más años sin tocar para llegar a su máximo desarrollo.

El resto de barrancos intervenidos requerirán de mantenimiento a corto-medio plazo y convendría poner especial énfasis en la instalación definitiva de árboles y arbustos.



**Figura 10.** Acebiño, Follao, Viñátigo, Barranco de El Palmital, septiembre de 2014. Plantado en Noviembre 2012 y un riego a los dos meses.

## Especies.

Dependiendo de las variadas condiciones existentes, se puede afirmar que todas son susceptibles de ser utilizadas. Sin embargo algunas destacan por su adaptación y desarrollo. Ideales las que reúnen resistencia hídrica, crecimiento rápido, frondosidad, desarrollo radicular y regeneración potente, mejor aún si es de raíz.

La utilización de arbustos es una variante muy a tener en cuenta por su fuerza, siendo ideal una combinación con árboles. La eficacia probada de diferentes especies en la sustitución, tiene que ver en gran medida con la "avidez radicular" de cada especie, que, como en el caso de olmo, saó o álamo blanco son especialmente invasivos a nivel subterráneo y rebrotantes, lo que favorece en gran manera los resultados y su rapidez.

Se ha utilizado un amplio abanico de especies de Termófilo (acebuche, almácigo, lentisco, sabina, drago...) y Monteverde (faya, brezo, barbusano, viñatigo, acebiño, mocán, peralillo, follao, madroño...), constatándose una supervivencia por especies similar a plantaciones en otros ámbitos, destacando drago, acebuche, madroño, follao, y faya como las más persistentes. Los arbustos como oroval, bencomia o tajinaste se han rebelado como propicios por su gran resistencia y rápido crecimiento. Otras especies alóctonas como acacias y ombú han demostrado su potencial de adaptación.

En base a un conjunto de características y suponiendo unas buenas prácticas, se propone una serie de especies disponibles localmente, en orden aproximado de efectividad adaptable a las diferentes condiciones o conveniencias:

Eucalipto	Viñatigo
Acacia	Alcornoque
Ombú	Roble
Pawlonia	Escobón
Pino canario	Barbusano
Olmo	Acebuche
Álamo blanco	Lentisco
Sao	Almácigo
Faya	Almendro
Follao	Bencomia
Oroval	Tajinaste
Madroño	Drago

Todas ellas, entre otras no citadas, han sido probadas o ha sido observado su comportamiento y se postulan como las más apropiadas. Si se contempla riego por goteo formal, el abanico se abre completamente, permitiendo la instauración de sistemas ricos en biodiversidad.



**Figura11** . Oroval plantado en febrero sin desbroce ni riego, a raíz desnuda, creciendo en Osorio cinco meses después, julio 2014. El oroal es, junto al drago, la especie más resistente al trasplante. Crecimiento muy rápido, con el inconveniente de que tira la hoja uno o dos meses en verano.

### Densidad.

El mayor enemigo de cañas y otras pioneras es la sombra. Después de todo, no se ha planteado con rigor el tema de la densidad de plantación, imaginando que unos pocos ejemplares van a ser capaces de erradicar por si mismos la caña. Ejemplos muy presentes muestran la persistencia de la caña entre árboles caducifolios o separados entre si. Por ello, el marco de plantación y siembra debe ser intenso para facilitar la erradicación en un plazo no demasiado largo, además de hacer imprescindibles las reposiciones de marras, propiciando las de hoja perenne y colonizadoras de raíz. Es de

considerar la introducción de planta de varias savias de mejor adaptación y adelanto del proceso.

A la larga, el sombreado y sustitución natural del cañaveral solo es posible con altas densidades de planta que dificulten la fotosíntesis a la caña y el potente entramado de sus raíces colapse el sistema de rizomas. Proceso que puede durar tantos años como crezcan las especies implantadas, quizás más de 20-30 años si exceptuamos las de rápido crecimiento que podrían conseguirlo en 10-20. Con pocos ejemplares, las cañas pueden convivir siempre o muchos años, hasta que aquellos y sus descendientes se apoderen del suelo. Una elevada densidad permite acelerar el proceso, además de obtener en el futuro gran cantidad de palos de gran valor comercial, pues se desarrollarán con rapidez y un gran índice de esbeltez.

#### B) Mínima intervención garantizada.



**Figura 12.** Finca de Osorio, abril de 2013. Plantación intensiva experimental en pasillos entre cañas. Densidad plantación: aprox. 1xm2 (goteo agrícola reciclado). Hojas secas debido al estrés provocado por incidente con el riego tras la plantación (inutilización tras ataque de ratas). Plantadas con barra de hierro.

La propuesta consiste en intervención entre cañaverales, realizando mínimos pasillos entre caña adulta. La plantación se realiza con instalación de riego a goteo y con la idea de que se desarrolle entre el cañaveral, que no será cortado, y permitirá que los árboles adultos cierren copa y sombra por encima del dosel de cañas.

Lo plantado en estos años ha muerto por sombreo excesivo, aplastamiento y sobre todo de sed, observándose que las especies más xéricas son las que mejor se adaptan, incluso en condiciones de sombra severa, a pesar de considerarse especies de luz (drago, acebuche, oroval).

Estos tres factores son solventados mediante este sistema que requiere de un mínimo mantenimiento. No existe el problema de aplastamiento o sobre sombreado derivado de la praderización imperfecta, pues los ejemplares adultos tienen escasas hojas y altas y dejan espacio vital.

Al disponer de un suelo limpio, el lecho de caña no demasiado espesa es ideal para el futuro desarrollo de las plantas.

El rebrote provocado en los pasillos desbrozados no es muy agresivo, pues el sistema no entra en stress al seguir en pie el 90% de pies. Se debe intentar con el mínimo impacto, lo que redundará en escasa respuesta rebrotante, evitando este si se ejecuta la labor sin desbroce y buenos gladiadores. A medio plazo, una vez que las nuevas raíces han profundizado, se aprovechan del bombeo profundo del cañaveral y van conquistando el suelo. Probablemente raíces arbóreas fagotizan los rizomas pinchando sus reservas, hecho este solo intuido.

El mantenimiento del cañaveral adulto proporciona un sombreo natural verticalizado, así como regulador térmico e hídrico, todo lo cual favorece enormemente el desarrollo de las plantas. Asimismo atrae la presencia de aves sembradoras.

Se ha comprobado la avidez de agua de la caña y que las precipitaciones calan mucho menos entre el cañaveral que fuera de él, pues la caña se empapa y dirige toda el agua hacia sus rizomas. El goteo garantiza el acopio de agua y la viabilidad de la planta y demuestra que la sed es la principal causa de fracaso en las plantaciones entre cañas.

El marco muy elevado de plantación en este caso, se debe a que se utilizó manguera agrícola reciclada de la propia finca, pero también pretende demostrar los beneficios citados de una alta densidad.

Los numerosos árboles de todos los tamaños encontrados estos años entre las cañas, demuestran que, cuando logran sobrevivir a la escasez hídrica, su desarrollo vertical es óptimo, actuando el cañaveral como cobertura y defensa.

Esta experiencia ha sido llevada a cabo en la Finca de Osorio en el mes de Abril 2013 y a día de hoy, el 90% de lo plantado está creciendo (el ataque de las ratas al sistema de riego en Junio con temperaturas muy elevadas obligó reducir un 60% la parcela inicial y renovar el resto. El porcentaje no es total por la no reposición de las marras resultantes del ataque.)

Especies rescatadas: Acebiño, barbusano, laurel, viñatigo, madroño, oroval.



**Figura 13.** Bebederos integrados para ratas, que evitan perder las mangueras cuando aprieta la sed y atraen la presencia de aves (siembran de paso sus propias semillas) y otros animales (bio diversidad). Deben disponer siempre de agua.

Esta solución se adoptó, tras el embate de las ratas, que arruinaron mangueras, olmos, robles, pawlonias y anteriores citadas. Es preciso instalar en primera instancia los bebederos, para que las ratas se beban desde el principio y preveer el volumen de agua necesario que dure hasta el siguiente riego y evitar ataques. Es obligado introducir palos o cañas en los recipientes, que evitan el ahogamiento de animales. El

número de aves en la zona se multiplica visiblemente, así como pequeños mamíferos y reptiles.

Este método es infalible, pero requiere de compromiso de mantenimiento, con un mínimo esfuerzo, pero constante. Es aplicable a cañaveral adulto, zarzas, helechos y otros matorrales. Es lo más barato para introducir barreras verdes o cualquier vegetación, materiales incluidos. Se puede aplicar a plantación, siembra y estaquillado directo, posibilitando combinar todas ellas. Este sistema por goteo es más complicado aplicarlo tras corta a hecho, pues la fácil instalación y repoblación a suelo libre es contrariada por el intenso rebrote de tallos y hojas que pueden ahogar la plantación, requiriendo de varios desbroces parciales alrededor de las plantas o extracción de raíces hasta que tomen la suficiente fuerza y presencia para seguir su desarrollo a la sombra de la caña adulta.

Asimismo dificultoso en cañaverales especialmente fuertes y densos, que requerirían de claros pasillos y mantenimiento.



**Figura 14.** 90% de supervivientes creciendo a buen ritmo, septiembre de 2014.



**Figura 15.** El acebiño, especie muy delicada de arraigar, con enormes porcentajes de marras en otras actuaciones, encuentra en el riego por goteo su salvación, tanto en sombra como en sol.

## ELIMINACIÓN DE CAÑAVERALES

### A) Glifosato.

... Ni hablar del tema, más allá de denunciar la práctica de empresas como -----, que agregan (y/o han agregado) a escondidas del propio Cabildo, hasta 5 componentes prohibidos por la CEE y que logran erradicarlas con una sola intervención (testimonio de un ex capataz afectado por esos productos).

Por testimonios recogidos en campo, se necesitan de cinco a siete aplicaciones continuadas de Glifosato para eliminar completamente un cañaveral bien arraigado, cuando se ajustan a las normas y dosis permitidas, siendo muy numerosos en el mundo los testimonios de su toxicidad para personas, plantas y animales, en contra de la interesada propaganda de inocuidad extendida por fabricantes y otros agentes.

La utilización "legal" y puntual en las cañas se ha demostrado como un agente retardante efectivo, pero el sistema se recupera, obligando a sucesivos envenenamientos no deseados por nadie. Es cierto que hay barrancos en que está la caña muy castigada por el producto, pero en todos ellos se observa la lenta recuperación.

Aunque se argumenta bajo coste, al final no es cierto.

### **B) Extracción de raíces.**

La labor requerida para realizarlo con maquinaria pesada o semi pesada encarece sobremanera la eliminación, además de erosiva. Si no se realizan medidas correctoras del impacto, es muy peligroso en el caso de barrancos, donde una riada puede resultar catastrófica.

Existe una forma, comprobada en otras latitudes, pero de fácil comprensión, que consiste en efectuar el arranque completo de haces de caña, mediante pinzas forestales. Esta práctica se realiza cuando las lluvias han empapado suficientemente el terreno, siendo en esos casos extraídos los rizomas con facilidad en más de un 80-90%. El resto de rizomas pueden ser extraídos en una segunda intervención mucho más ligera. Sin embargo, ambas herramientas exponen a la erosión y deberían ejecutarse medidas correctoras y plantaciones.

### **C) Cubiertas de plástico.**

Experiencias locales y foráneas han demostrado su efectividad, Debe ser un material fuerte, cuyo coste (mínimo 5 euros x m<sup>2</sup>) e impacto ecológico lo hacen viable para una determinada superficie, pero inviable a gran escala.

### **D) Ganadería.**

El ganado acaba con las cañas en un plazo relativamente corto por ramoneo continuado. El equino lo consigue en mayor medida, pues sus mandíbulas están preparadas para masticar partes más duras, pero una presencia continuada de ovino o caprino consigue el mismo efecto, aunque requiere de un primer desbroce de caña adulta.

La suelta de ganado es la alternativa más económica para la erradicación. Cerrados totales o parciales, incluso desmontables, pueden ser necesarios y rentabilizados. Si los animales no disponen de agua permanente, se ven obligados a apurar las reservas contenidas en las cañas, por lo que se acelera el proceso, siempre y cuando haya un seguimiento que impida al ganado morir de sed. El único problema es que todo lo comestible desaparece, por lo que se recomienda para superficies con dominio severo del cañaveral.

El correcto manejo ganadería/herbívoros-bosque es en todas las latitudes complementario, conveniente y clave para prevención de incendios, sin desdeñar el importante aspecto de estercolado que se produce.

### **E) Asfixia fotosintética.**

Se trata de eliminar de cuajo todo rebrote en intervalos de una a varias semanas, según especies o condiciones, hasta la muerte de la planta. Se planteó como propuesta en la ponencia "Mis amigas las cañas y otras "malezas" como "estronchado continuo".

El debate sostenido sobre la mayor o menor eficacia del desgaste por cortes continuados ha adolecido de no tener en cuenta la extrema, más bien vital dependencia de todas las plantas respecto al proceso de fotosíntesis. A pesar de mi insistencia desde el año 2008 en considerar este aspecto, no ha sido posible la realización de experiencia alguna de forma oficial y presupuestada, ni he tenido la iniciativa para realizarlo por mi mismo.

Sin embargo, así lo avala el testimonio de gente de campo en las riberas del Ebro, así como una pequeña prueba a cargo de un técnico forestal en Gran Canaria, quien constató el debilitamiento y muerte de rizomas tras un estronchado intensivo continuado por 6 meses. Hay que tener en cuenta que todo lo que se permita al crecimiento de la parte aérea de cualquier planta, está dotándola de reservas vitales para su continuidad. Por el contrario, eucaliptos en Australia están muriendo, debido a que los protegidos Koalas no tienen suficientes en su hábitat y sobre ramonean las hojas, conduciendo a la inevitable muerte de los árboles.



**Figura 16.** Tocón muerto de Pitosporum.

Por mi cuenta, he abortado los rebrotes (hasta cinco veces) de un agresivo Pitosporum, al que he aniquilado en el plazo de poco más de un año, tras un primer corte y aproximadamente 30 segundos de dedicación posterior..... Estoy en el proceso con un persistente Palo de Brasil con un corte inicial y dos podas en tres meses.



**Figura 17.** Palo de Brasil, 2ª poda



**Figura 18.** Turbito que fue talado a la vez que el Pitosporum y podado dos veces sin intención de eliminarlo. Este tercer rebrote va a ser transformado en mueble vivo. Por otro lado se ve la perfecta convivencia con la palmera.

Esto sirve para cualquier especie vegetal, siendo lo más apropiado para eliminar eucaliptos de fondo de barranco, cañas y todas las demás especies que nos incordian. La clave reside en el mínimo trabajo requerido cuando los brotes son tiernos y en la insistencia, sin que posibiliten la recuperación de su vigor.

En las cañas más vigorosas se requiere incluso un estronchado semanal durante el primer mes, espaciando escalonadamente la intervención posterior, probablemente con máximo un año y medio de continuidad, espacio de tiempo que se presenta como horizonte vital aproximado para cualquier especie. Se debe hacer cuando el rebrote apenas alcanza 30cm, pues la base del tallo no está lignificada, por lo que un simple empujón y una simple herramienta de madera (T) consiguen rendimientos en superficie espectaculares. Dependiendo del vigor que tenga por densidad, humedad, nutrientes u otras condiciones, dos operarios-as podrían acometer la rotación de una superficie de rebrote inicial de caña de aproximadamente 5 Has con un estronchado semanal, superando esta cifra cuando el cañaveral comience a decaer.

Es necesario entender perfectamente el proceso, pues ante lo que puede parecer excesivo tiempo para mantener un proyecto, es necesario cuantificar que la superficie intervenida con los mínimos operarios entrenados y con la herramienta adecuada puede multiplicar por 10 el rendimiento respecto a cortes a 2-3 m de altura, que solo consiguen recargar las baterías de la caña, garantizando además que es dinero bien empleado, pues el resultado final es la descomposición y muerte de los rizomas.

En el caso de los eucaliptos, pitosporum y árboles o arbustos en general, puede ser suficiente una poda de rebrote bimensual... con un simple machetazo... y un año y poco de continuidad. Unos pocos operarios podrían controlar el rebrote de todos los eucaliptos, Pitosporum y otros que se desee erradicar en la isla. Lo mismo sirve para trepadoras, lianas y cualquier especie vegetal, siendo las herbáceas las más persistentes y difíciles de erradicar (rabo de gato). Contra el rabo de gato, Pinus Canariensis a saco.

## F) Flora de destrucción masiva.

Algunas especies son especialmente propicias para un proceso de sustitución, debido a su fortaleza para implantarse y reproducirse en medio de matorrales espesos o persistentes. Las rebrotantes de raíz, encabezadas por el olmo, el álamo blanco y el saó, son ideales para implantar colonias que trabajen a medio – largo plazo apoderándose del suelo y sombreando densamente hasta eliminar por completo cualquier matorral.

El estaquillado directo cobra aquí todo su sentido, y los resultados obtenidos en este campo permiten asegurar la implantación de múltiples ejemplares en suelo desbrozado o mediante pasillos si se apoya con riegos puntuales o por goteo idealmente.

De la misma forma, trasplantes espaciados de ejemplares adultos o ser repoblado con planta de varias savias puede adelantar el proceso.



**Figura 19.** Acacia plantada en ahoyado profundo, sin riego ni poceta en abril de 2013. En la Figura diecisiete meses después con un crecimiento de 2 m.

Existen múltiples pruebas naturales de la eliminación de zarzas, helechos o cañas a cargo de estas especies. Pero, ¿quién controla al depredador? Una vez eliminados los matorrales, el suelo establecido se rebela como receptáculo ideal para especies de laurisilva que, de forma natural o con repoblaciones, ocupa el espacio y a largo plazo sustituirá por sombreo a los combatientes pioneros. En caso de querer terminar con ellos tras aprovechar su madera, lo dicho, asfixia fotosintética.



# Prevenção de riscos florestais. Fitossanidade, Incêndios e Erosão

---

**F. ABREU \***

*Engenheiro Silvicultor, Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza.*

**PALAVRAS CHAVE:** Biodiversidade, Proteção, Prevenção, Gestão Florestal.

## RESUMO

A preservação do património florestal da Região Autónoma da Madeira (RAM) visa a manutenção da biodiversidade e a promoção da gestão sustentável dos espaços florestais. Através dela contribui-se para a melhoria da qualidade de vida das populações rurais e para a conservação da natureza e valorização do ambiente nos espaços florestais, através da preservação de recursos fundamentais como sejam o solo e a água, da regularização do ciclo hidrológico, da proteção da diversidade biológica e da paisagem e da redução do teor de CO<sub>2</sub> atmosférico.

A Prevenção de Riscos Florestais é uma das áreas onde a RAM através da Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza (DRFCN) vem corporizando o reforço de meios ao serviço da prevenção de incêndios florestais, da luta contra a erosão (proteção do solo, redução da torrencialidade) e do combate às pragas e doenças nas superfícies florestais.

Das normas de intervenção florestal destacam-se as relativas à defesa da floresta contra os incêndios, nomeadamente a gestão dos combustíveis, a manutenção das infraestruturas florestais e a realização de campanhas de sensibilização e informação pública.

\*Correio eletrónico: [ferdinandoabreu.sra@gov-madeira.pt](mailto:ferdinandoabreu.sra@gov-madeira.pt)

Uma das ações que mais contribui para o estabelecimento de uma política de ambiente, assente num desenvolvimento sustentável, é a que visa o reforço dos meios ao serviço da prevenção de riscos no espaço florestal.

A prevenção dos riscos florestais visa a aplicação de medidas de proteção dos solos, contra os processos erosivos e de prevenção de incêndios.

As ações e atividades ligadas ao uso do solo devem ser objeto de medidas de ordenamento, onde a ocorrência de incêndios e os seus efeitos sejam prevenidos. Esta prevenção - dos incêndios florestais - não deve se circunscrever ao domínio florestal, devendo ser analisada numa perspetiva integrada das atividades humanas que, de algum modo, podem influenciar a ocorrência de incêndios ou serem afetadas por estes, designadamente a atividade agrícola.

A participação ativa das comunidades rurais deve ser incentivada no apoio a ações de prevenção, deteção e combate aos incêndios florestais, seja pela:

- Otimização da vigilância, deteção e alerta aos incêndios florestais;
- Diminuição do número de ignições, de progressão dos incêndios e pela redução das superfícies queimadas;
- Realização de ações de sensibilização e informação sobre os riscos da utilização do fogo nas diferentes atividades das populações;
- Fiscalização e identificação das causas dos incêndios florestais que devem ser asseguradas pelas entidades competentes.

Na ilha da Madeira a propagação dos incêndios é favorecida pelos elevados declives e pela elevada carga de combustível resultante do abandono das áreas agrícolas, em consequência das transformações socioculturais verificadas na Região, pelo que é importante que a prática da gestão florestal esteja atenta à *ocupação e utilização do solo* – densidade e distribuição das espécies; ao *grau de inflamabilidade e de combustibilidade* da vegetação arbustiva e subarbustiva; à *topografia do terreno* – declives e exposição e às principais *variáveis meteorológicas* – humidade relativa do ar, temperatura, precipitação, vento e ainda de alguns *fatores sociais*.

Por um lado, é fundamental a definição de normas específicas de intervenção florestal, que permitam a avaliação das potencialidades dos espaços florestais do ponto de vista dos seus usos dominantes; a definição das espécies a privilegiar nas ações

de expansão e reconversão do património florestal; a delimitação de áreas críticas do ponto de vista do risco de incêndio; da sensibilidade à erosão e da importância ecológica, social e cultural.

Por outro lado, é fundamental a definição de uma densidade de infraestruturas florestais que permita uma rápida circulação de veículos, a existência de água utilizável *para o combate a incêndios*, principalmente em altitude, uma *rede de faixas de interrupção de combustível* (aceiros) que detenha incêndios rasteiros e uma *rede de faixas de redução de combustível* que detenha um incêndio de copas e que possa dar segurança a quem precise de exercer o combate nesses locais.

Desta forma, convém ter em atenção alguns critérios aquando da implantação de faixas de gestão de combustíveis (aceiros incluídos), como por exemplo, a sua *dimensão*, a sua *densidade*, a sua *localização* e a sua *manutenção*. De forma a maximizar a sua eficácia, estas faixas devem localizar-se, preferencialmente, junto das estradas e dos caminhos que atravessam os espaços florestais e na envolvimento de zonas de recreio. Assim, por um lado, aproveitam-se descontinuidades já existentes e por outro lado protegem-se zonas de elevado risco de ignição devido à passagem de pessoas e veículos.

As formações florestais de especial importância ecológica e de elevada sensibilidade, como por exemplo o ecossistema *Laurissilva*, os cursos de água, as zonas húmidas, as zonas ripícolas e ravinas, assim como, os ecossistemas florestais mais degradados, devem ser objeto de intervenção cuidada, sempre que possível, através de intervenções silvícolas que contribuam para a sustentabilidade dos recursos dos espaços florestais. Tais intervenções devem passar pela definição e implementação de normas técnicas relativas à estrutura e composição dos povoamentos florestais e por uma rede adequada de infra-estruturas nos espaços florestais da Região.

Os fenómenos de erosão que se verificam, por exemplo, nos caminhos florestais de terra batida - escoamento superficial, que agrava a erosão através do escoamento em sulco e contribui para a instabilização dos taludes – devem ser minimizados pela projeção de uma pendente para o escoamento de águas pluviais, que faça convergilo para valetas contíguas ao caminho e que posteriormente o canalize para a rede de drenagem natural preexistente. Estas valetas devem ser dimensionadas com capacidade de vazão face a precipitações horárias intensas (superiores a 50 mm/h).

O desenvolvimento de operações que previnam a perda de solo com potencial silvícola, tem de ser um cuidado quase permanente, seja pela consolidação das margens dos leitos de cheias e de outros depósitos aluviais, através da utilização de vegetação ripícola, nomeadamente o Seixo ou Seiceiro (*Salix canariensis*) e o Vimieiro (*Salix*

*viminalis*), espécies que apresentam grande capacidade de resistência a condições de escoamento fluvial turbulento.

De entre os diferentes processos de controlo erosivo no espaço florestal salienta-se a consolidação de talvegues, mediante obras de correção torrencial, cujo objetivo é reduzir o processo de rebaixamento para montante do curso de água por erosão regressiva e o processo de erosão lateral. Isto é alcançado pela construção de novas pequenas barragens de correção torrencial, quer em altitude, na ilha da Madeira, quer na ilha de Porto Santo, coincidentes com as áreas onde ocorrem precipitações elevadas ou sem manto florestal sujeitas a diferentes processos erosivos.

Paralelamente as florestas da Região devem ser monitorizadas no que se refere à sanidade florestal, especialmente no que respeita a fatores - chave, bióticos e abióticos, que afetam potencialmente a saúde e a vitalidade dos ecossistemas florestais, tais como pragas, doenças, fogo e danos causados por fatores climáticos ou por operações de gestão florestal. Devem se estabelecer mecanismos de alerta, meios de erradicação e procedimentos técnicos para o controlo em tempo útil e assegurar um controlo do estado sanitário de sementes, propágulos e madeiras (inspeção fitossanitária) de acordo com os regulamentos comunitários e nacionais.

Com estas medidas pretende-se, em primeira mão, preservar o património florestal da RAM, garantir a manutenção da biodiversidade e promover a gestão sustentável dos espaços florestais.

Secundariamente, contribuir-se-á para a melhoria da qualidade de vida das populações rurais, para a conservação da natureza e valorização do ambiente nos espaços florestais.

Estar-se-á ainda a garantir que as Florestas da Madeira cumpram o seu papel fundamental na preservação de recursos naturais, como sejam o solo e a água, na regularização do ciclo hidrológico, na protecção da diversidade biológica e da paisagem, como pela redução do teor de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

## REFERÊNCIAS

[1] SRA/SRES, 201 - Estudo de Avaliação da Segurança dos Solos atingidos pelos fogos florestais de agosto de 2010 (EASSAFFA10).

# Factores actuales de la dinámica de la laurisilva canaria

---

M. E. Arozena<sup>a</sup> y J. M. Panareda<sup>b\*</sup>.

<sup>a</sup>Profesora Titular de Geografía ULL.

<sup>b</sup>Institut d'Estudis Catalans.

**PALABRAS CLAVE:** Canarias, laurisilva, incendios, temporales, desprendimientos, abandono de aprovechamientos, espacios protegidos.

## RESUMEN

Los últimos años han dado la oportunidad de estimar el carácter extraordinario pero no excepcional de diversos fenómenos geomorfológicos, hídricos, meteorológicos, biológicos y antrópicos, así como de valorar su nivel de inserción en la dinámica natural de la laurisilva canaria y su significado en el paisaje forestal. El cese de los aprovechamientos agrícolas, pastoriles y forestales y las diversas estrategias de protección han dado lugar a unas masas de bosque más extensas, continuas y densas, que han desencadenado o potenciado estos fenómenos, a menudo de gran espectacularidad, a causa de la mayor dimensión del espacio forestal que intensifica la rapidez y magnitud de su desarrollo.

Se consideran las repercusiones de las perturbaciones en la dinámica de la laurisilva canaria actual, cuya estructura y funcionamiento sólo pueden entenderse si se estiman estos fenómenos como factores de primer orden. Merecen especial atención las consecuencias derivadas de los desprendimientos, las tormentas y los incendios, en especial en relación con las respuestas diferenciales de las distintas especies ante

---

\* Contactos: mearozco@ull.edu.es; jmpanareda@gmail.com

los cambios estructurales, destacando la eficiencia en los procesos de reproducción y regeneración.

Esta investigación se ha llevado a cabo en el marco de los proyectos I+D+i: SEJ2006-15029-C03-03 MEC. CSO2009-14116-C03-03 MICINN. CSO2012-32954 MINECO.

## INTRODUCCIÓN

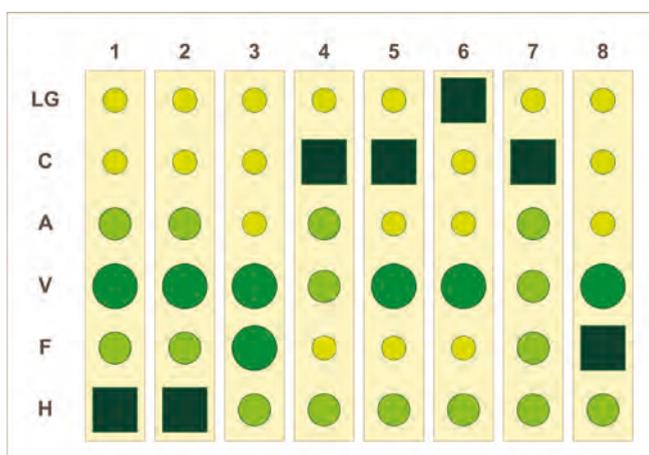
Desde hace aproximadamente una década los autores de este trabajo están realizando un estudio sistemático de la dinámica histórica del paisaje de la laurisilva canaria. Los principales objetivos de la investigación son reconocer el modo en que se ha ido configurando el mosaico forestal y conocer la importancia relativa de los factores que han intervenido y que actúan en la presente situación dinámica del bosque. Para su consecución se ha puesto especial atención en el papel de los aprovechamientos tradicionales de la masa forestal y cómo responde ésta tras el abandono de la explotación (Arozena, Panareda y Beltrán, 2008; Arozena, Panareda y Beltrán, 2009). Pero también se ha observado la importancia de las perturbaciones de la actual dinámica espontánea de la laurisilva, por lo que se ha abordado el estudio del impacto de los fenómenos extraordinarios (Arozena y Panareda, 2010).

El paisaje es el resultado de la interacción de un conjunto de elementos, fenómenos y procesos. Normalmente ese paisaje se explica por la combinación de valores medios estándar, como las temperaturas y precipitaciones medias, usos y aprovechamientos continuados, que son los que explican su evolución dentro de unos patrones normales. Pero en este trabajo insistimos en la idea de que cualquier cambio en alguno de los factores conlleva modificaciones del funcionamiento de los demás. Las variaciones de intensidad, a menudo súbitas, de algunos de los condicionantes desencadenan modificaciones de la energía y eficacia de otros. Además, ciertas modificaciones iniciales de escasa potencia pueden dar lugar a cambios de gran magnitud en la intensidad de algunos de los otros factores.

Durante siglos ha existido un paisaje variable y variado en función de las actividades tradicionales y, como consecuencia del abandono agrícola y ganadero y del cese de los aprovechamientos forestales, en los últimos años se ha producido un cambio radical: el inicio de una regeneración global y espontánea del bosque (Arozena y Panareda, 2013). Este proceso no es lineal debido a las variaciones de intensidad de otros factores, inducidas por el aumento de superficie y el cambio en la estructura del

bosque, así como por la ausencia de intervenciones antrópicas directas de cualquier otro tipo.

En relación con la progresiva madurez del bosque es previsible que el daño ocasionado por perturbaciones futuras sea cada vez menos proporcional a la magnitud de los fenómenos atmosféricos, así como que los desprendimientos sean más frecuentes y de mayor superficie. De este modo, éstas y otras perturbaciones esporádicas serán los factores principales que condicionen la dinámica de la laurisilva, ya que con cada una de ellas se reactivan los procesos de germinación, es decir, de renovación de los individuos.



Componentes del paisaje: litología y geomorfología (LG), clima (C), agua (A), vegetación (V), fauna (F) y actividades humanas (H). Efectos de las perturbaciones: Intensidad baja (círculo pequeño), intensidad media (círculo mediano), intensidad alta (círculo grande). El tipo de perturbación se identifica con un cuadrado: implantación de la agricultura con disminución del área forestal (1), abandono de actividades agrícolas históricas con regeneración forestal (2), incendio forestal (3), lluvia intensa e inundación (4), tormenta con vientos intensos (5), desprendimiento (6), sequía (7), plaga (8).

**Figura 1.** Representación esquemática del impacto global de las diferentes perturbaciones o fenómenos excepcionales. No se indica escala temporal pues las perturbaciones pueden ocurrir simultáneamente y las consecuencias son multidireccionales y retroactivas. La escala espacial es local y en relación con el territorio afectado (elaboración propia).

## TIPOS DE PERTURBACIONES

Las perturbaciones concretas que modifican la evolución normal de la regeneración del paisaje forestal, tratadas en este trabajo, son: los temporales de lluvia, los temporales de viento, los desprendimientos y los incendios. Existen otros fenómenos, como las plagas y los episodios de sequía, que no son objeto de estudio de esta comunicación.

### A) Temporales de lluvia

Si el mes de febrero de 2010 ha sido considerado como el febrero más lluvioso de los últimos 30 años en el conjunto de España, durante los días 1 y 2 el Archipiélago Canario sufrió la llegada de un temporal de lluvias que localmente alcanzaron más de 250 mm (AEMET, 2010). Las tenaces precipitaciones caídas en la tarde-noche del día 1 de febrero en Tenerife causaron numerosas incidencias. Como fue ampliamente difundido en los medios de comunicación nacionales, la lluvia fue intensa en la ciudad de Santa Cruz pero, a diferencia de la conocida riada del 31 de marzo de 2002 en la que se concentraron en la capital, los mayores problemas se registraron por la escorrentía procedente de las zonas altas del municipio y de La Laguna, que desbordaron los cauces de los barrancos y convirtieron las carreteras en auténticos ríos.

Efectivamente, la tormenta descargó de manera particular en las cumbres, por lo que las consecuencias de la intensidad de las precipitaciones de esa tarde fueron extraordinarias en el conjunto del macizo de Anaga. En diferentes lugares se ha podido constatar que la altura del agua en los barrancos alcanzó entre 1 y 2 m y los vecinos de Afur comentaban que el agua no corría tan alta desde 1949. Además de los daños ocasionados en los puentes, carreteras, pistas forestales y caminos, que provocaron que los habitantes de algunos caseríos quedaran incomunicados durante más de 24 horas, este fenómeno meteorológico tuvo muy abundantes huellas de carácter geomorfológico en los barrancos y en las abruptas laderas de Anaga que, a su vez, tuvieron repercusiones en los campos agrícolas y en la cubierta vegetal.

Respecto a los efectos en la vegetación, es necesario diferenciar entre los espacios en los que el bosque ha sido sustituido por matorrales o prados y aquéllos en los que sigue existiendo alguna expresión forestal. En los lugares pastoreados, de fuerte pendiente y sobre sustrato piroclástico, con formaciones superficiales finas y compactas, los prados se rompieron de manera discontinua en formas cerradas; mientras que los matorrales sobre formaciones superficiales más profundas en sustratos piroclásticos se abren en formas lineales (imagen 1). En las áreas forestales el efecto morfogenético de las lluvias fue mucho menor que fuera de ellas y se concentró sobre todo en los

cauces de los barrancos, en los que el agua arrancó y arrastró los helechos y desalojó parte del paquete edáfico de las raíces de los árboles más cercanos, descalzándolos y colocándolos en una situación de equilibrio muy inestable (imagen 2). En los lechos rocosos, en cuyas márgenes iluminadas crece *Salix canariensis*, estos frágiles árboles fueron arrancados y transportados hasta las áreas bajas, por lo que ésta es la especie forestal más afectada (imagen 3). Fuera de las líneas de concentración de escorrentía los efectos geomorfológicos y biogeográficos de la lluvia torrencial son excepcionales y los existentes corresponden a desprendimientos con caída de árboles aguas abajo de los bordes de carreteras, sobre todo donde para su construcción se efectuaron labores de relleno con escombros.



**Imagen 1.** Efectos de las lluvias intensas en las áreas recientemente cultivadas.



**Imagen 2.** Árboles descalzados junto a los cauces.



**Imagen 3.** Ejemplares de *Salix canariensis* arrastrados por la escorrentía.



**Imagen 4.** Rebrotos de *Prunus lusitanica* tras episodios de importantes lluvias.

En el transcurso de los dos meses siguientes a las lluvias, la recuperación de la vegetación fue muy escasa y la que tuvo lugar se localizó sobre todo en el área boscosa, y en los depósitos removilizados por la escorrentía comienzan a aparecer ejemplares de *Rubus ulmifolius* y de *Pteridium aquilinum*. Sin embargo, la abundancia de ejemplares jóvenes y coetáneos de *Prunus lusitanica* en las márgenes de alguno de los cauces afectados evidencia la gran capacidad colonizadora de esta especie por reproducción vegetativa tras episodios de escorrentía torrencial, siempre que existan individuos próximos que aprovechan el incremento de luminosidad (imagen 4).

## B) Temporales de viento

A finales del mes de noviembre de 2005 las Islas Canarias se vieron afectadas por la tormenta tropical Delta, cuyo efecto se concretó sobre todo en un temporal de viento con velocidades sostenidas superiores a 100 Km/hora. En el bosque de Anaga, Delta perturbó el proceso de regeneración forestal y, con la reacción espontánea del bosque, puso en evidencia que el desarraigo de los árboles emergentes del dosel y la notable pérdida de follaje, con la consecuente llegada de luz al suelo, constituyen uno de los principales factores de diversidad de la dinámica forestal actual.

Mediante la observación de los claros de mayor superficie, el tiempo pasado desde entonces ha permitido establecer la secuencia general de la dinámica forestal (tabla 1). Entre las especies herbáceas más oportunistas destaca *Mercurialis annua*, presente de modo abundante en el interior de los claros hasta más de dos años después de la perturbación y cuya presencia empieza a ser rara cuatro años más tarde. Salvo las dos especies del género *Rubus*, que han incrementado paulatinamente su presencia, todas las demás del grupo de arbustivas y herbáceas heliófilas muestran una curva de aumento progresivo entre los 12 y los 18 meses, a partir de los cuales van desapareciendo o, al menos, pasan a la categoría de raras. Algo parecido ocurre con el tercer grupo de especies, característico de los bordes de los claros, a excepción de *Carex* sp., del arbusto *Hypericum inodorum*, que se incrementa discretamente, y de *Phyllis nobla*, que entra a los 15 meses y ahora es la más abundante. Los dos grupos restantes muestran una tendencia general inversa a los anteriores, aunque con variaciones indicativas de sus diferentes grados de tolerancia a la luz, evidenciando la estrecha vinculación de algunos helechos y de gran parte de los macrofanerófitos con el bosque consolidado de laurisilva. Si bien *Woodwardia radicans*, *Asplenium hemionitis*, *Rhamnus glandulosa* y *Prunus lusitanica* se establecen en los claros o en sus bordes a lo largo del primer año, *Viburnum rigidum* y *Laurus novocanariensis* precisan al menos 15 meses para entrar. Pero uno de los cambios más significativos de este proceso es la incorporación de tres helechos y de siete especies arbóreas tras dos años y medio de Delta.

**Tabla 1.** Secuencia de introducción de taxones por reproducción sexual en los claros de Delta en la laurisilva de Anaga desde diciembre de 2005 a marzo de 2010. (Arozena y Panareda, 2010).

Especies florísticas	6 meses	12 meses	15 meses	18 meses	28 meses	32 meses	52 meses
<i>Mercurialis annua</i>	A	A	A	A	F	F	R
<i>Solanum nigrum</i>	+	+	R	+	---	---	---
<i>Pteridium aquilinum</i>	F	F	F	F	F	F	R
<i>Canarina canariensis</i>	R	R	R	F	F	R	R
<i>Galium scabrum</i>	---	R	R	F	R	---	+
<i>Ageratina adenophora</i>	---	R	R	R	---	---	---
<i>Polycarpha latifolia</i>	+	R	R	R	---	---	---
<i>Rubus ulmifolius</i>	+	R	R	R	F	F	F
<i>Rubus bollei</i>	+	+	R	R	R	A	A
<i>Isoplexis canariensis</i>	---	+	+	+	---	---	---
<i>Bystropogon canariensis</i>	---	+	+	R	---	---	---
<i>Teline canariensis</i>	---	+	+	+	---	---	---
<i>Ixanthus viscosus</i>	A	A	F	F	F	F	F
<i>Pericallis apendiculata</i>	F	A	A	A	F	F	F
<i>Cedronella canariensis</i>	+	R	F	A	A	F	R
<i>Hypericum inodorum</i>	+	R	R	F	F	F	F
<i>Ranunculus cortusifolius</i>	F	F	F	A	A	F	R
<i>Anisarum vulgare</i>	---	---	A	A	R	---	---
<i>Phyllis nobla</i>	---	---	R	R	R	F	A
<i>Scrophularia smithii</i>	---	+	R	F	F	R	---
<i>Viola anagae</i>	---	+	+	+	---	---	---
<i>Carex</i> sp	---	+	+	+	R	R	F
<i>Woodwardia radicans</i>	R	F	F	F	F	F	F
<i>Asplenium hemionitis</i>	R	F	F	F	F	F	A
<i>Athyrium umbrosum</i>	---	---	---	---	---	R	F
<i>Asplenium onopteris</i>	---	---	---	---	---	R	A
<i>Polystichum setiferum</i>	---	---	---	---	---	+	R
<i>Rhamnus glandulosa</i>	---	+	R	R	R	F	F
<i>Prunus lusitanica</i>	---	+	+	+	R	R	R
<i>Viburnum rigidum</i>	---	---	R	F	F	A	A
<i>Laurus novocanariensis</i>	---	---	R	F	F	F	F
<i>Ilex platyphylla</i>	---	---	---	---	+	R	R
<i>Heberdenia excelsa</i>	---	---	---	---	+	R	R
<i>Myrica faya</i>	---	---	---	---	+	+	+
<i>Apollonias barbujana</i>	---	---	---	---	+	R	R
<i>Picconia excelsa</i>	---	---	---	---	---	+	R
<i>Erica platycodon</i>	---	---	---	---	---	+	+
<i>Ilex canariensis</i>	---	---	---	---	+	+	+

A: abundante. F: frecuente. R: rara, pero con más de 1 ejemplar. +: 1 ejemplar. ----: ausente

	Especies herbáceas oportunistas no propias del monteverde
	Especies herbáceas y arbustivas heliófilas de lugares sin bóveda arbórea
	Especies herbáceas y arbustivas propia de monteverde con bóveda arbórea clareada
	Helechos de la laurisilva que aumentan su población con el aumento de luminosidad
	Especies arbóreas propias de la laurisilva

Así, a lo largo de algo más de cuatro años la regeneración por reproducción sexual ya evidencia una tendencia a la desaparición de los taxones oportunistas, al mantenimiento de algunos arbustos relativamente heliófilos y al aumento del número de especies indicativas de una mayor madurez forestal. Por lo que respecta al significado dinámico de los taxones mejor representados en la actualidad, se puede afirmar que la abundancia de *Viburnum rigidum*, *Rubus bollei* y *Phyllis nobla* es asimilable a la situación estable de un borde de camino forestal, pero con propensión a la desaparición de las dos últimas. Resulta llamativa la importancia relativa de *Rhamnus glandulosa* y de *Asplenium hemionitis*, dos especies raras de ver antes de Delta, a excepción de ejemplares muy aislados y añejos de *Rhamnus glandulosa*. Pero esta perturbación también ha estimulado de modo importante la reproducción vegetativa de *Prunus lusitanica*, que, a través del acodamiento, aumenta el número de ejemplares y su grado de recubrimiento. Por ello, es posible afirmar que, con el paso del tiempo, la huella de esta perturbación se podrá reconocer por una particular estructura por edades de los árboles, por la existencia de ejemplares jóvenes de *Rhamnus glandulosa* y de *Viburnum rigidum*, así como por la gran importancia relativa de *Prunus lusitanica* en el conjunto forestal. En diversos lugares de la laurisilva de Anaga se observan hoy estos mismos rasgos y, al menos en uno de ellos, se pueden relacionar con certeza con un temporal de viento menos intenso y de efecto más local ocurrido en mayo de 1993 (Arozena, Dorta, Panareda y Beltrán, 2008), lo que permite deducir la relativa recurrencia del fenómeno y su relevancia en la geografía interna del bosque, en la dinámica de la laurisilva y en la dinámica de su paisaje.

### C) Desprendimientos

La gran pendiente general del terreno de algunas áreas con laurisilva contribuye a los desprendimientos de roca y tierra, que suelen arrastrar consigo la vegetación que encuentran en su trayectoria, sobre todo a partir de los destacados roques que jalonan algunas cumbres o que sobresalen con frecuencia en las laderas. Estos procesos de vertiente pueden tener lugar de un modo independiente o pueden ser fruto de lluvias torrenciales o de situaciones de viento intenso mantenida durante varias horas.

Uno de los desprendimientos recientes de mayor efecto en la vegetación fue el ocurrido en noviembre de 2005, como consecuencia de Delta. La acción del viento en el Pico Limante, en Anaga, provocó que las raíces de los ejemplares dispersos de *Erica platycodon* y de *Teline canariensis*, que suelen vivir en las fisuras de las formaciones rocosas, actuaran como palanca y soltaran un conjunto de gran volumen de roca, tierra y vegetales. La caída de esta masa rompió el sendero del Pijaral y abrió aguas abajo un amplio pasillo en el bosque, al desarraigar y arrastrar los árboles y gran

parte del suelo que encontró en su recorrido. Pasado un año del desprendimiento, ya se habían instalado algunos vegetales heliófilos y oportunistas en los retazos de formación superficial, pero las lluvias y algunas pequeñas caídas de roca posteriores limpiaron los restos de suelo y dejaron la roca madre al desnudo en gran parte del claro, lo que dificultó e hizo retroceder temporalmente la recolonización vegetal.

En las características de la regeneración de la vegetación en los huecos abiertos por desprendimientos juega un papel capital el posible afloramiento de la roca in situ. Este hecho introduce una variante respecto a los rasgos del mismo proceso en los claros forestales relacionados directamente con el viento, pues aunque todas son plantas heliófilas, tienen mayor protagonismo las especies que toleran mejor la falta de suelo.

El ejemplo del Pijaral es muy expresivo de esta influencia de las variaciones del sustrato (tabla 2). Así, en torno al camino restaurado con acumulación de tierra, el número de especies presentes es mayor, particularmente las herbáceas y arbustivas representativas de monteverde con bóveda arbórea clareada. Sin embargo, dentro del claro propiamente dicho, se observa un gradiente de recubrimiento, de variedad florística y de selección de especies en función de la pendiente y de la ausencia de suelo.

**Tabla 2.** Variaciones según el tipo de sustrato de la secuencia de introducción de taxones en el desprendimiento de El Pijaral (Anaga). (Arozena y Panareda, 2010).

Especies florísticas	12 meses		52 meses	
	Hueco	Borde de camino	Hueco	
			Formación superficial	Roca desnuda
<i>Mercurialis annua</i>	F	R	---	---
<i>Solanum nigrum</i>	+	---	---	---
<i>Dittrichia viscosa</i>	---	+	---	---
<i>Pteridium aquilinum</i>	R	F	R	---
<i>Canarina canariensis</i>	R	F	---	---
<i>Galium scabrum</i>	R	R	---	---
<i>Ageratina adenophora</i>	R	+	---	---
<i>Bystropogon canariensis</i>	+	---	---	---
<i>Teline canariensis</i>	+	+	F	+
<i>Andryala pinnatifida</i>	---	---	A	---

<i>Sideritis dendro-chahorra</i>	---	---	+	---
<i>Sonchus acaulis</i>	---	---	+	---
<i>Ixanthus viscosus</i>	R	R	---	---
<i>Pericallis apendiculata</i>	---	R	---	---
<i>Cedronella canariensis</i>	---	F	F	---
<i>Hypericum inodorum</i>	R	F	F	+
<i>Ranunculus cortusifolius</i>	R	F	R	---
<i>Phyllis nobla</i>	---	A	F	---
<i>Scrophularia smithii</i>	R	A	---	---
<i>Carex sp</i>	+	A	---	---
<i>Woodwardia radicans</i>	F	F	R	---
<i>Asplenium hemionitis</i>	F	F	+	---
<i>Polystichum setiferum</i>	+	R	---	---
<i>Rhamnus glandulosa</i>	+	R	---	---
<i>Viburnum rigidum</i>	---	R	---	---
<i>Erica platycodon</i>	R	F	A	F
<i>Laurus novocanariensis</i>	---	R	---	---

A: abundante. F: frecuente. R: rara, pero con más de 1 ejemplar. +: 1 ejemplar. ----: ausente

	Especies herbáceas oportunistas no propias del monteverde
	Especies herbáceas y arbustivas heliófilas de lugares sin bóveda arbórea
	Especies herbáceas y arbustivas propia de monteverde con bóveda arbórea clareada
	Helechos de la laurisilva que aumentan su población con el aumento de luminosidad
	Especies arbóreas propias de la laurisilva

## D) Incendios

Poco se ha podido conocer de la relación del fuego y la laurisilva, pues, salvo un sector del área quemada por el incendio de 1984 en La Gomera, los ocurridos en las islas occidentales durante los últimos 20 años han afectado sobre todo a bosques de pino canario, particularmente a repoblaciones. El incendio del verano de 2007 en Tenerife y los de 2012 en esta isla y en La Gomera han ofrecido la oportunidad de abordar

esta cuestión (Arozena, Panareda y Correa, 2014; Arozena y Panareda, 2014; Arozena, Panareda y Figueiredo, 2014).

### Garajonay

El incendio de 2012 en Garajonay presentó muchos de los rasgos propios de lo que se suele considerar una catástrofe natural: duró muchos días, se extendió por una gran superficie, en muchos lugares fue un fuego de suelo y afectó una laurisilva protegida desde hace más de 30 años, con expresiones forestales aparentemente muy maduras. A partir de febrero de 2013 y durante 13 meses se observaron las características de la reacción del bosque en lugares con vegetación representativa de situaciones dinámicas diferentes, relacionadas con factores históricos también distintos, dependientes de la topografía y de la relación espacial con el parque nacional.

**Tabla 3.** Longitud de especies leñosas en el Barranco de Las Lagunetas (cm)

	Reproducción vegetativa			Reproducción sexual			
	Feb. 2013	Mayo 2013	Marzo 2014	Feb. 2013	Mayo 2013	Marzo 2014	
<i>Erica arborea</i>	20	35	110	<i>Adenocarpus foliolosus</i>	9	50	90
<i>Myrica faya</i>	30	70	150	<i>Cistus monspeliensis</i>	12	35	70
<i>Bystropogon canariense</i>	40	65	30				

En los matorrales muy cerrados, de 3 m de altura e integrados por *Erica arborea* y *Myrica faya*, que han colonizado antiguos campos de cultivo fuera del parque (Barranco de Las Lagunetas), la cantidad de material combustible hizo que el fuego se mantuviera incluso en el suelo y se quemaran las semillas. La reacción post-incendio fue una importante regeneración vegetativa y una reproducción sexual con un escaso recubrimiento inicial, pero con gran diversidad específica (*Cistus monspeliensis*, *Adenocarpus foliolosus*, *Chamaecytisus proliferus*, *Calendula arvensis*, *Galactites tomentosa*, *Senecio vulgaris*, *Anagallis arvensis*, *Hirschfeldia incana*, *Solanum nigrum*, *Sonchus tenerrimus*, *Conyza sumatrensis*, *Geranium purpureum*, *Wahlenbergia lobelioides*, etc.), aunque en los siguientes trece meses desapareció la mayor parte de las herbáceas y se consolidaron la jara (*Cistus monspeliensis*) y el codeso (*Adenocarpus foliolosus*) (tabla 3).

En el borde sur del parque nacional (Cañada de Limante) y con una pendiente superior a la de la situación anterior, un bosque de 6-7 m de altura y constituido por *Erica arborea*, *Myrica faya*, *Ilex canariensis* y *Laurus novocanariensis*, el efecto del fuego fue más intenso. Al haber árboles de más edad, ser una formación más cerrada y

haber un horizonte edáfico continuo de materia orgánica, había más combustible y el fuego de suelo duró más y pudo alcanzar más altas temperaturas. Como consecuencia, a los seis meses del incendio ya había una significativa regeneración vegetativa de las especies arbóreas y la germinación era muy escasa y pobre en especies. Tres meses más tarde se habían incorporado más especies, casi todas ellas heliófilas y oportunistas (*Adenocarpus foliolosus*, *Erica arborea*, *Cedronella canariensis*, *Brachypodium sylvaticum*, *Geranium purpureum*, *Parietaria debilis*, *Mercurialis annua*, *Stellaria media*, *Moehringia pentandra*, *Viola arvensis*, *Silene gallica* y *Galium aparine*). El recubrimiento de este sotobosque no superaba el 5% y gran parte de las plantas se concentraban en las cárcavas abiertas en las cenizas o en la acumulación de finos de las trampas construidas para evitar la erosión en los cauces de la cañada. En marzo de 2014 la germinación seguía teniendo un efecto muy local, aunque había aumentado ligeramente en recubrimiento y en número de especies (tabla 4).

**Tabla 4.** Longitud de especies leñosas en la Cañada de Limante (cm)

	Reproducción vegetativa			Reproducción sexual		
	Feb. 2013	Mayo 2013	Marzo 2014	Feb. 2013	Mayo 2013	Marzo 2014
<i>Erica arborea</i>	20	35	110	<i>Adenocarpus foliolosus</i>	9	50
<i>Myrica faya</i>	30	70	150	<i>Cistus monspeliensis</i>	12	35
<i>Bystropogon canariense</i>	40	65	80			70

El bosque más maduro y mejor estructurado de los estudiados (Los Gallos) tiene una altura variable entre 20 y 30 m, y en el que dominan *Ilex canariensis*, *Laurus novocanariensis* y *Picconia excelsa*, frente a una menor representación de *Erica arborea*. Sin embargo, la forma de muchos árboles evidencia un aprovechamiento antiguo para la obtención de madera, leña, carbón, incluso pastoreo; además, la existencia de una fuente tallada en la roca junto al camino también es un elemento indicativo del antiguo uso de este espacio forestal y del carácter secundario del bosque, a pesar de la antigüedad de algunos árboles. Aquí el fuego fue principalmente de suelo, se mantuvo mucho tiempo y quemó las bases de los árboles y los tocones antiguos, mientras que las copas de los árboles sólo sufrieron el efecto del calor. Los tocones que sufrieron un mayor perjuicio fueron los de los árboles más viejos, con más volumen y, en parte, algo secos. En febrero de 2013 había ya algo de germinación (*Cedronella canariensis*, *Mercurialis annua*, *Pteridium aquilinum*, *Parietaria debilis*) y también regeneración vegetativa, lo que indica la vitalidad de la mayor parte de los pies, sobre todo de los más jóvenes. La recuperación es mucho más evidente dos meses más tarde. Lo más significativo es el aumento progresivo de las herbáceas oportunistas, que, aunque tardaron en entrar,

en mayo de 2013 habían aumentado considerablemente su diversidad y en marzo de 2014 ya alcanzaban un recubrimiento de 70-80% en superficies subhorizontales y una proporción variable entre ellas (tabla 5).

**Tabla 5.** Importancia relativa de las especies de reproducción sexual en el bosque de Los Gallos (marzo 2014). 3: abundante; 2: frecuente; 1: localizada.

<i>Cedronella canariensis</i>	3	<i>Ageratina adenophora</i>	1	<i>Oxalis corniculata</i>	1
<i>Mercurialis annua</i>	3	<i>Andryala pinnatifida</i>	1	<i>Pericallis cruentus</i>	1
<i>Moehringia pentandra</i>	3	<i>Asplenium onopteris</i>	1	<i>Pericallis steetzii</i>	1
<i>Cryptotaenia elegans</i>	2	<i>Aichryson laxum</i>	1	<i>Rubus ulmifolius</i>	1
<i>Chamaecytisus proliferus</i>	2	<i>Aichryson pachycaulon</i>	1	<i>Scrophularia smithii</i>	1
<i>Galium scabrum</i>	2	<i>Bidens pilosa</i>	1	<i>Senecio vulgaris</i>	1
<i>Geranium canariense</i>	2	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	1	<i>Ranunculus cortusifolius</i>	1
<i>Geranium purpureum</i>	2	<i>Bystropogon canariense</i>	1	<i>Solanum nigrum</i>	1
<i>Hypericum grandifolium</i>	2	<i>Carex sp.</i>	1	<i>Sonchus acaulis</i>	1
<i>Parietaria debilis</i>	2	<i>Conyza sumatrensis</i>	1	<i>Sonchus tenerrimus</i>	1
<i>Pteridium aquilinum</i>	2	<i>Dryopteris oligodonta</i>	1	<i>Stellaria media</i>	1
<i>Sonchus tenerrimus</i>	2	<i>Galium aparine</i>	1	<i>Urtica sp.</i>	1
<i>Viola riviniana</i>	2	<i>Geranium rotundifolium</i>	1		
<i>Adenocarpus foliolosus</i>	1	<i>Myosotis latifolia</i>	1		

El seguimiento de las plantas heliófilas a lo largo del tiempo y la observación de su importancia tras otro tipo de perturbaciones (Arozena, Dorta, Panareda y Beltrán, 2008; Arozena y Panareda, 2010) han permitido hacer una valoración del grado de oportunismo de las especies más frecuentes (Tabla 7). Un año y medio después del incendio todavía hay una presencia significativa de las especies de máximo grado de oportunismo. El 70% de los árboles ya rebrotaban en mayo de 2013, los brezos con mayor dificultad, y en marzo de 2014 los rebrotes de brezo vivos son escasos por la progresiva disminución de luz, mientras que los de *Laurus novocanariensis* superaban por los 2 m (tabla 6).

**Tabla 6.** Evolución de la reproducción vegetativa en Los Gallos (cm)

	Feb. 2013	Mayo 2013	Marzo 2014
<i>Erica arborea</i>	-	28	-
<i>Myrica faya</i>	15	48	155
<i>Ilex canariensis</i>	9	80	150
<i>Laurus novocanariensis</i>	18	110	210
<i>Viburnum rigidum</i>	-	75	115

Si situamos el significado de los incendios forestales en el contexto de la construcción, la estructura, el funcionamiento y la dinámica del paisaje, una de las principales ideas que hay que extraer del estudio de Garajonay es que lo que se ha quemado es un paisaje antropizado, con diferentes grados y antigüedades. En segundo lugar, la reacción del bosque indica que el incendio aceleró la regeneración forestal al estimular la competencia entre las especies. En tercer lugar, el incendio diversifica el paisaje forestal, crea un mosaico de situaciones dinámicas diferentes que contribuye a la riqueza florística y faunística. Por lo tanto, lo que se ha producido es una pérdida temporal del paisaje, del mismo modo que ocurre con otros tipos de perturbaciones, como los desprendimientos o los temporales de viento. Diferentes son las consideraciones relacionadas con los impactos sobre las actividades y el patrimonio humano o los riesgos que van asociados a los incendios forestales.

**Tabla 7.** Grado de oportunismo de las especies más características de la regeneración sexual.

Especies de oportunismo máximo	Especies de oportunismo medio	Especies de oportunismo mínimo
<i>Bidens pilosa</i>	<i>Adenocarpus foliolosus</i>	<i>Bystropogon canariense</i>
<i>Cedronella canariensis</i>	<i>Ageratina adenophora</i>	<i>Galium scabrum</i>
<i>Conyza sumatrensis</i>	<i>Andryala pinnatifida</i>	<i>Geranium canariense</i>
<i>Mercunialis annua</i>	<i>Aichryson pachycaulon</i>	<i>Hypericum grandifolium</i>
<i>Oxalis corniculata</i>	<i>Cryptotaenia elegans</i>	<i>Ranunculus cortusifolius</i>
<i>Parietaria debilis</i>	<i>Chamaecytisus proliferus</i>	<i>Rubus ulmifolius</i>
<i>Senecio vulgaris</i>	<i>Galium aparine</i>	<i>Scrophularia smithii</i>
<i>Solanum nigrum</i>	<i>Geranium purpureum</i>	<i>Viola riviniana</i>
<i>Sonchus tenerrimus</i>	<i>Geranium rotundifolium</i>	
	<i>Myosotis latifolia</i>	
	<i>Pencallis cruentus</i>	
	<i>Pencallis steetzii</i>	
	<i>Urtica sp.</i>	

Máximo: especies que entran rápido y duran poco. Medio: especies que entran más despacio y desaparecen cuando el bosque se va cerrando. Mínimo: especies de semisombra, que permanecen más años y son consideradas como parte de determinadas expresiones de la laurisilva.

## CONCLUSIONES

Los aprovechamientos históricos del territorio han dado lugar a un paisaje variable en relación con las necesidades, tradiciones y técnicas disponibles para la explotación de los recursos en diferentes momentos. El abandono de la explotación agrícola, ganadera y forestal ha desencadenado una serie de procesos de diferente tipo que puede resumirse en el restablecimiento de un paisaje vegetal que tiende de modo progresivo hacia estados cada vez más maduros. Esta creciente madurez no es simplemente una dinámica lineal del bosque, sino una nueva dinámica global en la que intervienen todos los componentes del paisaje. De manera especial se detecta un cambio en la presencia e intensidad de algunos procesos y fenómenos, cuya interpretación global es necesaria para comprender el funcionamiento y la evolución del conjunto del paisaje en la actualidad.

El cese o la importante disminución de las actividades históricas han dado lugar a que plantas oportunistas o pioneras colonicen espacios abiertos, en los que progresivamente entran vegetales más exigentes en sombra, humedad y nutrientes. Se desarrolla así una sucesión vegetal, y en sentido más amplio, una sucesión ecológica, pues con la vegetación cambia la composición faunística y los suelos evolucionan hacia estructuras más forestales. Es en las fases actuales, con dominio del bosque en el ambiente de la laurisilva cuando se detecta que las consecuencias de los fenómenos meteorológicos extraordinarios no son las mismas que hace unas décadas; en algunas ocasiones se presentan con mayor intensidad y en otras los efectos son menores. Las lluvias torrenciales, por ejemplo, provocan niveles elevados de erosión en las tierras cultivadas, pero los efectos son menores si domina el bosque denso. Por otra parte, si el suelo ha alcanzado un gran desarrollo, el agua de las escorrentías extraordinarias puede provocar la formación de coladas de barro y rocas, así como desprendimientos e intensa erosión en las laderas y fondos de valle. Así, el impacto y la perturbación que pueden provocar una tormenta, un incendio, un desprendimiento o una plaga difieren en relación con el estado en que se encuentra la laurisilva. Un especialista distingue la importancia y las consecuencias de una perturbación según la fase de regeneración en que esté el bosque. De ahí el gran interés por conocer la historia de una masa forestal

concreta, de sus condiciones ambientales generales y de la recurrencia de las distintas perturbaciones.

Es desde esta perspectiva dinámica en relación con los fenómenos extraordinarios como los autores siguen su investigación, pues se trata de situaciones condicionadas por la regeneración de la laurisilva durante las últimas décadas. Es una interesante perspectiva que pone en relación la laurisilva con los distintos usos derivados de las nuevas necesidades sociales, desde la que debe ser interpretado y mostrado el bosque canario y desde la que deben gestionarse los espacios protegidos.

## REFERENCIAS

- [1] AEMET. *Calendario Meteorológico*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 2010, 300 páginas.
- [2] Arozena, M.E.; Panareda, J.M. y Beltrán, E., "El significado dinámico de los matorrales de *Erica platycodon* en las cumbres del Macizo de Anaga. Tenerife (I. Canarias)" *Lazaroa*. 29, 008, pp. 101-115. 2008.
- [3] Arozena, M. E.; Dorta, P.; Panareda, J. M. y Beltrán, E., "El efecto de los temporales de viento en la laurisilva de Anaga (Tenerife. I. Canarias). La tormenta Delta de noviembre de 2005", *Scripta Nova*. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias sociales, Barcelona, 15 de junio de 2008, vol. XII, núm. 267 <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-267.htm>>, 2008.
- [4] Arozena, M.E; Panareda, J.M. y Beltrán, E., "Aproximación a la dinámica de recuperación espontánea de la laurisilva del Parque Rural de Anaga (Tenerife. Islas Canarias)". *Biogeografía, Scientia Biodiversitatis*. MCINN. Universidad de Málaga. Junta de Andalucía, 2009, pp. 25-32.
- [5] Arozena, M.E. y Panareda, J.M., "Fenómenos meteorológicos y geomorfológicos extraordinarios como factores de dinámica de la laurisilva de Anaga (Tenerife. Islas Canarias), *Biogeografía, una ciencia para la conservación del medio*. Universidad de Alicante. AGE, Alicante, 2010, pp. 325-334.
- [6] Arozena, M.E. y Panareda, J.M., "Forest transition and the biogeographic meaning of the current laurel forest landscape in Canary Islands". *Physical Geography*. 34 - 3, 2013, pp. 211-235.
- [7] Arozena, M.E. y Panareda, J.M., "Los incendios forestales como factor de evolución y dinámica del paisaje de la laurisilva canaria", *V Reunión Internacional de FUEGORED*, Barcelona, 2014.
- [8] Arozena, M.E.; Panareda, J.M. y Correa, J.M., "Estado actual de la vegetación del área potencial de laurisilva de la divisoria Monte del Agua - Erjos (Tenerife) tras el incendio de 2007" *Flamma* 5 - 1, 2014, pp. 14-17.
- [9] Arozena, M.E.; Panareda, J.M. y Figueiredo, A., "Efectos del incendio de 2012 en el paisaje del Parque Nacional de Garajonay (La Gomera)", *Biogeografía de Sistemas Litorales. Dinámica y Conservación*, Universidad de Sevilla. AGE, Sevilla. 2014, pp. 229-236.

[10] Panareda, J.M.; Arozena, M.E. y Beltrán, E., "Dinámica de la vegetación de la laurisilva de Chinobre (Anaga, Tenerife, Islas Canarias) afectada por la tormenta Delta en 2005". *Biogeografía, Scientia Biodiversitatis*, MCINN. Universidad de Málaga. Junta de Andalucía, 2009, pp. 71-76.



# Estratégia regional para as florestas – Região Autónoma da Madeira

---

**M. FILIPE** <sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Engenheiro Florestal, Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza, Direção de Serviços de Florestação e dos Recursos Naturais

**PALAVRAS – CHAVE:** Estratégia Regional para as Florestais, Vectores Estratégicos; Objectivos Prioritários

## RESUMO

Em 2006, foi definida pela primeira vez uma Estratégia Regional para as Florestas, específica e adaptada à singularidade da realidade florestal da Região Autónoma da Madeira (RAM), que foi devidamente enquadrada na respetiva Estratégia Nacional.

Decorrido este período, com todas as alterações económicas e sociais desfavoráveis que têm ocorrido na sociedade, mas principalmente pelos acontecimentos que têm afetado os espaços florestais, sendo disso exemplo, o aparecimento do Nemátodo da Madeira do Pinheiro (NMP) em dezembro de 2009, a intempérie de fevereiro de 2010, os incêndios de agosto de 2010 e de julho de 2012, associado ao novo quadro comunitário de apoio destinado à Região no período 2014-2020, impõe-se adotar um documento estratégico, de reflexão, devidamente adaptado aos tempos atuais e capaz de dar resposta aos desafios que se colocam ao sector florestal.

A Estratégia Regional para as Florestas, será nos próximos anos um elemento de referência das opções estratégicas, das orientações e dos planos de ação, públicos e privados, para o desenvolvimento sustentável das florestas na RAM.

\*Contacto: [manuelfilipe.sra@gov-madeira.pt](mailto:manuelfilipe.sra@gov-madeira.pt)

## FATORES DE MUDANÇA

Desde a última versão, vários acontecimentos marcantes têm afetado os espaços florestais, evidenciando a importância das florestas enquanto valor patrimonial e fator fundamental na segurança civil das populações. Ademais, surgiram outros fatores relevantes que justificam a adequação da anterior Estratégia face às novas circunstâncias que marcam o sector florestal, influenciando, em certa medida, o grau e a qualidade de intervenção nos espaços florestais sendo eles:

- A detecção do Nematodo da Madeira do Pinheiro na ilha da Madeira
- A intempérie de Fevereiro de 2010
- Os incêndios florestais de 2010 e 2012
- O 1º Inventário Florestal da RAM
- Os planos de Ordenamento e gestão de Áreas Protegidas
- O contexto sócio económico desfavorável
- O quadro de apoio comunitário 2014-2020

## ESPECIFICIDADES E IMPORTÂNCIA DAS FLORESTAS NA RAM

As características geográficas, ambientais e culturais deram lugar à existência de elementos florísticos e faunísticos muito particulares, com condições ambientais muito específicas, originários dos habitats herdados e que se desenvolviam, no passado, no território mediterrânico.

### A) Evolução da actividade florestal

Desde a descoberta da ilha e durante vários séculos a densa vegetação que cobria a ilha foi sendo dizimada, para exploração de madeira e lenha, e para pastagem. Onde imperava o pastoreio desregado. Este cenário manteve-se até ao século passado tendo com a criação dos Serviços Florestais em 1952 iniciado uma inversão da realidade. Contudo, só depois da Autonomia da RAM e a partir de 1976 que então, auxiliados pelas lições que a história ensinou, e devido à alteração do nível de vida das populações

têm sido desenvolvidos projetos e ações conducentes à prossecução dos objetivos de valorização dos recursos naturais, prevenção da erosão dos solos, regularização do regime hídrico, salvaguarda da biodiversidade e procura de um equilíbrio dinâmico entre o homem e a natureza, propulsor do modelo de desenvolvimento sustentável que se preconiza para a Região.

## **B) Património Florestal**

A RAM possui um património florestal com características naturais próprias – geológicas, hidrológicas, climáticas e florestais distintas – que ao mesmo tempo que significam notoriedade para a Região, conferem aos seus ecossistemas florestais uma extrema vulnerabilidade, o que representa uma responsabilidade acrescida na gestão e na qualidade das intervenções nessas áreas.

## **C) Biodiversidade e Conservação da Natureza**

As manchas florestais autóctones albergam um elevado grau de biodiversidade que, unido ao índice de endemidade presente, oferecem um banco genético excepcional, cujo valor ambiental, social e económico importa preservar, divulgar e promover.

## **D) Prevenção e Gestão de Riscos**

Os principais riscos que afetam as superfícies florestais da Região estão relacionados com a questão dos incêndios florestais, a ocorrência de pragas e doenças e a erosão dos solos.

## **VISÃO ESTRATÉGICA: VECTORES ESTRATÉGICOS E PRIORITÁRIOS**

Considerando que se pretende garantir uma Gestão Sustentável dos Recursos Florestais na RAM, são estabelecidos os princípios específicos orientados à Preservação dos recursos florestais, à Expansão das áreas arborizadas, à Melhoria dos espaços florestais e naturais, à Salvaguarda da Biodiversidade e Conservação da Natureza, à Melhoria da Paisagem, à Prevenção e Gestão de riscos, ao Contributo das florestas na luta contra as alterações climáticas e desertificação, à Conservação do património

biogenético vegetal, à Utilização ordenada e racional dos recursos cinegéticos, aquícolas e silvopastoris, ao Usufruto dos espaços florestais para atividades lúdico-desportivas, ao Fomento do turismo de natureza, ao Uso da biomassa como fonte energética renovável, ao Desenvolvimento das zonas rurais, ao Contributo da silvicultura para o emprego e ao crescimento económico das comunidades rurais, à Valorização dos recursos florestais e naturais, à Integração das florestas em outras políticas sectoriais e à Colocação em funcionamento dos compromissos nacionais e internacionais de âmbito florestal.

É assim definida a Estratégia Regional para a floresta que se consubstancia fundamentalmente nos seguintes Vectores Estratégicos (VE) e respetivos Objectivos Prioritários (OP) cada um dos quais com as suas metas e Indicadores

### **VE 1 – Promover o desenvolvimento Sustentável do património Florestal da RAM**

- **OP 1.1.** – Melhorar o Planeamento e Ordenamento Florestal através da execução do 2.º Inventário Florestal da Região Autónoma da Madeira (IFRAM<sub>2</sub>), da elaboração do Plano Regional de Ordenamento Florestal da Região Autónoma da Madeira (PROF-RAM) da Elaboração do Plano Global de Proteção Florestal da Região Autónoma da Madeira (PGPF) e elaboração dos Planos de Gestão Florestal.
- **OP 1.2.** – Recuperar, beneficiar e expandir o coberto florestal através do aumento da área florestada na RAM e da beneficiação/recuperação dos espaços florestais.

### **VE 2 – Assegurar a Gestão Ambiental da Biodiversidade e Conservação da Natureza numa perspectiva do seu uso sustentado.**

- **OP 2.1.** – Garantir a perenidade dos endemismos macaronesicos e Madeirenses ameaçados de extinção através da (Re)introduzir e/ou reforço de populações de espécies ameaçadas de extinção, propagando táxones seleccionados, usando técnicas apropriadas a cada espécie, elaborar planos anuais de colheita de sementes, de modo a incrementar o número de táxones indígenas e elaborar planos de ação dirigidos a espécies alvo com estatuto elevado de ameaça.

- **OP 2.2.** – Promover a consolidação da informação de base sobre espécies e habitats naturais protegidos através da elaboração de relatórios sectoriais e globais sobre o estado de conservação de espécies e habitats protegidos e gestão de uma Base de Dados sobre a Biodiversidade do Arquipélago da Madeira
- **OP 2.3.** – Sensibilizar para a preservação dos ecossistemas florestais e naturais através do funcionamento de um Portal sobre a Biodiversidade da RAM e da promoção de ações de sensibilização e educação ambiental

### VE 3 – Reforçar a prevenção e gestão de Riscos Naturais e Antropicos

- **OP 3.1.** – Reforçar a Capacidade de Prevenção e Proteção da Floresta contra incêndios florestais através da redução da área florestada afetada por incêndios florestais e a manutenção da rede de Defesa da Floresta Contra Incêndios implantada.
- **OP 3.2.** – Reduzir os Riscos e efeitos de agentes bióticos (pragas e doenças) através da implementação de uma rede permanente de monitorização do estado sanitário das florestas da e Elaboração de planos de ação de prevenção e controlo de riscos
- **OP 3.3.** – Reforçar a recuperação biofísica das áreas degradadas através do controlo dos processos de erosão e a recuperação das áreas florestais sob gestão pública que sejam afetadas por incêndios

### VE 4 – Fomentar o aproveitamento dos múltiplos recursos associados à floresta e natureza na promoção e desenvolvimento do território e do ecoturismo.

- **OP 4.1.** – Assegurar as condições de utilização social e promoção dos espaços florestais, zonas de recreio e lazer associados ao uso múltiplo da floresta através da Implementação de um modelo de gestão e manutenção da rede de percursos pedestres recomendados da RAM, a criação de percursos pedestres GR (Grande Rota) na RAM e manter os parques florestais e áreas de recreio e lazer em bom estado de conservação e usufruto.

- **OP 4.2.** – Melhorar a gestão e sustentabilidade dos recursos cinegéticos, aquícolas e silvopastoris através da valorização da caça, através do reforço das populações cinegéticas em áreas florestais e do incremento da pesca desportiva de águas interiores, através do reforço das populações piscícolas. Garantir o contínuo ordenamento da atividade silvopastoril, nomeadamente através do estímulo à aplicação de boas práticas, inerentes à preservação dos solos, da água e do coberto vegetal.

#### REFERENCIAS

[1] Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza – “*Estratégia Regional para as Florestas*”;

[2] Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza – “*Mapas estatísticos*”;

[3] Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais - Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza - <http://www.sra.pt/drf/>;

[2] Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza – “*50 anos a servir a floresta*”;

# Elaboración de cartografía forestal en canarias a partir de datos LIDAR

---

J. L. Tomé Morán<sup>a</sup>, A. Fernandez Landa<sup>a</sup>, P. P.Ranz Vega<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Agresta S. Coop.

**PALABRAS CLAVE:** LiDAR; Estructura de Vegetación; Cartografía; Grandes Superficies; Vegetación, Teledetección.

## RESUMEN

La tecnología LiDAR aerotransportada está ampliamente implantada para aplicaciones civiles en las Islas Canarias donde se viene utilizando desde el año 2008 en un proyecto piloto de detección de cambios en el territorio. La disponibilidad de vuelos periódicos en las Islas, desde la puesta en marcha de este proyecto, convierte a la Comunidad Autónoma en un lugar privilegiado para trabajar con estos datos también, en aplicaciones forestales. Mediante el presente proyecto se pretende abordar una metodología de trabajo para generar de manera sistemática una cartografía de estructura de la vegetación que enriquezca la información de las formaciones forestales de Canarias.

Trabajando con los datos LiDAR, se ha generado información continua de cobertura y altura actualizada para todas las masas de las cinco islas con superficie forestal arbolada en Canarias. Esta información nos va a permitir seguir profundizando en el conocimiento de las masas forestales de las Islas, con aplicaciones directas tanto en la conservación ya que pueden servir de base para analizar la cantidad de biomasa y carbono almacenada por los ecosistemas forestales canarios, como en la defensa del

\* Contactos: [jltome@agresta.org](mailto:jltome@agresta.org), [afernandez@agresta.org](mailto:afernandez@agresta.org), [pranz@agresta.org](mailto:pranz@agresta.org)

monte, ya que nos pueden permitir actualizar en un futuro la cartografía de modelos de combustible fundamentales en la lucha contra los incendios forestales.

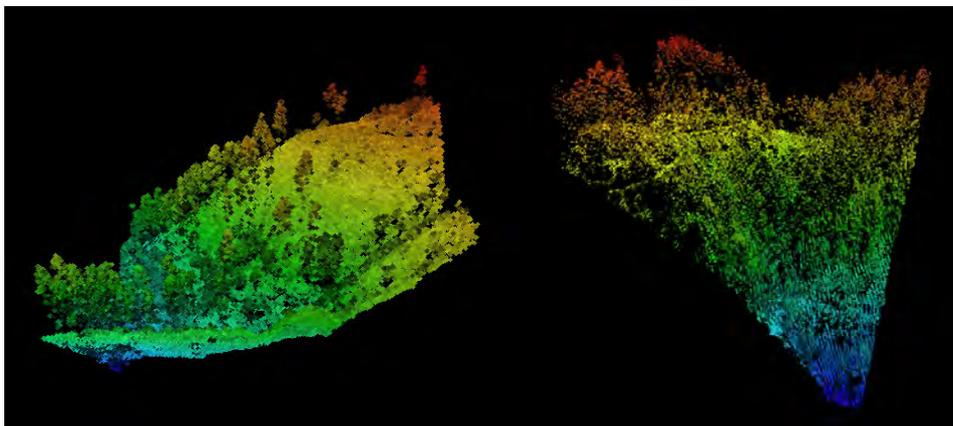
## INTRODUCCION

El LIDAR (Light Detection And Ranging) es un sistema activo de detección remota basado en un escáner laser. Esta tecnología aerotransportada y combinada con un sistema inercial y un GPS trabajando en tiempo real permite calcular la posición de un objeto midiendo el tiempo que transcurre entre la emisión de un pulso laser y su vuelta reflejado en el mismo. Esta capacidad de modelizar el terreno desde el aire de manera continua presenta una ventaja fundamental frente a otros sensores a la hora de estudiar las masas forestales: su capacidad de penetración en la cubierta vegetal; lo que permite capturar de esta forma información de diferentes estratos de vegetación y del suelo.

Esta tecnología abre nuevas e interesantes posibilidades para la descripción de las coberturas vegetales ya que proporciona un volumen enorme de información de la estructura del bosque. Cada uno de los rebotes del láser lo podemos traducir en una altura de la vegetación sobre el suelo y el porcentaje de pulsos laser que no llegan directamente al suelo son una medida muy exacta de la cobertura de la vegetación. Los sensores LIDAR, por tanto, miden directamente tanto la localización vertical como la distribución horizontal de los elementos de las cubiertas vegetales (Fowler, 2000), esto unido a la fuerte correlación que existe entre la altura de la vegetación y algunas características biofísicas como la biomasa total, la densidad de árboles o el volumen de madera (Dubayah, 2000) hacen que el LIDAR se esté convirtiendo en una herramienta imprescindible para la captura de información de las superficies forestales.

Canarias es una región privilegiada en cuanto a la disponibilidad de información LiDAR, ya que dispone de información LiDAR con una densidad de entre 0,5 pulso/m<sup>2</sup> capturada por el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) en 2009 y de un proyecto piloto para la detección de cambios en el territorio utilizando esta tecnología en el marco del cual la empresa pública GRAFCAN vuela la superficie de las islas con una densidad de 1 pulso/m<sup>2</sup> periódicamente desde el año 2010 (Rosales y Rodrigo 2012).

La información de los vuelos LiDAR es públicamente visible a través del visor de la Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias (IDECanarias: <http://visor.grafcan.es>). Mediante esta aplicación cualquier usuario puede utilizar una serie de herramientas básicas tales como la visualización 3D de los datos en una zona de interés.



**Figura 1** Vista general de una nube de puntos de datos LiDAR en 3D capturada en la isla de Tenerife. Fuente <http://visor.grafcan.es>

La disponibilidad de esta nueva tecnología nos va a permitir obtener nueva información actualizada y hasta ahora muy complicada de obtener por medios convencionales, de cara a enriquecer la información disponible relativa a las masas forestales de Canarias y abre la posibilidad de emplear esta información en la mejora de la cartografía disponible de otras temáticas vinculadas a la estructura de la vegetación tales como Modelos de Combustible o Biomasa.

## OBJETIVOS

El objetivo del presente proyecto es la generación de información útil de estructura de la vegetación en formato raster y vectorial para enriquecer la cartografía de vegetación disponible en las zonas forestales de las 5 islas más occidentales de Canarias (Gran Canaria, El Hierro, La Gomera, La Palma y Tenerife) a partir de la información LiDAR disponible.

La estructura de la vegetación abarca conceptos tanto de distribución horizontal de los estratos de vegetación: Fracción de cabida cubierta, que aporta información sobre las densidades de las coberturas vegetales; como de la distribución vertical, esto es la composición en altura de los estratos de vegetación.

## METODOLOGIA

Para el tratamiento de los datos LiDAR se ha seguido una metodología propia desarrollada por Agresta para el procesado de información LiDAR en grandes superficies:

1. Identificación de superficies objetivo de cada una de las Islas
2. Preparación de los archivos LAS para esas zonas
3. Generación de los Modelos Digitales del Terreno.
4. Normalización de los Retornos procedentes de la vegetación.
5. Cálculo de estadísticos de los retornos de vegetación en píxeles de 25 metros de lado.
6. Incorporación de la información generada a un SIG.
7. Intersección de la información generada con las zonas de trabajo seleccionadas (de ámbito forestal) para cada una de las islas estudiadas: El Hierro, La Palma, La Gomera, Gran Canaria y Tenerife.
8. Depuración de los datos obtenidos para las zonas de estudio.

Se ha seleccionado como información de partida los datos LiDAR capturados por la empresa pública Grafcan en la última campaña disponible para cada una de las islas, clasificados por la propia Grafcan que tiene una amplia experiencia en el procesado de los datos.

**Tabla 1** Campañas de vuelo utilizadas para el presente trabajo en las islas seleccionadas

Isla	Nº Bloques (1 Km x 1km)	Año Vuelo
Tenerife	2.419	2012/2013
La Gomera	485	2012
La Palma	883	2011 y 2013
El Hierro	380	2011
Gran Canaria	1.858 53	2011/2012 y 2013
Total	6.078	2011 a 2013

### A) Preparación de los archivos LAS

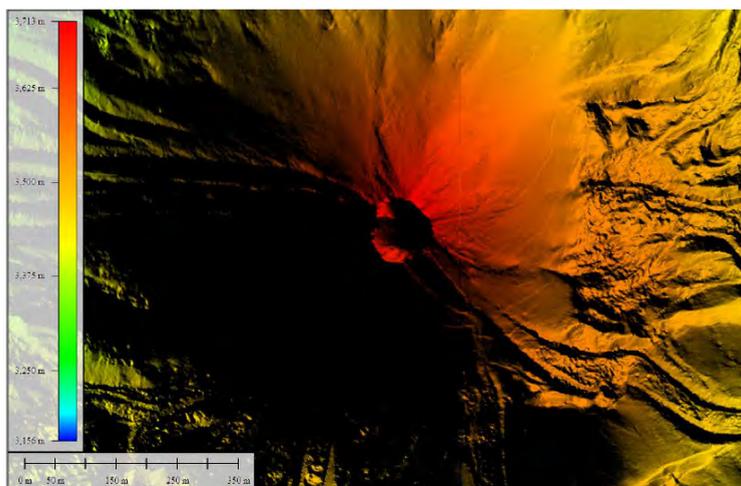
La primera labor necesaria ha sido la revisión y depuración de los archivos LAS generados por GRAFCAN que han sido suministrados para este trabajo desde el Gobierno de Canarias. La información capturada fue clasificada usando el Software de LASGROUND, segregando los retornos correspondientes al suelo (Categoría 2), edificios (Categoría 6) y otros puntos que incluyen la vegetación (Categoría 1 "Sin clasificar"). Esta clasificación de la nube de puntos es un paso fundamental ya que permite diferenciar los retornos de suelo de los de vegetación, edificios u otras infraestructuras y seleccionar así para el análisis la información correspondiente a la vegetación.

### B) Generación de los Modelos Digitales del Terreno

Una vez validados los archivos LAS el primer paso del procesado de los mismos es la obtención de Modelos Digitales de Elevaciones.

En este caso concreto el Gobierno de Canarias hizo llegar a Agresta los MDT elaborados por GRAFCAN al mismo tamaño de los bloques (1000m x 1000m) con una resolución final de 1 m/pixel.

Tal como se puede ver en la figura 2, la tecnología LiDAR posibilita Modelos Digitales de Elevaciones de enorme precisión.



**Figura 2** Modelo Digital del Terreno en el entorno del Teide. Fuente: GRAFCAN. Elaboración Agresta

### C) Normalización de los retornos procedentes de la vegetación

El proceso de normalización de la vegetación consiste en restar a la altitud del dato Lidar la altitud del terreno para obtener la altura de la vegetación sobre el suelo. Para ello se han utilizado los MDE de 1 m de paso de malla de GRAFCAN suministrados por el Gobierno de Canarias.

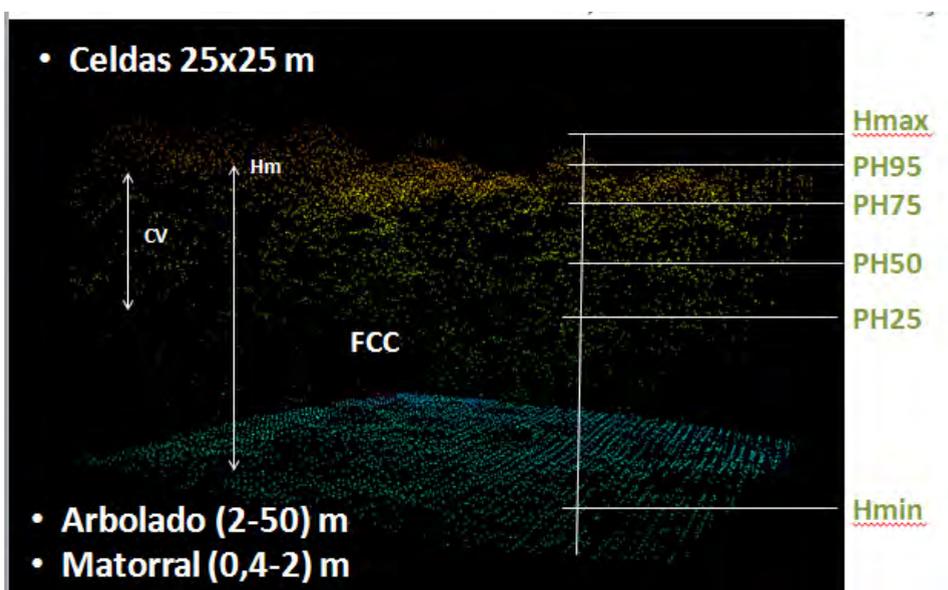
De cara a asegurarnos de que únicamente se trabaja con la vegetación, la normalización se ha llevado a cabo trabajando únicamente con los puntos clasificados como suelo y sin clasificar (que incluye a la vegetación). La mayor parte de los retornos sin clasificar corresponden con vegetación, especialmente porque estamos trabajando en zonas forestales y GRAFCAN tiene una muy buena clasificación de las edificaciones. En cualquier caso y dado que no hemos podido trabajar directamente con los retornos de vegetación se ha realizado una depuración posterior.

### D) Cálculo de estadísticos de los retornos de vegetación

El estudio de los retornos de la vegetación se ha diseñado trabajando con dos grandes grupos de acuerdo a la siguiente simplificación:

- Arbolado. Toda aquella vegetación que pasa de 2 m
- Matorral. Toda aquella vegetación que está entre los 0,4 m y los 2 m

Para el cálculo de los principales estadísticos del LiDAR para los retornos de vegetación arbórea y de matorral en celdas cuadradas de 25 metros de lado se ha utilizado los desarrollos de software propios de Agresta trabajando sobre la plataforma de FUSION (McGaughey, 2010).



**Figura 3** Identificación de estadísticos LiDAR para una parcela cualquiera de vegetación

**Tabla 2** Resumen de los principales estadísticos que se extraen de la nube de puntos en cada una de las celdas de 25 metros

Estadísticos LiDAR relacionados con la elevación y el número de retornos	Estadísticos LiDAR relacionados con la elevación únicamente
Mínima: Altura mínima de la celda	Número de primeros retornos por encima de la altura mínima (altura mínima la que le definamos en la configuración, 2 metros para el arbolado y 0,4 m)

Estadísticos LiDAR relacionados con la elevación y el número de retornos	Estadísticos LiDAR relacionados con la elevación únicamente
Máxima: Altura máxima de la celda	Número segundos retornos por encima de la altura mínima definida
Media: Altura media de la celda	Número terceros retornos por encima de la altura mínima definida
Moda: valor con una mayor frecuencia en una distribución de datos en la celda	Número cuartos retornos por encima de la altura mínima definida
Desviación estándar: raíz cuadrada de la varianza de la celda	Número quintos retornos por encima de la altura mínima definida
Varianza: media de las diferencias cuadráticas de n alturas puntuaciones con respecto a su media aritmética en la celda	Número sextos retornos por encima de la altura mínima definida
Coefficiente de variación: relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable	Número séptimos retornos por encima de la altura mínima definida
Rango intercuartílico: Diferencia entre el tercer y el primer cuartil de una distribución	Número octavos retornos por encima de la altura mínima definida
Skewnees: Mide la asimetría a nivel de celda	Número novenos retornos por encima de la altura mínima definida
Kurtosis: coeficiente de apuntamiento de la celda	Otros retornos por encima de la altura mínima definida
Percentil 1: Altura tal que el 1 % de los retornos están por debajo de ella.	Porcentaje de primeros retornos por encima de la altura de corte definida. Fracción de Cobertura FCC (2 metros para el arbolado y 0,4 m)
Percentil 10: Altura tal que el 10 % de los retornos están por debajo de ella.	Todos los primeros retornos por encima de la altura de corte definida
Percentil 20: Altura tal que el 20 % de los retornos están por debajo de ella.	Porcentaje de primeros retornos por encima de la altura media
Percentil 25: Altura tal que el 25 % de los retornos están por debajo de ella.	Porcentaje de primeros retornos por encima de la moda
Percentil 30: Altura tal que el 30 % de los retornos están por debajo de ella.	Porcentaje de todos los retornos por encima de la altura media
Percentil 40: Altura tal que el 40 % de los retornos están por debajo de ella.	Porcentaje de todos los retornos por encima de la moda
Percentil 50: Altura tal que el 50 % de los retornos están por debajo de ella.	$100 * (\text{Todos los retornos por encima de la media}) / (\text{Primeros retornos por encima de la media})$
Percentil 60: Altura tal que el 60 % de los retornos están por debajo de ella.	$100 * (\text{Todos los retornos por encima de la moda}) / (\text{Primeros retornos por encima de la moda})$
Percentil 70: Altura tal que el 70 % de los retornos están por debajo de ella.	Número de primeros retornos por encima de la altura media

Estadísticos LiDAR relacionados con la elevación y el número de retornos	Estadísticos LiDAR relacionados con la elevación únicamente
Percentil 75: Altura tal que el 75 % de los retornos están por debajo de ella.	Número de primeros retornos por encima de la moda
Percentil 80: Altura tal que el 80 % de los retornos están por debajo de ella.	Numero de retornos totales por encima de la altura media
Percentil 90: Altura tal que el 90 % de los retornos están por debajo de ella.	Numero de retornos totales por encima de la moda
Percentil 95: Altura tal que el 95 % de los retornos están por debajo de ella, muy relacionada con la altura dominante	Número total de primeros retornos en la celda
Percentil 99: Altura tal que el 99 % de los retornos están por debajo de ella.	Número total de retornos en la celda

De cara a eliminar posibles errores derivados de datos anómalos captados por el sensor LiDAR, los cálculos se han hecho con los retornos que van de los 0,4 m a los 2 m para el caso del matorral, y de los 2 m a los 50 m para el caso del arbolado. La altura máxima para los retornos de arbolado se ha seleccionado redondeado por exceso la altura del Pino Gordo de Vilaflor en Tenerife (45,12 m).

El cálculo de los estadísticos para cada una de las celdas se realiza cuando al menos existen tres retornos dentro de la celda dentro de los parámetros marcados. En aquellos casos de celdas sin vegetación (o con menos de tres retornos) dentro de los umbrales de altura seleccionados, se le asigna al estadístico correspondiente el valor de "-9999".

### E) Incorporación de la información generada a un SIG

Una vez generados los estadísticos LiDAR para todas las zonas forestales de las Islas se ha procedido a la incorporación de los mismos a un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Para ello se ha trabajado tanto en formato raster como en formato vectorial.

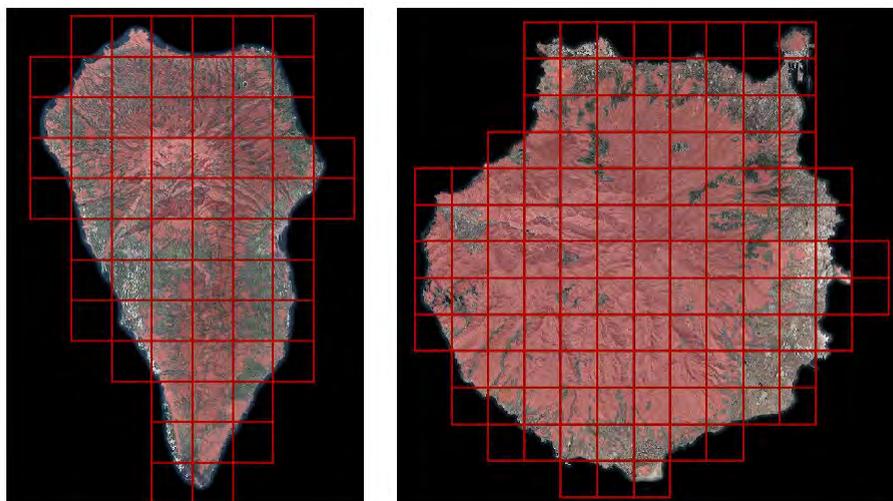
Se han convertido a formato raster los dos estadísticos de mayor significación forestal directa: Fracción de Cobertura Cubierta (porcentaje de primeros retornos que no llegan al suelo) y una aproximación a la altura dominante (percentil 95 de alturas) tanto para el arbolado como para el matorral. La información generada por bloques se ha unido en un único raster para cada Isla con objeto de permitir a cualquier técnico manejar la información con agilidad.

Para trabajar vectorialmente hemos utilizado un desarrollo de software propio de Agresta desde el que se han generado geometrías a partir de las coordenadas de las celdas de 25x25 m, a las que se han incorporado los datos de los estadísticos calculados. Desde Agresta se ha trabajado originalmente con geodatabases en formato \*.mdb; sin embargo estas geodatabases, de cara a la entrega se han convertido al standard de intercambio shapefile, para posibilitar su uso por cualquier persona independientemente del programa y la versión de SIG que utilice.

#### F) Intersección de la información generada con las zonas de Trabajo

El objeto del presente trabajo son las áreas Forestales de las Islas. La zona de trabajo se ha pactado de común acuerdo con los técnicos del Gobierno de Canarias para cada una de las Islas. Una vez realizada la depuración de los datos la información raster se va a presentar cortada por el área de trabajo definida para cada una de las islas.

Para el caso de los datos shapefile y debido a que las capas vectoriales son muy pesadas por la enorme cantidad información generada, se han generado bloques de trabajo que permitan manejar la información con mayor agilidad por parte de los software SIG. Se han seleccionado tamaños de 2 km x 2 Km para las Islas más Pequeñas (El Hierro y la Gomera) y de 4 Km x 4 Km para el caso de las islas mayores (Tenerife, Gran Canaria y La Palma) como se puede apreciar en la figura 3.



**Figura 4** En rojo, se identifican las zonas de trabajo definidas para Gran Canaria y La Palma. La malla muestra cómo se agrupó la información en formato shape en bloques de 4km x 4km

## G) Depuración de los datos obtenidos para los terrenos forestales

Fundamentalmente hay dos factores que pueden afectar a la calidad de los resultados obtenidos, pudiendo llegar a condicionar la fiabilidad de los mismos: pendiente y errores de clasificación de los datos.

- Cuando nos encontramos vegetación en zonas de cortados o pendientes extremas pueden darse errores al restar la altura de la vegetación de la altura del retorno del terreno que podría llegar a estar por debajo del punto donde está la base de la vegetación en cuestión, tal como se puede apreciar en la figura 4. Esto mismo puede pasar incluso cuando el pulso colisiona en borde de una roca, en zonas de grandes pendientes y acantilados con una representación importante dado lo abrupto del relieve de las Islas.
- Aunque la información de las capas finales seleccionadas tiene una alta fiabilidad gracias a un buen trabajo de clasificación por parte de GRAFCAN y a que en este tipo de terrenos hay una presencia baja de infraestructuras, todavía nos podemos encontrar elementos puntuales en los que los defectos de la clasificación de los retornos recibidos puedan suponer errores de interpretación de los datos (ver figura 4). Dado el tipo de infraestructuras que nos solemos encontrar en el ámbito agro-forestal: antenas, aerogeneradores, torretas de alta tensión, etc. el que los retornos procedentes de estas infraestructuras estén clasificados como vegetación, nos puede dar errores que afectan fundamentalmente a los valores de las alturas de la vegetación.

Para corregir los posibles defectos derivados de estos factores hemos diseñado un procedimiento específico para el caso de Canarias trabajando con la información de apoyo que contamos para este caso concreto. Para ello en primer lugar hemos trabajado con la Foto Fija elaborada para 2009 por el equipo del Mapa Forestal de España. Esta foto fija es una actualización del mapa forestal elaborado por la Administración General del Estado Español en el año 2002.

Hemos usado esta información para detectar las zonas donde el LiDAR nos estaba dando posibles errores en cuanto a cobertura del arbolado y depurarlos, obteniendo así una FCC corregida para esas zonas.



**Figura 4** Ejemplo de error por pendiente (izquierda) y por presencia de aerogeneradores localizados en celdas de terreno agroforestal (derecha)

Por otro lado se ha estudiado el comportamiento de los datos LiDAR en las zonas de pendiente, utilizando modelos de pendientes con una resolución de 10 m para todas las islas. La experiencia nos ha demostrado que hay un error sensible en los datos de alturas y coberturas del arbolado con LiDAR cuando las pendientes exceden el 70 %. Se ha corregido la altura y cobertura en todas las zonas donde aparecen datos por error debidos a la pendiente y se han identificado todas las celdas donde esto puede condicionar la validez de los datos obtenidos de cara a que los técnicos que utilicen los resultados puedan tenerlo en cuenta.

Identificados los posibles problemas por pendientes, se ha trabajado en la localización de aquellas celdas en las que infraestructuras puntuales tales como torres eléctricas etc., hayan podido generar valores erróneos de altura dominante. Para ello hemos empleado la información relativa a infraestructuras que ha proporcionado Grafcan a través del Gobierno de Canarias. Esta información contenía la ubicación de las infraestructuras puntuales, lineales y superficiales para todas las islas estudiadas. Se ha contrastado en todos los casos si hay infraestructuras o no afectando a los resultados de las alturas y coberturas de cara a un adecuado manejo futuro de la información, teniendo identificados posibles valores anormales..

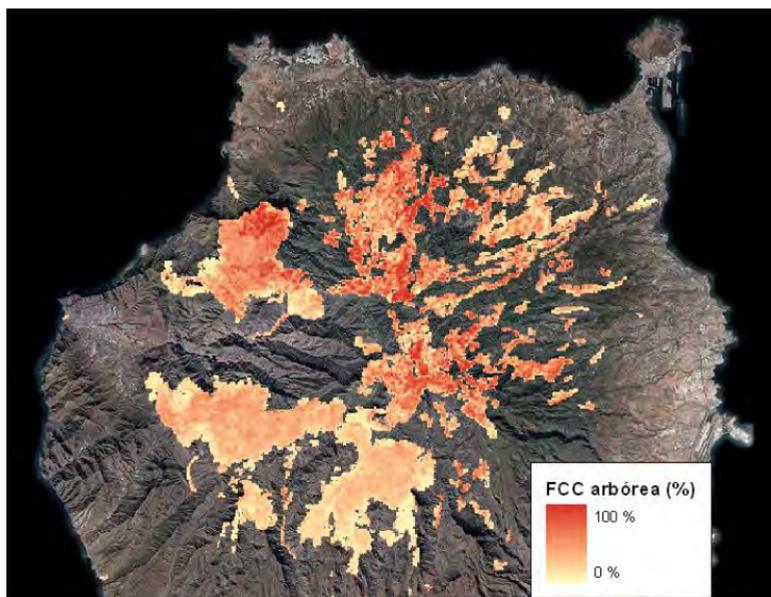
Por último se han revisado todos los archivos correspondientes a los bloques objetivo (que intersectan las zonas de estudio forestales), analizando todas las celdas donde los datos del percentil 95 de altura supera una altura objetivo.

## RESULTADOS

A partir de los datos LiDAR se ha generado, por primera vez en Canarias una cartografía continua y precisa de alta resolución (25 metros de lado de píxel) de estructura de la vegetación en las zonas de trabajo definidas; en total unas 360.000 ha lo que supone un 72,5 % del total de la superficie de las cinco islas estudiadas.

**Tabla 3** Superficies de trabajo para la que se dispone de datos de estructura de vegetación

Isla	Sup. Arbolado (ha)	Sup. Desarbola-do (ha)	Sup. Total Forestal analizada (ha)	Superficie Total de la isla (ha)
Tenerife	54.886,47	91.211,20	146.097,67	203.438
La Gomera	13.005,41	21.104,93	34.110,34	36.976
La Palma	37.901,86	14.773,68	52.675,54	70.832
El Hierro	6.676,84	13.694,29	20.371,13	26.871
Gran Cana- ria	21.307,17	84.592,40	105.899,57	156.010
<b>Total</b>	<b>133.777,75</b>	<b>225.376,50</b>	<b>359.154,25</b>	<b>494.127</b>



**Figura 5** Ejemplo de cartografía de FCC arbórea para la isla de Gran Canaria

Esta cartografía referida a estructura de vegetación aumenta de forma considerable la información sobre los ecosistemas vegetales canarios, permitiendo afrontar de una manera más eficaz la gestión de los mismos.

Además de la información continua de altura y cobertura de la vegetación tal como se ha explicado disponemos de una batería de estadísticos relativos a la estructura de la vegetación que posteriormente podrían servir de base para la estimación de existencias de madera, biomasa, biodiversidad, carbono, etc.,

Esta información está llamada a servir de base para desarrollar cartografía de caracterización de modelos de combustible mediante el ajuste y la aplicación de modelos matemáticos que relacionen las variables de estructura de masa del LIDAR con variables medidas en campo.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La aplicación de la tecnología LiDAR como fuente de datos en los procesos de generación de información de estructuras de la vegetación asociada al territorio es probablemente uno de los avances más significativos en sensores remotos de la última década (Shand & Toth, 2009). Su incorporación a las fuentes habituales de información no está llamada a sustituirlas sino a ser un complemento para compensar donde no llegan las fuentes pasivas tales como la fotografía, incrementando así nuestro conocimiento del medio natural.

A través del procesado de esta información LiDAR podemos tener acceso a información de estructura de vegetación que nos permite generar información útil para multitud de campos de interés forestal, desde trabajar con modelos de combustible y simulación del comportamiento del fuego (Gonzalez et al, 2012), hasta índices de calidad de ribera (Magdaleno et al, 2010), pasando por estimación de biomasa y sumideros de carbono (García et al., 2010), crecimientos (Yu et al; 2004), conservación y análisis de hábitats (Mundt et al; 2006) y por supuesto inventario forestal (Hyypä et al 2008).

En España en general tenemos la ventaja de ser uno de los únicos países con cobertura LiDAR a nivel nacional desde que en 2009 el PNOA se planteó la necesidad de la obtención de modelos digitales de alta precisión, obtenidos por tecnología LIDAR, con fines fundamentalmente de ingeniería civil, cartografía de áreas de inundación, etc. Y dentro de este contexto, Canarias tiene una situación aún más privilegiada dado que está previsto disponer de datos periódicos con el doble de densidad que los vuelos

del PNOA, lo que tal como hemos visto tiene un enorme potencial para aplicaciones ambientales y forestales.

Los técnicos del Gobierno de Canarias y de los Cabildos Insulares disponen ya a día de hoy a través de los resultados generados en el presente trabajo de una cartografía continua de la estructura de la vegetación (altura dominante y FCC) que complementa la información del territorio que han venido manejando hasta ahora.

Además, como se ha mencionado mientras que en la mayor parte de las Comunidades Autónomas se puede utilizar el LiDAR para obtener una imagen puntual de cómo es la estructura de la vegetación en el momento del vuelo, en Canarias además se tiene la posibilidad de comparar el resultado de distintos vuelos, analizando los cambios detectados en cuanto a estructura de vegetación de un momento a otro.

Esta oportunidad que se dispone e la región canaria puede ser utilizada, y está empezando a serlo, para distintos fines, tales como:

- Generación de cartografías actualizadas de modelos de combustible de la vegetación. El desarrollo de metodologías que utilicen entre otras variables y herramientas el uso de LiDAR permitirá por un lado acometer la consecución de cartografías de vegetación precisas y por otro que éstas sean fácilmente actualizables en el tiempo.
- Seguimiento de la evolución de los ecosistemas forestales. Actualmente existe una gran necesidad por los diferentes gestores de espacios naturales amenazados o vulnerables de realizar un seguimiento periódico de su estado y evolución. El desarrollo de sistemas que utilizando LiDAR y teledetección permitan realizar comparaciones de resultados en diferentes momentos en el tiempo, permitiría identificar como y cuanto se desarrollan los ecosistemas forestales terrestres.
- Desarrollo de sistemas para el cálculo y seguimiento del balance, fijación y huella de carbono de las islas. Los ecosistemas forestales funcionan como grandes fijadores de CO<sub>2</sub>; es posible contabilizar las cantidades de CO<sub>2</sub> almacenadas por los mismos a partir de inventarios desarrollados mediante LiDAR e incluir esta cuantificación en metodologías que permitan comprobar el crecimiento de los balances de carbono de una región cualquiera

- Cuantificación e inventario de las masas forestales arbóreas de las islas canarias para la planificación de una adecuada gestión y ordenación de las mismas. Mediante el procesado de datos LiDAR es posible obtener parámetros forestales, tales como FCC arbórea y de matorral, altura dominantes, Volúmenes de madera, Cantidades de biomasa..., absolutamente necesarios para una correcta gestión de los bosques.

## REFERENCIAS

- [1] DUBAYAH, R. O.; KNOX, R. G.; HOFTON, M. A.; BLAIR, J. B. & DRAKE, J. B.; 2000. Land surface characterization using lidar remote sensing. In M. Hill & R. Aspinall (Eds.), *Spatial information for land use management*, Singapore International Publishers Direct.
- [2] FOWLER, R. (2000). The low down on LIDAR. *Earth Observation Magazine*, January 2000.
- [3] GARCÍA, M., RIAÑO, D., CHUVIECO, E. Y DANSON, F. M.; 2010. Estimating biomass carbon stocks for a Mediterranean forest in central Spain using LiDAR height and intensity data. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 114 (4), pp.816-830.
- [4] GONZÁLEZ, J.M., Piqué, M., Vericat, P.; 2006. *Manual de Ordenación por Rodales. Gestión multifuncional de los espacios forestales*. Centro Tecnológico Forestal. Solsona, Lérida
- [5] HYYPPÄ, J., HYYPPÄ, H., LECKIE, D., GOUGEON, F., YU, X. Y MALTAMO, M.; 2008. Review of methods of smallfootprint airborne laser scanning for extracting forest inventory data in boreal forests. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 29 (5), pp. 1339-1366.
- [6] MAGDALENO, F.; MARTÍNEZ, R.; ROCH, V.; 2010. Índice RFV para la valoración del estado del bosque de ribera. *Ingeniería Civil* 157: 85-96.
- [7] MACGAUGHEY, R.J.; 2010. *FUSION/LDV: Software for LIDAR Data Analysis and Visualization*. VER 2.90. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, University of Washington. 159 p Seattle.
- [8] MUNDT, J. T., STREUTKER, D. R. Y GLENN, N. F.; 2006. Mapping sagebrush distribution using fusion of hyperspectral and LiDAR classifications. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 72 (1), pp. 47-54.
- [9] ROSALES, J.J. y RODRIGO, J.J.; 2012. Tecnología LiDAR aplicada a la gestión del territorio. *Tierra y Tecnología*, nº 41: 57-59
- [10] YU, X., HYYPPÄ, J., KAARTINEN, H. Y MALTAMO, M.; 2004. Measuring the growth of individual trees using multi-temporal airborne laser scanning point clouds. *ISPRS WG III/3, III/4, V/3 Workshop "Laser scanning 2005"*, pp 204-208

# Garajonay después del gran incendio de 2012

---

Ángel B. Fernández\*, Luis A. Gómez González\*\*, María Gómez\*\*\*

**PALABRAS CLAVE:** laurisilva, incendios forestales, restauración, severidad del fuego, rebrote, seguimiento, bosques maduros, flora amenazada.

## RESUMEN

El gran incendio de 2012 en La Gomera (Islas Canarias) ha afectado de forma muy importante a los bosques de laurisilva del Parque Nacional de Garajonay, que constituyen la mayor reserva de bosques antiguos bien conservados de esta vegetación relictas en el Archipiélago. En este trabajo se presentan los resultados provisionales de las observaciones y estudios realizados hasta el momento sobre las consecuencias ambientales del mismo, así como las actuaciones de restauración realizadas. Estas observaciones apuntan, entre otros, a que la laurisilva es un ecosistema sumamente frágil, vulnerable ante el fuego, y que los daños ecológicos producidos son muy importantes, especialmente en los bosques maduros. Además, la regresión producida en la vegetación tendrá como consecuencia una mayor combustibilidad de las formaciones de sustitución durante las próximas décadas. Ello aumenta considerablemente la posibilidad de que sucedan nuevos incendios y puede inducir la formación de una espiral de degradación que, de producirse, conduciría hacia la progresiva decadencia de las masas forestales existentes, así como a la desaparición de los bosques antiguos. Por estas razones, deberían considerarse como ecosistemas amenazados por el fuego. Asimismo, la restauración de la zona y la prevención de incendios en el Parque Nacional y su entorno requerirá de una gestión activa importante y, consecuentemente, de inversiones suficientes que los hagan posibles.

---

\* Contacto: [afelop@gobiernodecanarias.org](mailto:afelop@gobiernodecanarias.org)

\*\* [lgomez@tragsa.es](mailto:lgomez@tragsa.es)

\*\*\* [Melini mgplanto@gmail.com](mailto:Melini mgplanto@gmail.com)

## INTRODUCCION

El gran incendio forestal que afectó en el año 2012 a la isla de La Gomera (Islas Canarias), recientemente declarada Reserva de la Biosfera, ha tenido unas consecuencias negativas sin precedentes en este Archipiélago. Se trata, con diferencia, del mayor incendio conocido sufrido en la Isla, cuadruplicando aproximadamente en superficie afectada los de mayores extensiones producidos con anterioridad. Asimismo, es el incendio que ha afectado mayor superficie de laurisilva y fayal-brezal en el Archipiélago Canario, incluyendo importantes superficies de bosques centenarios de gran valor ecológico, localizados en el interior del Parque Nacional de Garajonay, hecho éste también sin precedentes. Este espacio natural alberga la muestra más completa, más extensa y mejor conservada del Monteverde de Canarias, formación forestal endémica de las islas de la Macaronesia. Se halla constituido por un conjunto de formaciones forestales endémicas de las islas de la Macaronesia (región biogeográfica que incluye los archipiélagos de Las Azores, Madeira, Canarias, Salvajes y Cabo Verde). Son éstos ecosistemas relícticos, los últimos supervivientes de las antiguas selvas y bosques templado-cálidos que ocuparon gran parte de Europa y África del Norte durante largos periodos de la Era Terciaria. Tales bosques desaparecieron de ambos continentes a causa de los profundos cambios climáticos que sufrieron durante los últimos 3 millones de años, quedando hoy en día relegados a su distribución actual. La abundancia de endemismos (especies únicas y exclusivas de flora y fauna que no viven en ningún otro lugar del planeta) presentes en este ecosistema es excepcional en el ámbito de la Unión Europea, y es tal su importancia, que fue declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1986.

El fuego, de origen intencionado, tuvo una duración de cerca de tres interminables y agotadores meses, iniciándose el 4 de agosto, y declarándose extinguido el 30 octubre de 2012. Previamente, desde el mes de mayo, la Isla había padecido la actividad de incendiarios, que provocaron hasta una treintena de conatos que pudieron ser sofocados a tiempo, así como un incendio, que quemó unas 100 Ha de formaciones jóvenes de monteverde y matorral en las proximidades del Parque Nacional. El gran incendio tuvo lugar en condiciones meteorológicas muy adversas, con altas temperaturas, muy baja humedad relativa y fuertes vientos racheados, a todo lo cual hay que sumar una severa desecación de la vegetación, consecuencia de una sequía muy intensa que se arrastraba desde el verano anterior. Todos estos factores, junto con la topografía montañosa de la isla, y la alta inflamabilidad de buena parte de la vegetación, especialmente la del entorno del Parque Nacional, propiciaron un comportamiento extraordinariamente violento y explosivo del fuego durante varias fases del incendio. Esto motivó que se situara fuera de capacidad de extinción en distintos momentos, haciendo que las operaciones fueran tremendamente duras y

arriesgadas. La entrada del fuego en zonas boscosas maduras, con suelos muy ricos en materia orgánica y enraizamientos profundos de los árboles, facilitó su permanencia hasta que la llegada de intensas lluvias a finales del mes de octubre consiguió sofocarlo definitivamente.

La superficie total afectada por el fuego fue de 3.617 Ha, 741 de ellas dentro del Parque Nacional de Garajonay. Estas cifras significan que el 9,8 % de la isla y el 18,6 % del Parque Nacional se vieron afectados. El incendio produjo gravísimos daños ambientales, así como importantes perjuicios económicos en terrenos de cultivo, ganadería e infraestructuras básicas. Además, alrededor de 50 viviendas fueron gravemente dañadas. Asimismo, ocasionó una enorme conmoción social, que se ha traducido, entre otros, en la creación de plataformas ciudadanas que reclaman la investigación y depuración de los responsables técnicos y políticos de la extinción, demandas que han sido trasladadas a los Tribunales de Justicia. Afortunadamente no se produjeron desgracias personales. A pesar del gran daño causado, cabe resaltar el enorme despliegue de medios efectuado, y el esfuerzo realizado en el control y liquidación del mismo, evitando su propagación a otras áreas de la Isla. Los costes totales de extinción se estiman en más de 4,5 millones de euros.

A continuación se hace un primer balance de las repercusiones ambientales del incendio, centrando una especial atención en los bosques de Monteverde del Parque Nacional. La información que se aporta es provisional, y se basa en las observaciones de lo ocurrido llevadas a cabo hasta el momento, complementadas con otras informaciones obtenidas con anterioridad, correspondiente al programa de seguimiento ecológico del Parque Nacional de Garajonay, implantado a principios de los años 90 del pasado siglo. Varios proyectos de investigación que se están realizando en este momento irán proporcionando una información mucho más precisa y definitiva.

## **DAÑOS MEDIOAMBIENTALES CAUSADOS POR EL INCENDIO.**

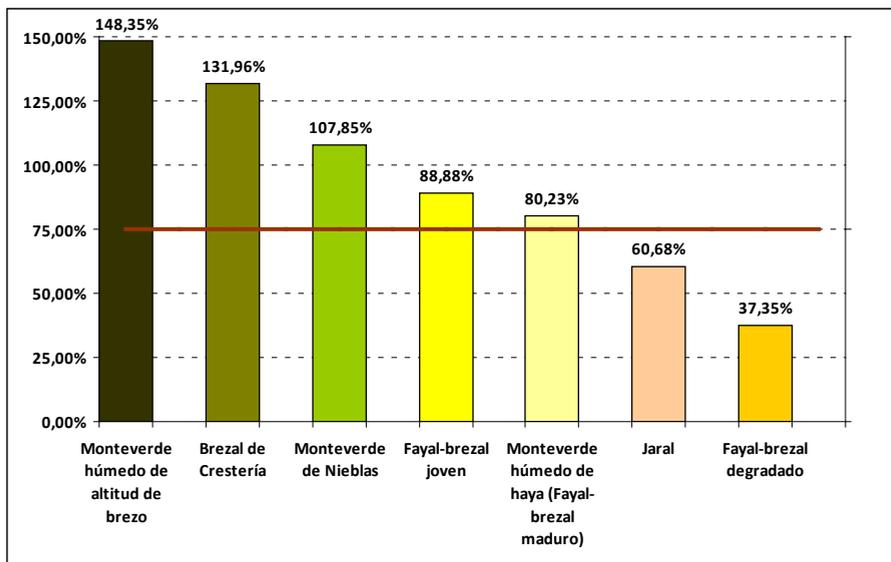
### **A) Efectos del incendio sobre la hidrología y los suelos**

Es relevante mencionar, en primer lugar, los impactos del incendio sobre aspectos esenciales para la ecología insular, como es su frágil ciclo hidrológico, en el cual el bosque de nieblas situado en las cumbres actúa como un gran captador y regulador de la mayor parte de sus recursos hídricos, hecho esencial en una isla predominantemente

árida como es La Gomera. Esta importancia se ve amplificada por el hecho de que esta isla es la única de Canarias cuyo abastecimiento de agua depende en buena medida de nacientes y corrientes superficiales, que son particularmente sensibles frente al deterioro de la cubierta forestal.

La destrucción y degradación de la cubierta vegetal causada por el incendio, tiene profundas implicaciones en la captación del agua y la regulación del ciclo hidrológico insular. De acuerdo con los trabajos de seguimiento realizados para evaluar la importancia de la precipitación de nieblas en diferentes comunidades vegetales del Parque (Gómez y Fernández, 2009) se ha podido constatar que los bosques maduros bien estructurados son muy eficaces en la captación y la facilitación de la penetración hasta el suelo del agua procedente de nieblas y lluvia. Por el contrario, en los matorrales y las formaciones boscosas jóvenes, que sustituyen a las maduras después del incendio, el volumen de agua que alcanza el suelo es muy inferior. Esta circunstancia puede apreciarse en la figura 1, en la que se observa cómo el valor de la relación existente entre la precipitación registrada en el interior del bosque, que penetra el dosel forestal, y la precipitación exterior normal es más alta en los bosques maduros. Sin embargo, estos valores descienden hasta un nivel mínimo en las áreas de matorral procedentes de una sucesión secundaria, por degradación de las formaciones vegetales preexistentes. Los porcentajes registrados en estos ecosistemas se sitúan muy por debajo del valor de 75%, que es el cociente entre ambos tipos de precipitación en un bosque siempreverde sin incidencia de nieblas (Bruinjnzeel y Proctor, 1994). Estos autores asumen que cualquier precipitación que supere este nivel correspondería a la procedente por la captación de niebla. Parece deducirse, por tanto, que en estas formaciones degradadas, que muy probablemente serán dominantes en amplias zonas después del incendio, no tiene lugar apenas captación de agua de nieblas y se produce una elevada intercepción de agua de lluvia que no alcanza los horizontes superficiales del suelo, reduciéndose por tanto las entradas a los acuíferos.

El deterioro de los suelos tiene también notables implicaciones en la infiltración. Con la llegada de las primeras lluvias se ha observado la aparición de llamativos fenómenos de repelencia o hidrofobicidad, característicos de suelos quemados, a pesar de la importante cuantía (4,50 mm) de las precipitaciones producidas entre finales de octubre y principios de diciembre. De este modo, los suelos presentaban un aspecto completamente seco a pocos centímetros de la superficie, que se encontraba completamente encharcada. Los resultados de los estudios previos ratifican este aumento de la repelencia en áreas severamente afectadas (comunicación personal de Antonio Rodríguez). Este mismo autor indica, asimismo. Una reducción de la capacidad de retención de agua útil del suelo.



**Figura 1.** Proporción existente (%) entre la precipitación neta bajo el dosel y la precipitación normal incidente en de los principales ecosistemas del Parque. Se muestra en la gráfica la interceptación estimada media como una recta en el nivel del 75%.

Hasta el momento no disponemos todavía de evaluaciones de pérdida de suelos, cuestión en la que ha trabajado el Departamento de Edafología de la Universidad de La Laguna pero se puede concluir, por lo observado sobre el terreno, que ésta fue muy importante. Este hecho está ampliamente descrito en otros ecosistemas Mediterráneos (Marqués y Mora 1992, de Luis *et al.* 2005). A esto ha contribuido, con toda probabilidad, las grandes precipitaciones del mes de noviembre que rondaron los 500 mm, el aumento de la repelencia en las áreas severamente<sup>4</sup> afectadas y la clara reducción de la estabilidad de los agregados. Una prueba clara de la escorrentía producida ha sido el llenado de la presa de Cabecitas, situada en las proximidades del Parque Nacional, en una cuenca severamente afectada por el fuego, hecho que no había ocurrido nunca desde su construcción hace más de tres décadas.

No obstante, los signos erosivos se han manifestado de forma desigual en el territorio, por lo que esta conclusión no es generalizable a todas las superficies quemadas. Esto parece sugerir que la erosión post-incendio no es independiente del estado de la vegetación impactada por el fuego, ni de la severidad del mismo. De este modo, en zonas afectadas por fuegos de superficie, al cabo de pocos días después del paso

de las llamas, la superficie del suelo se cubrió rápidamente de una capa de hojarasca seca que realizó una protección relativamente eficaz, no observándose en estas zonas signos claros de erosión. Por el contrario, en las zonas calcinadas de copas, que normalmente coincidían con zonas forestales de cierta madurez, la erosión ha incidido en mucha mayor medida, especialmente en áreas de escasa pendiente con espesores importantes de ceniza. Esto tiene especiales connotaciones negativas, si se tiene en cuenta que estas capas de cenizas erosionadas son el resultado de la combustión de los horizontes superficiales más fértiles. Determinadas zonas con estas características (cuenca de Guadiana, el Hayal del Cercado y Llanos de Crispin) fueron fuertemente afectadas, y la capa de cenizas superficial fue erosionada masivamente a pesar de las trampas de sedimentos implantadas, dejando a la vista la superficie del terreno e incrementando su pedregosidad.

Como contraste, en zonas quemadas con anterioridad, o donde la cubierta forestal se encontraba más deteriorada, los signos erosivos no son tan visibles, aunque la erosión también parece haber sido importante.

Pensamos, por tanto, que el mayor deterioro de los suelos se ha producido en zonas relativamente bien conservadas afectadas por fuego de copa, donde seguramente estos procesos de erosión de los horizontes superficiales ya habían tenido lugar con anterioridad, seguido de zonas con bosques peor conservados, también afectadas por fuego de copas. Por el contrario, en las zonas bien conservadas afectadas por fuegos de superficie apenas se observan evidencias de fenómenos erosivos.

## **B) Efectos del fuego en las formaciones de Monteverde del Parque Nacional de Garajonay.**

Las superficies afectadas por el incendio, tanto las del Parque como las situadas fuera del mismo aparecen reflejadas en la tabla 1.

Los daños más importantes producidos por el incendio se concentraron en las formaciones de monteverde canario (laurisilva y fayal-brezal), es decir, los bosques nublados que cubren las zonas altas de La Gomera. Estos constituyen alrededor del 20% de la vegetación afectada por el fuego en la isla. Mientras, la práctica totalidad de los bosques maduros de laurisilva y el 83% del fayal-brezal arbóreo afectado por el incendio, se encuentran en el Parque Nacional de Garajonay. Fuera de este espacio natural, las formaciones afectadas presentan un inferior valor ecológico. Están conformadas por un fayal-brezal joven subarboreo que colonizó antiguos terrenos de cultivo y pastos abandonados durante las últimas décadas. Aquellas áreas cuya

vegetación y paisajes están dominados por matorrales de sustitución y bosques jóvenes con menor valor ecológico, previsiblemente se recuperarán más rápidamente. Pero la vegetación afectada compuesta por formaciones de laurisilva y fayal-brezal tiene, en general, mayor valor ecológico y precisan de un tiempo de recuperación, que oscila entre tres décadas y más de un siglo para alcanzar un estado de desarrollo similar al existente con anterioridad al incendio.

**Tabla 1.** Habitats y superficies afectadas por el gran incendio de 2012.

HABITATS AFECTADOS EN EL ÁREA INCENDIADA	Parque Nacional de Garajonay Extensión (Ha)	Resto de la Isla de La Gomera Extensión (Ha)	TOTAL Extensión (Ha)
Laurisilva madura	37,907	0,305	38,212
Brezal de crestería maduro	13,298	0,0	13,298
Fayal-brezal maduro	215,667	12,809	228,476
Fayal-brezal joven arbóreo	105,464	21,133	126,597
Fayal-brezal joven subarbóreo	182,882	152,015	334,897
Plantaciones arbóreas	34,973	146,917	181,890
Palmeral y Cañaveral	0,0	247,834	247,834
Sauzal	0,0	27,857	27,857
Matorrales de sustitución y herbazales	116,602	1939,480	2056,118
Vegetación rupícola	5,626	51,14	56,766
Caseríos, áreas urbanas, vías de comunicación	28,872	275,999	304,871
<b>TOTAL</b>	<b>741,291</b>	<b>2875,525</b>	<b>3616,816</b>

El Parque Nacional protege una parte muy importante de los escasos remanentes de los bosques antiguos de laurisilva en el Archipiélago Canario, que, en su conjunto, posiblemente no alcancen las 6.000 Ha. Así, los bosques del Parque albergan el 86% de la totalidad de árboles de laurisilva con clase diamétrica superior a 60 cms existentes en las islas (Fernández y Pérez de Paz, 2009). Teniendo esto en cuenta,

resulta especialmente grave el hecho de que un 85% de la superficie total impactada por el incendio en Garajonay se corresponda con áreas de Monteverde, habiendo incidido en las vertientes norte y sur, así como en la dorsal divisoria insular coronada por el Alto de Garajonay.

En la vertiente sur, la más dañada, una buena parte de la superficie quemada, (500 Ha), había sido objeto de un importante plan de restauración ecológica desarrollado durante las tres últimas décadas, que había conseguido la eliminación de plantaciones comerciales de pinos y la recuperación de la vegetación original de estas cumbres insulares. En esta zona, caracterizada por un clima más seco, predominaban los fayales-brezales relativamente jóvenes, de inferior valor conservacionista que el resto de los bosques existentes en el Parque, aunque algunos de ellos ya habían alcanzado una apreciable progresión del cortejo florístico hacia fases más maduras, con una cobertura de musgos notable, tanto epífitos como en el suelo. Esto sucedía especialmente en los enclaves de mayor incidencia de nieblas, situados principalmente en el entorno del Alto, donde predomina un clima relativamente continental. El fuego también afectó a algunas zonas de antigüedad intermedia y mayor desarrollo, en las que se observaba una importante expansión del acebiño (*Ilex canariensis*) y, sobre todo laurel (*Laurus novocanariensis*), lo que indicaba una interesante tendencia hacia el incremento de la diversidad, así como la incorporación de especies menos inflamables.

El incendio también alcanzó la vertiente norte, con un clima suave y uniforme, sobre todo en el barranco de Los Gallos, caracterizado por bosques antiguos con presencia de impresionantes árboles centenarios y ecosistemas de incalculable valor. Podían encontrarse aquí bosques de laurisilva de fondo de barranco con grandes ejemplares de til y palo blanco (*Picconia excelsa*); bosques húmedos con alta cobertura de epífitos en las cresterías; pequeños biotopos de gran calidad, como taludes rezumantes colonizados de espectaculares helechos pirgvan (*Woodwardia radicans*) o estrechos y umbrosos cauces de barranco con paredes cubiertas de helecho de cristal (*Vandemboschia speciosa*). En esta vertiente, en la cabecera del barranco del Cedro, en Tajaqué, fue dañada una estrecha franja recubierta por un interesantísimo bosque de crestería húmedo, de gran riqueza florística.

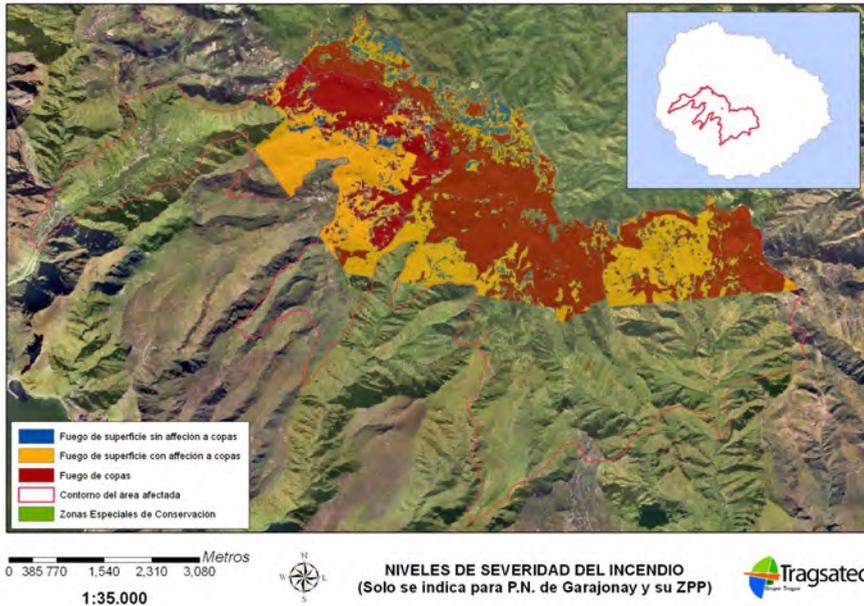
Las restantes superficies incendiadas corresponden a hábitats rupícolas que apenas alcanzan el 0,8% de la superficie del Parque, pero que concentran un importante número de poblaciones de especies raras y en peligro de extinción, especialmente en el Roque de Agando. En estos enclaves la mayor parte de ellas se vio afectada por el fuego, pero, afortunadamente, los daños no fueron muy intensos y se encuentran en proceso de recuperación, principalmente mediante rebrote. Por último, en el Parque

fueron afectadas plantaciones de pinos y formaciones de matorrales que apenas ocupaban el 14% de la superficie quemada y cuyos efectos ya fueron comentados con anterioridad.

### **C) La severidad del fuego y su relación con el grado de conservación de las formaciones boscosas del Parque Nacional**

El gran incendio ha dejado un territorio profundamente afectado con distintos grados de severidad. Pueden observarse extensas superficies totalmente calcinadas por fuegos de copa, áreas sofamadas, otras dañadas por fuego de superficie, que produjeron afección en las copas (copas sofamadas en distinto grado) y, por último, zonas con fuego de superficie con escasa o nula afección a copas. Tanto la intensidad del fuego como la severidad de los daños observados están relacionadas con las características de los bosques y su estado de conservación previo al incendio, además de otros factores relacionados con la topografía o las condiciones meteorológicas del momento.

Las cumbres y la vertiente sur del Parque, por donde inicialmente se propagó el fuego, se caracterizaban por la existencia de formaciones jóvenes de monteverde de escaso desarrollo, procedentes de las actuaciones de restauración de monteverde que encontraban unas duras condiciones ambientales que limitaban su progresión. Este tipo de formaciones presentaban una característica estructura densa y apretada, propia de las primeras fases de la sucesión que siguen al cierre de copas, donde la mortalidad de las especies arbustivas, el autoaclareo y la autopoda producen una elevada carga de combustibles finos y muertos. Esta estructura, unido a una composición con alta dominancia de brezo, convertía a estas formaciones en altamente susceptibles a la propagación del fuego. El comportamiento del incendio fue extremadamente violento en estas áreas, con velocidades de propagación considerables y llamas que llegaron a duplicar la altura del arbolado, como se puede observar en la foto 2. Esta forma de propagación, intensa e imparable, produjo una quema muy completa y continua, dejando escasos fragmentos o islas sin quemar. El ambiente de fuego tan extremo que fue creando potenció las condiciones para la formación de carreras de fuego que en algunos lugares penetraron durante un largo recorrido en bosques de talla notable, llegando a calcinar por completo copas de arbolado con más de 15 m de altura.



**Mapa 2.** Valoración de los diferentes niveles de severidad en el área afectada por el incendio el Parque Nacional de Garajonay y la Zona Periférica de protección. Se muestran los límites respectivos de ambas superficies (elaborado a partir de imagen aérea infrarroja de GRAFCAN, María Gómez y Federico Armas ).

Sin embargo, a medida que las llamas fueron entrando en bosques de mayor talla y con mayor presencia de frondosas, el fuego fue reduciendo su intensidad, terminando por descender hasta la superficie del suelo. A partir de entonces, su progresión fue más lenta, con cortas longitudes de llama de poco más de un palmo. A pesar de esta baja intensidad, la severidad del daño ocasionado al arbolado ha llegado a ser muy importante, dejando un alto porcentaje de copas soflamadas. Esto seguramente se debe a la elevada radiación de calor producido, potenciada por el prolongado tiempo de residencia del fuego, consecuencia de la abundancia de materia orgánica de los suelos y la presencia de grandes raíces. Esto, unido a la extrema desecación de los suelos a causa de la sequía, que propiciaron que el fuego de superficie se convirtiese en fuego de suelo, facilitaron que se fueran consumiendo lentamente los horizontes superficiales. Este calor de radiación también se vio potenciado, en estos bosques

antiguos, por la presencia de grandes árboles añosos con oquedades y la existencia de gruesos troncos caídos, que se mantuvieron en brasas durante largo tiempo.

La acumulación de daños en raíces y troncos, junto con la desecación de las copas y la elevada susceptibilidad de las especies de laurisilva al fuego, que presentan cortezas finas poco aislantes, explican la aparente paradoja de que estos fuegos, en principio de escasa intensidad, hayan producido tan elevada mortalidad y daños tan demoledores en el estrato arbóreo.

Pasados dos años, y a falta de una nueva evaluación, las observaciones de campo apuntan claramente que la mortalidad del estrato arbóreo tiene lugar, por supuesto en la totalidad de las zonas calcinadas de copa y en los bosques soflamados. Por la experiencia previa, basada en la observación de incendios anteriores, los árboles soflamados afectados en un elevado porcentaje de su copa no llegan a recuperarse si no que van muriendo lentamente, pudiendo permanecer incluso más de dos décadas vivos pero si procurar una cobertura significativa.

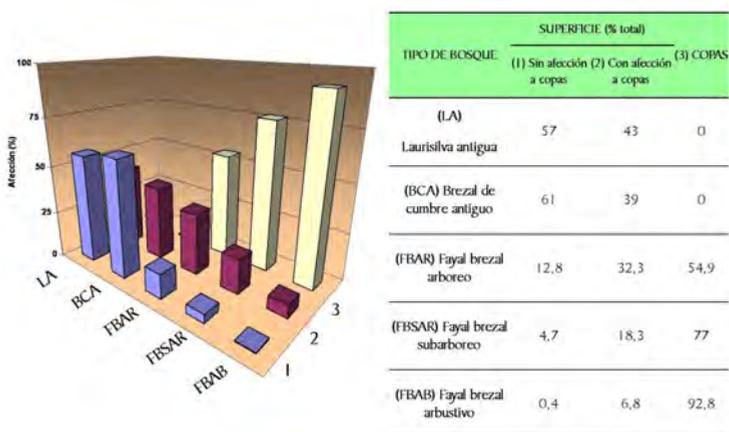
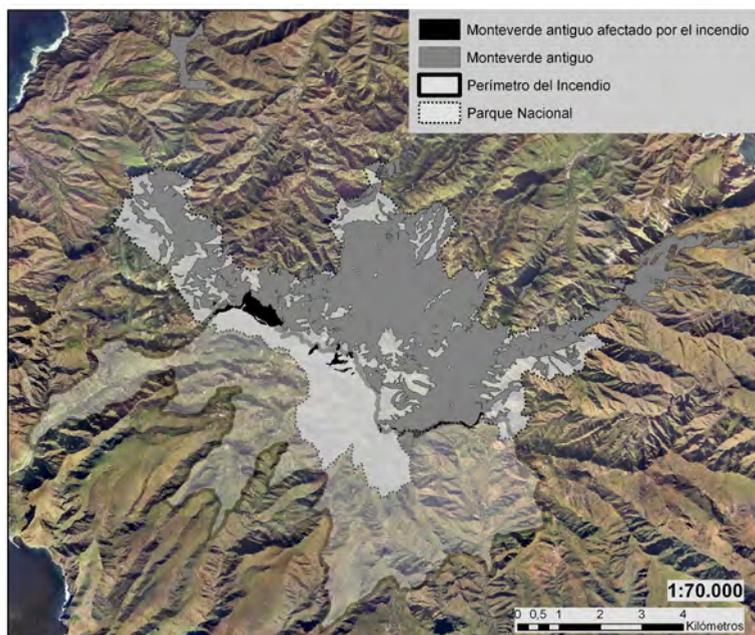


Figura 2. Porcentaje (%) de afección, detallado para cada nivel de severidad, en las diferentes formaciones vegetales más características del Parque Nacional.



**Mapa 3.** Extensión del Monteverde antiguo en la isla de La Gomera, superficie total afectada por el incendio, y área de Monteverde antiguo afectado por éste.

En el mapa 2 aparece reflejados los diferentes niveles de severidad del incendio evaluados a partir del grado de afección a las copas de los árboles. Mientras, en la figura 2 se muestra el porcentaje de afección para las diferentes formaciones vegetales del Parque Nacional, detallado para los diferentes niveles de severidad del fuego.

A partir de estos datos, puede evidenciarse que las masas maduras de laurisilva parecen presentar una mayor resistencia al fuego, en comparación a las masas más alteradas de estas formaciones, que son altamente inflamables en condiciones meteorológicas extremas. Así, en el mapa 3 puede observarse cómo el área dañada por el incendio incluye un escaso porcentaje de bosques antiguos o maduros.

## D) Perspectivas de la evolución de las formaciones boscosas afectadas por el incendio

La experiencia obtenida en incendios anteriores, monitoreados mediante parcelas permanentes, indica que las especies arbóreas del Monteverde suelen regenerarse relativamente bien mediante rebrote. Las repercusiones posteriores, las etapas de sucesión y el tiempo necesario para recuperar el estado original, dependen de la severidad del fuego y el tipo de bosque afectado.

En las áreas forestales maduras, con árboles de una cierta envergadura, pueden suceder dos cosas. Si son calcinadas por fuegos de copa, la parte aérea de los árboles muere, lo que supone una alteración completa de las condiciones propias del interior del bosque. La estructura forestal queda reducida a los esqueletos de los árboles quemados, que permanecen muertos en pie durante décadas, desmoronándose gradualmente. En el caso de un fuego de superficie, donde las copas se vean sofamadas inicialmente, la mayor parte de los árboles continúa también deteriorándose hasta morir gradualmente. Éstos, no obstante, aportan una cierta cobertura protectora, mayor cuanto mayor es el grado de desarrollo alcanzado por el bosque afectado. Así, reducen en cierto grado la radiación y el viento, contribuyen modestamente a la captación de agua de niebla, y sirven también de perchas para las aves, lo que facilita la dispersión de semillas y por tanto los procesos de sucesión vegetal. De todos modos, la desprotección inicial del suelo por ausencia de cobertura vegetal es el mayor de los problemas, ya que como se mencionó previamente, las expone temporalmente a una fuerte erosión. Ello evidencia una notable sensibilidad y una escasa capacidad de recuperación de las especies arbóreas del monteverde frente al fuego. En este caso, la bóveda forestal se altera de forma acusada, y con ella las condiciones microclimáticas de interior de bosque, aumentando la insolación y la desecación.

Por el momento, es todavía demasiado pronto para realizar un diagnóstico definitivo de las repercusiones del incendio y de la evolución futura de los hábitats afectados. Ello se debe a que todavía no se dispone de una evaluación definitiva del comportamiento de la regeneración, y, muy particularmente, del porcentaje de rebrote de las especies arbóreas del Monteverde, factor que es decisivo, ya que su éxito garantiza un proceso de regeneración rápido (autosucesión). En condiciones normales, todas las especies de árboles tienen, en principio, capacidad de rebrotar a partir de las cepas.

Hasta ahora, el rebrote observado, en general, está en torno a un 50 % de media, aunque distribuido de manera muy desigual, con diferencias muy marcadas, incluso entre cortas distancias de pocos metros. Aparentemente, no es posible relacionar

el grado de rebrote con las características del tipo de bosque, de su antigüedad e incluso de la severidad del incendio

Se ha observado que existen diferencias del grado de rebrote entre las especies arbóreas consideradas, siendo en general más favorable en las frondosas, principalmente haya (*M. faya*), acebiño (*Ilex canariensis*) y laurel (*L. novocanariensis*), que en el brezo (*E. arborea*). Esta última especie, dominante en buena parte de las formaciones boscosas afectadas, presenta, por el momento, en el interior del Parque Nacional, un porcentaje de rebrote incluso inferior, al 50% de las cepas, lo que contrasta con lo observado en bosques jóvenes quemados situados en su periferia, a cotas inferiores, en los que el rebrote es mucho mayor, en torno al 70-90 %. La información preliminar obtenida en varios transectos sobre el grado de rebrote entre las distintas especies puede ser observado en las siguientes figuras:

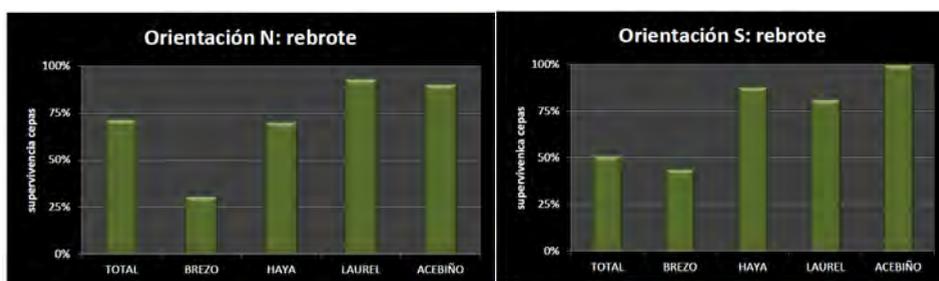


Figura 3: Estimación de rebrote de cepas a la altura de julio de 2013 en porcentaje.

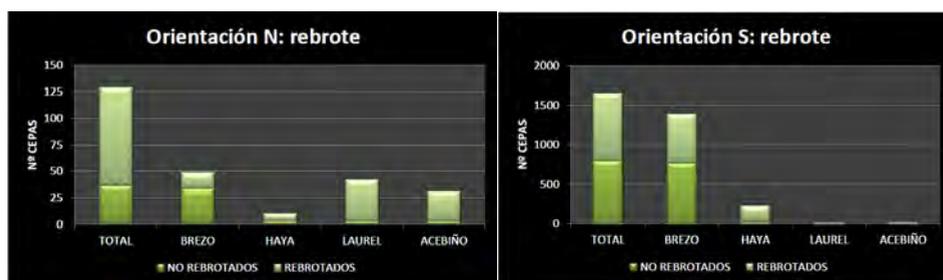


Figura 4: Estimación de rebrote de cepas a la altura de julio de 2013 sobre los muestreos realizados.

Las diferencias observadas en el rebrote entre la vertiente norte (75% aproximadamente) y la vertiente sur (en torno al 50%) son debidas esencialmente a la mayor dominancia del brezo en la vertiente sur, como puede observarse en la figuras 4.

Asimismo, parece claro que existe una relación entre el tamaño de los árboles y el grado de rebrote. En este sentido se observa un elevado porcentaje de laureles jóvenes que no han rebrotado. De esta forma parece confirmarse que en los fayales brezales que estaban siendo colonizados por laureles este proceso se ha cortado.

En relación al desarrollo de los estratos herbáceo y arbustivo, han sido observadas situaciones variadas. Cerca de la crestería insular, en bosques húmedos de fayalbrezal de un cierto desarrollo, y con alta incidencia de nieblas, existen áreas afectadas por fuego de copas y una presencia de una gruesa capa de ceniza en superficie. En estos ambientes, se observaron alfombras de llamativos céspedes del musgo *Funaria hygrometrica*, responsable de crear una primera cubierta protectora. Aparecieron aproximadamente un mes después del comienzo de las lluvias, tapizándose con su protonema las placas de cenizas que no habían sido arrastradas por el agua. Esta primera etapa se estancó, de nuevo, como consecuencia de la sequía de los meses siguientes, reduciéndose ampliamente su extensión. A finales de febrero se reactivaron las lluvias y regresaron las condiciones de elevada humedad ambiental, permitiendo la implantación definitiva de esta llamativa cubierta musgosa en los enclaves más favorables. A partir de mediados del mes de abril esta cobertura comenzó a secarse, cambiando completamente el aspecto de estos tapices que pasaron por diferentes tonalidades desde el verde claro inicial al rojo actual. El año meteorológico 2013-2014 fue mucho más favorable desde el punto de vista hídrico, lo que favoreció una ampliación sustancial de las zonas colonizadas por *Funaria*.

En los estratos inferiores de los bosques antiguos de laurisilva, donde se mantiene el cortejo florístico característico, dominado por especies de sombra, el fuego ha sido fundamentalmente de superficie. Una elevada proporción de la vegetación de estos estratos inferiores desaparecieron inicialmente reducida a cenizas. Muchas especies no llegan a rebrotar si el fuego es severo, y desaparecen, como ocurre con los helechos forestales. En condiciones de severidad de incendio baja, que es lo más frecuente en estas condiciones, la mayor parte de las especies muestran una prolífica regeneración inicial. Es el caso de algunas especies, principalmente el algaritofe (*Cedronella canariensis*) y, en menor medida, otras como la capitana (*Phyllis nobla*), la violeta (*Viola riviniana*) o la *Luzula canariensis*, germinan bien a partir de su banco de semillas. También se ve proliferar, en ocasiones, el helecho anual, *Anogramma leptophylla*. Otras especies como la norza (*Tamus edulis*) o, incluso, los helechos de

Monteverde, pueden recuperarse mediante rebrote. De esta manera, en estos casos de menor severidad del incendio, la composición del bosque original se mantiene o recupera mucho mejor que en los casos de mayor severidad. Esta recuperación del cortejo florístico de laurisilva es más rápida en zonas de máxima incidencia de nieblas.

En las zonas más castigadas, se observa la proliferación de especies bien adaptadas a este tipo de perturbaciones, como la helechera (*Pteridium aquilinum*), así como por especies exóticas invasoras, como la espumilla (*Ageratina adenophora*), que permanecen durante varias décadas hasta que la estructura original del estrato superior se recupera.

En los bosques más jóvenes, quemados por fuego de copas, al cabo de apenas dos o tres semanas del incendio, y sin mediar precipitación alguna, empezaron a germinar las primeras hierbas y a aparecer brotes de helechera (*Pteridium aquilinum*), junto con el rebrote basal de algún árbol quemado de forma poco intensa. Posteriormente, con la llegada de las primeras lluvias, la cobertura y el rebrote fueron aumentando lentamente. Asimismo aparecieron, sobre todo al pie de los árboles muertos, sorprendentes y llamativas manchas correspondientes a hongos pirófitos colonizadores de cenizas, principalmente del género *Antracobia*, tanto en estos bosques jóvenes como en los más viejos. Se inició de esta manera las primeras fases de la colonización vegetal. Este proceso se ralentizó debido a la sequía de la primera parte del invierno. Con la llegada de nuevas lluvias, a finales de febrero, los suelos se fueron tapizando con una gran variedad de hierbas anuales, de origen mediterráneo en su mayor parte, que en la primavera cuajaron praderas de floración multicolor. Su cobertura es actualmente bastante desigual, siendo más importante en las proximidades de carreteras y otras vías de comunicación, quedando manchas o tramos de terreno bastante descubiertas durante este primer año. Estas praderas de herbáceas anuales tienen importantes funciones, como son la protección de los suelos frente a la erosión, gracias a la cobertura que crean y la fijación de suelo que realizan sus sistemas radicales. También contribuyen a su recuperación, por la fijación de nitrógeno que hacen las numerosas especies de leguminosas presentes, especialmente de los géneros *Vicia*, *Trifolium* y *Ornithopus*, así como por la aportación de materia orgánica.

Junto a las anuales, aparece una gran variedad de arbustos de especies endémicas (*Crambe*, *Argyranthemum*, *Sideritis*, *Echium*) que no pueden considerarse realmente pirófitas, puesto que para su regeneración no precisan del fuego. De hecho, su índice de germinación desciende con la exposición de las semillas a altas temperaturas. Se trata más bien de oportunistas que aprovechan los espacios abiertos por el fuego, la reducción temporal de la competencia y la alta disponibilidad de nutrientes, para regenerar y reponer masivamente sus poblaciones. Su contribución a la regeneración

del ecosistema es igualmente importante, y su cobertura se ampliará muy probablemente durante los próximos años, desplazando a las especies herbáceas.

Al mismo tiempo que estas oportunistas, aparece un pequeño número de especies arbustivas, que presentan características que se suelen asociar a aquellas que son genuinamente pirófitas, en las que el calor del incendio induce claramente la germinación del banco de semillas. Se trata del codeso (*Adenocarpus foliolosus*) y, en zonas más térmicas, la jara (*Cistus monspeliensis*) y el tagasaste (*Chamaecytisus proliferus*). Estas especies germinan a partir de las primeras lluvias otoñales, y al cabo de un año recubren casi completamente el suelo, generando un matorral denso junto al rebrote de las especies arbóreas. En esta etapa sucesional de matorral se alcanza una importante cobertura vegetal y una recuperación de los suelos, tras la aportación de materia orgánica y la fijación de nitrógeno atmosférico del codeso y el tagasaste. En el caso de que la densidad y crecimiento del rebrote del arbolado sea adecuado, estos matorrales tardarán probablemente entre 10 y 15 años en ser eliminados por la sombra de los árboles. Se recrea entonces una estructura de bosque joven, en el que las copas se separan gradualmente del suelo, produciéndose un intenso autoclareo de los rebrotes de cada cepa, así como una fuerte autopoda de sus ramas inferiores. Como consecuencia, se produce una importante acumulación de combustibles finos y muertos que explica la peligrosa inflamabilidad y combustibilidad de estas primeras etapas. De esta manera, se revierte a unas etapas de sucesión en las que la nueva vegetación que surge es muy susceptible de conducir hacia la generación de un nuevo incendio, por lo que se puede considerar que el fuego, de alguna manera, se retroalimenta, reduciendo la probabilidad de que la sucesión vegetal alcance estructuras forestales maduras de mayor resistencia.

En definitiva, el fuego previsiblemente inducirá cambios a largo plazo que, en la mayoría de los casos, supone una regresión importante en los ecosistemas de laurisilva afectados, consecuencia que está ampliamente documentada en la bibliografía para muchos ecosistemas forestales sensibles al fuego (Cochrane y Schutze, 1999).

### E) Efectos del incendio sobre las especies de flora amenazada

Además de los hábitats alterados por el fuego, varias poblaciones de especies en peligro de extinción, o raras, de la flora gomera se vieron también afectadas, tanto sus poblaciones naturales como las creadas artificialmente en el marco de los programas de recuperación de especies amenazadas de la flora del Parque. Las áreas con mayor concentración de poblaciones de especies amenazadas situadas dentro del Parque Nacional, fueron domos volcánicas como los Roques y sus áreas circundantes,

especialmente el Roque de Agando, y la Fortaleza de Cherelepín. Otras zonas importantes de elevada concentración de especies amenazadas afectadas fueron el Lajugal y el arco de Benchijigua, éste último situado fuera del Parque.

La zona de Los Roques fue impactada de manera desigual, viéndose muy incididos por el fuego, Agando en todas sus caras, así como el Roque de Las Lajas y La Cañada de Pinto, localidades situadas en la cabecera del barranco de La Laja. El fuego afectó con gran severidad esta zona, aunque lo abrupto y desigual de este hábitat y la gran cantidad de grietas existentes, permitieron que bastantes plantas pudieran rebrotar con facilidad, al estar protegida una porción de su parte aérea. De este modo, las poblaciones naturales de *Bethencourtia rupícola*, *Juniperus cedrus* y *Sonchus wildpretii* rebrotaron en gran medida, mientras que *Cistus chinamadensis* ssp. *gomeræ* y *Echium acanthocarpum* están regenerándose a partir del banco de semillas, esta última especialmente en las zonas de menor severidad y junto a las plantas madres. En el caso de *C. chinamadensis* ssp. *gomeræ*, se conoce, por estudios anteriores, que la germinación de sus semillas se ve favorecida con las altas temperaturas propias de un incendio.

*Limonium redivivum*, presente también en las proximidades de los Roques, ha resultado bastante afectado, sobreviviendo los ejemplares localizados en las áreas más rocosas y menos expuestas al fuego, mostrando regeneración por semilla sólo en el entorno de las plantas vivas.

Otras zonas de afloramientos sálicos características de La Gomera, son las "Fortalezas", que fueron afectadas en diversa medida. En Cherelepín, con un recubrimiento forestal más acusado, resultaron quemadas una plantación de *C. chinamadensis* ssp. *gomeræ* y una población natural de *Pericallis hansenii*. Se registra, al igual que en Los Roques, regeneración por semilla de la primera, de acuerdo con su carácter pirófito, mientras que la segunda ha desaparecido.

La localidad de Lajugal, donde por sus condiciones como hábitat se habían creado varias poblaciones de especies amenazadas, se ha visto severamente afectada, habiéndose calcinado las plantaciones de *C. chinamadensis* ssp. *gomeræ*, *Limonium dendroides*, *L. redivivum* y *E. acanthocarpum*. Sólo sobrevivieron algunos ejemplares de *E. lambii* y *E. acanthocarpum*, observándose regeneración de semilla en esta última especie y en *C. chinamadensis* ssp. *gomeræ*. De la población natural de *E. lambii* en esta localidad han aparecido únicamente dos plántulas después del fuego, sin embargo otra población de esta misma especie, situada en la localidad de Degollada Blanca, fue extinguida por el incendio. .

A pesar de los daños descritos asociados al fuego, y gracias a observaciones previas, se conoce que determinadas poblaciones de especies amenazadas propias de la laurisilva muestran un aumento de sus densidades, al menos temporalmente, tras incendios de baja severidad. Es el caso del *Sambucus palmensis* en una población natural afectada por un incendio en 2008, en el barranco de Liria, cerca del Parque Nacional de Garajonay. Un caso similar ha sido observado en el incendio de 2012 en una población de *Convolvulus canariensis*, que es una especie sumamente rara en La Gomera.

En resumen, casi todas las poblaciones afectadas de las diferentes especies amenazadas en este incendio se han visto severamente dañadas. No obstante, una parte importante de ellas, especialmente donde la severidad del fuego no fue muy alta, están regenerándose a través de diferentes estrategias; bien mediante rebrote, o bien mediante la germinación a partir del banco de semillas. Por el contrario, algunas poblaciones calcinadas no muestran señales de regeneración y parecen haberse extinguido localmente. En todos estos casos, afortunadamente, se dispone de material reproductor, con lo que será posible su reintroducción.

## F) Efectos del incendio sobre la fauna

La ausencia de un seguimiento eficaz de los efectos del incendio sobre la fauna limita enormemente la disponibilidad de información. El diagnóstico que se realiza proviene de observaciones ocasionales, pero sobre todo, de un análisis de las modificaciones producidas en los hábitats afectados y el conocimiento existente sobre los requerimientos de algunas especies. En este caso, la respuesta de la fauna frente al fuego parece compleja y dinámica, con algunos grupos de animales que se ven favorecidos, normalmente especies banales, y otros perjudicados, muy posiblemente las especies más valiosas, propias de hábitats forestales bien conservados, a causa de su estenocidad y dependencia exclusiva de estos hábitats.

En el momento del incendio, si bien determinados animales pueden obtener refugio en oquedades, y sobrevivir, si el fuego no es excesivamente intenso, es muy frecuente que éste produzca daños graves o muerte de los individuos, o provoque su huida del área afectada, motivada por causas directas como las altas temperaturas, los efectos tóxicos del humo o la ausencia de oxígeno. Este sería el primer nivel de daño sobre la fauna descrito por Whelan *et al.* (2002). En este incendio ha podido ser observada la muerte directa de algunas aves, entre ellas ejemplares de la emblemática paloma turquí (*Columbia bollii*), endémica de la laurisilva, supuestamente por intoxicación debida a la inhalación de humo, así como diversos animales terrestres cuyos cadáveres

se encontraron calcinados, especialmente en las áreas en las que el incendio alcanzó mayor velocidad de propagación, entre ellos muchos conejos.

Con posterioridad al incendio, tiene lugar un segundo nivel de daño relacionado con la supervivencia de las poblaciones supervivientes, que va a depender del número de individuos remanente y de los procesos subsiguientes, como la disponibilidad de recursos alimentarios, la depredación y la inmigración de nuevos individuos (Whelan *et al.*, 2002). En este sentido, el impacto más obvio es el producido por la degradación o destrucción de sus hábitats, que va a constituir el limitante principal para todos los procesos anteriormente mencionados. Así, las aves forestales, especialmente las que anidan en las copas de los árboles, se ven afectadas por los daños producidos en el dosel del bosque (Saab *et al.*, 2005). En el Parque Nacional de Garajonay, las aves de mayor interés tienen ese hábito (*Columba bollii*, *Accipiter nisus granti*, *Asio otus*, *Buteo buteo insularum*, *Regulus teneriffae*, *Fringilla coelebs canariensis*, *Phylloscopus canariensis* o *Turdus merula cabreræ*). En el caso de zonas sofamadas, la persistencia, en cierto grado, de condiciones de interior de bosque, permite la continuidad de sus poblaciones, no obstante mermadas. En el caso de *C. bollii*, aproximadamente el 65% de las zonas afectadas por el incendio no eran aptas para desarrollar su ciclo vital, debido a la falta de madurez y complejidad en la estructura y composición de la vegetación.

Otras especies forestales, o de áreas de transición que nidifican en el suelo o en áreas arbustivas (*Scolopax rusticola*, *Streptopelia turtur*), seguramente se vean también bastante afectadas en las áreas más severamente dañadas.

Por el contrario, la calcinación completa del arbolado facilita la entrada de animales propios de zonas abiertas, entre las que se encuentran el lagarto gomero y el conejo. Este último se le ve proliferando en estas áreas, produciendo daños en la vegetación primocolonizadora. El alcance de su influencia en la regeneración de la vegetación es un factor desconocido que merecería ser evaluado.

Se desconoce la incidencia del incendio en la fauna invertebrada, aunque es presumible que los daños sean importantes, especialmente en las especies más ligadas a condiciones de interior de bosque. En este sentido, en otros ecosistemas forestales, se han observado disminuciones drásticas del 83% en artrópodos cuyo hábitat es la hojarasca, en el primer año tras el incendio, encontrándose sólo el 48% de las poblaciones previas al paso del fuego (Coleman y Rieske, 2006). Dado el elevado número de endemismos existentes en el bosque de La Gomera, cuya distribución no ha sido suficientemente estudiada, el riesgo de una afección seria es considerable.

La calcinación completa de extensas superficies y la homogenización de la vegetación producida a escala de paisaje puede hacer que especies restringidas a determinados hábitats, con características muy particulares, puedan verse severamente dañadas y con su capacidad de recuperación limitada por la propia recuperación del hábitat (Engstrom, 2010).

## RESUMEN DE LAS ACTUACIONES POST-INCENDIO REALIZADAS

Desde antes de que se diera por extinguido el incendio se iniciaron diversas actuaciones de remediación y restauración complementadas con estudios y programas de seguimiento conducentes a obtener información sobre los daños ecológicos producidos, la recuperación natural de las especies y hábitats afectados y las consecuencias de diferentes alternativas de gestión de las áreas afectadas. Estos estudios y programas de seguimiento y evaluación, nos parecen claves para el desarrollo de las estrategias de restauración a seguir en los próximos años, algo sumamente necesario teniendo en cuenta el escaso desarrollo de las mismas a pesar de la importancia de los fondos destinados a la restauración post-incendio en Canarias, así como la fragilidad y singularidad de la zona afectada. Estas actuaciones son esbozadas de forma muy escueta a continuación:

- *Actuaciones de emergencia para reducir la erosión:* Desde un momento temprano se determinaron las áreas más expuestas a fenómenos de erosión, con el fin de acometer las actuaciones de urgencia más perentorias (fajinadas y albarradas), con antelación a la llegada de las lluvias otoñales. Se construyeron, con los limitados medios disponibles, en torno a unos 10 Kms de estas estructuras, que funcionaron, en general, de forma eficaz, especialmente aquellas que fueron instaladas en el primer momento. Otras medidas que son consideradas eficaces, en otros contextos, como es la implantación de coberturas de paja, han sido descartadas por el riesgo que suponen de introducción de especies foráneas.
- *Restauración ecológica:* La necesidad de realizar acciones de restauración depende del comportamiento de la recuperación natural de la vegetación y muy especialmente del rebrote de las especies arbóreas. Especialmente en áreas de fayal brezal de desarrollo medio a maduro A falta de un diagnóstico detallado, todavía por completar, existen importantes zonas con insuficiente regeneración arbórea. En dichas zonas, así como en determinadas zonas calcinadas, con escasa cobertura vegetal antes del incendio se están realizando repoblaciones con haya (*Morella faya*) y en zonas favorables con loro (*laurus novocanariensis*),

aceviño (*Ilex canariensis*), sanguino (*Rhamnus glandulosa*) y viñatigo (*Persea indica*). Para ello se ha reactivado la producción en vivero, donde también se está produciendo planta propia del sotobosque destinada a reforzar núcleos de colonización estratégicos. Asimismo, se realizaron ensayos, a pequeña escala, de siembras de distintas especies herbáceas propias del cortejo de Monteverde, a fin de probar su viabilidad para la fijación de suelo, así como para la creación de focos de colonización para acelerar la restauración. Por otro lado, se iniciaron actuaciones encaminadas a la creación a largo plazo de cortafuegos verdes en torno a áreas estratégicas desde el punto de vista de la extinción de incendios. Esto ha supuesto la corta y extracción de arbolado quemado muerto a lo largo de fajas situadas siguiendo algunas vías de comunicación, con el fin de reducir la carga de combustibles pesados. Posteriormente, en los próximos años, se reforzará, en dichas fajas, la dominancia de frondosas menos inflamables mediante plantación, acompañada de actuaciones de control de la carga de combustibles que se vaya generando, mediante la aplicación de tratamientos de selvicultura preventiva.

- Seguimiento de los suelos: Se realizó una campaña de recogida de muestras en la Red de Seguimiento del Plan Edafológico preexistente, en colaboración con el Departamento de Edafología y Geología de la Universidad de La Laguna, para determinar de qué forma han variado las propiedades de los suelos de las zonas afectadas por el incendio. Además, por dicho Departamento se estudió la erosión producida mediante el análisis de la carga de sedimentos de las avenidas en barrancos, completado con simulaciones de lluvia artificial sobre diferentes suelos quemados. Estos trabajos están sin concluir.
- Seguimiento de la Dinámica de la vegetación: Se instaló, en colaboración con el Departamento de Biología Vegetal de la Universidad de La Laguna, una red de parcelas permanentes para el seguimiento de los efectos y las consecuencias del incendio en los diferentes tipos de vegetación afectada teniendo en cuenta la severidad del incendio y utilizando para ello diferentes grupos de organismos. Se empleó para ello una red de parcelas de seguimiento, instalada con anterioridad al incendio, a la que se añadieron otras parcelas complementarias, con el fin de mejorar la representatividad del muestreo así como disponer de parcelas testigo comparables sin afectar. Estos trabajos están también sin concluir.

Asimismo, se están realizando otros estudios sobre las consecuencias del incendio en la captación de agua procedente de las nieblas.

- De manera complementaria se están estudiando los mecanismos de recolonización de la vegetación, diferenciando la importancia de la función del banco de semillas en los suelos forestales quemados respecto a la llegada de propágulos procedentes de áreas no quemadas.
- Se ha dado una autorización y apoyo para realizar un estudio sobre el impacto del incendio en poblaciones de curculionidos, cuyos resultados podrían servir como indicadores del impacto del fuego en determinados grupos faunísticos.
- Aparte de la financiación para actuaciones de restauración obtenida hasta el momento, tanto del Estado y de la Comunidad Autónoma, a los que se suman los fondos ordinarios del propio Parque Nacional, cabe resaltar la aprobación reciente de un proyecto LIFE +2013, *Garajonay vive*. Promovido por el Parque Nacional de Garajonay, es de destacar su carácter integrador, por lo que al mismo se ha sumado la Universidad de La Laguna, El Cabildo Insular de La Gomera, los Ayuntamientos de Vallehermoso y Valle Gran Rey y la empresa pública TRAGSA. El proyecto trata de abordar, entre otros, aspectos de evaluación y diagnóstico de los daños ambientales y déficits de regeneración, planificación de la prevención de incendios, tanto a escala insular como de poblaciones en riesgo, actuaciones de restauración de la vegetación y de poblaciones de especies amenazadas afectadas, preparación del territorio para reducir el riesgo de incendio mediante reducción de combustibles en áreas estratégicas, prevención social y difusión del problema de los incendios y sus repercusiones.

## CONCLUSIONES PRELIMINARES:

El gran incendio de 2012 de La Gomera ha producido daños ecológicos muy graves, especialmente en los bosques de laurisilva del Parque Nacional de Garajonay.

1. Se ha observado una intensa erosión, especialmente en suelos de bosques bien desarrollados afectados por fuego de copas.
2. El corto espacio de tiempo que transcurre entre el incendio y el inicio de las lluvias es clave para ejecutar medidas de emergencia contra la erosión. En el contexto de Canarias, lo más viable es la creación de trampas de sedimentos.
3. El incendio induce una importante regresión de los ecosistemas de laurisilva, así como la de sus funciones ambientales. Esto ha sido comprobado, entre

otros, en el caso de las funciones de captación de agua y regularización del ciclo hidrológico, que empeoran notablemente con el fuego, incluso a largo plazo.

4. Un importante grupo de poblaciones de especies de flora amenazada está respondiendo bien al impacto del incendio. Sin embargo, algunas poblaciones han quedado muy dañadas y reducidas, llegando en varios casos a desaparecer.
5. Los hábitats rupícolas se configuran como auténticos refugios respecto al fuego, hecho especialmente importante al albergar especies raras y exclusivas.
6. A pesar de la menor intensidad del fuego en los bosques maduros, la severidad de los daños producida es muy elevada, lo que producirá, en la mayor parte de las zonas soflamadas de copas, la muerte del estrato arbóreo.
7. El tiempo necesario para la recuperación de los bosques afectados, hasta llegar a un estado similar al existente antes del paso del fuego, va a ser mayor en los bosques maduros bien conservados que en las formaciones degradadas, excepto cuando la severidad del incendio hubiese sido de muy baja intensidad.
8. Los bosques de laurisilva madura bien conservados son más resistentes a la propagación del fuego que sus formaciones degradadas. En condiciones meteorológicas extremas, estas últimas son altamente combustibles.
9. Los ecosistemas de laurisilva son altamente sensibles al fuego y su recuperación es lenta, lo que contrasta con la elevada resiliencia observada en las formaciones seriales del resto del territorio, producto de una intensa modificación humana.
10. El incendio ha interrumpido interesantes procesos de sucesión y recuperación de la laurisilva que estaban teniendo lugar en áreas degradadas con anterioridad. La severidad de esta regresión está pendiente de una evaluación definitiva.
11. De confirmarse el escaso rebrote del arbolado observado, se producirá un sustancial aclareo del bosque y su sustitución por matorrales seriales.
12. En el caso de bosques con un grado de conservación intermedio, las etapas de sucesión posteriores al incendio son más inflamables que las preexistentes.

Globalmente, la resistencia al fuego del área forestal afectada empeorará sustancialmente durante las próximas décadas.

13. La penetración del fuego en zonas maduras de laurisilva facilita su posible incorporación a un círculo vicioso de degradación que se retroalimenta con el actual régimen de fuegos que padecen las Islas.
14. Los escasos reductos de laurisilva madura existentes en Canarias son ecosistemas amenazados a causa del fuego, que tiene un gran potencial para empobrecer y alterar estos ecosistemas únicos.
15. La restauración de las zonas afectadas por el gran incendio de 2012 y la prevención de incendios en el Parque Nacional y su entorno requerirá de una gestión activa importante y, consecuentemente, de inversiones suficientes que los hagan posibles. Esta restauración deberá apoyarse en una adecuada información que avale la toma de decisiones en la medida de lo posible.

## REFERENCIAS

- [1] BRUINJNZEEL L.A .AND PROCTOR J. (1994): Hydrology and Biogeochemistry of montane cloud forests: What do we really know? p.p. 38-78 in L.S. Hamilton, J.O. Luvik and F.N. Scatena, editors. *Tropical montane cloud forests*. Springer-Verlog. New York.
- [2] COCHRANE M.A., SCHUTZE M.D (1999): Fire as a recurrent event in tropical forests structure, biomass, and species composition. *Biotropica*, vol. 31, 2-16
- [3] COLEMAN, T.W. y RIESKE, L.K. (2006): Arthropod response to prescription burning at the soil-litter interface in oak-pine forests. *Forest Ecology and Management*, **233**, 52-60.
- [4] DE LUIS M. REVENTÓS J., GONZALEZ-HIDALGO JC (2005): Fire and torrential rainfall: effects on seedling establishment in Mediterranean gorse shrublands. *International Journal of Wildland Fire* **14**, 413-422.
- [5] ENGSTROM, R.T. (2010) First-order fire effects on animals: review and recommendations. *Fire Ecology* **6**(1): 115-130.
- [6] FERNÁNDEZ A.B., PEREZ DE PAZ P.L. (2009): Una visión panorámica del Monteverde canario. pp. 143-159 Fernández A.B. (ed) *Parque Nacional de Garajonay, Patrimonio Mundial*. Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- [7] GOMEZ L., FERNÁNDEZ A.B. (2009): La importancia de la precipitación de niebla pp. 117-141 en Fernández A.B. (ed). *Parque Nacional de Garajonay, Patrimonio Mundial*. Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- [8] MARQUÉS M.A. MORA E. (1992): The influence of aspect and runoff on soil loss in a Mediterranean basin forest (Spain). *Catena* **19**; 333-344.

[9] SAAB, V.A., KOTLIAR, N.B., BLOCK, W.M. (2005) Relationships of fire ecology and avian communities in North America. *USDA Forest Service Gen. Tech. Rep.* PSW.GTR-191 : 1083-1086.

[10] WHELAN, R.J., RODGERSON, L., DICKMAN, C.R., SUTHERLAND, E.F. (2002) Critical life cycles of plants and animals: developing a process-based understanding of population changes in fire-prone landscapes. pp. 94-124 in: Bradstock, R.A., Williams, J. and Gill, A.M. (eds.) *Flammable Australia: The Fire Regimes and Biodiversity of a Continent*. Cambridge University Press, Cambridge.

## **Resultados preliminares de la implantación de parcelas experimentales para la restauración de palmerales endémicos degradados de *Phoenix canariensis* en Canarias y de *Phoenix atlantica* en Cabo Verde**

---

**Carlos R. Samarín Bello\***

Técnico del Servicio de Planificación del Medio Natural. Dirección General de Protección de la Naturaleza. Gobierno de Canarias

**PALABRAS CLAVE:** Restauración, invasoras, riqueza vegetal, educación ambiental, sanidad vegetal, micorrizas, economía verde.

### **RESUMEN**

La presente comunicación se ancla en la necesidad de desarrollar un programa de investigación y experimentación forestal que impulse los conocimientos necesarios en todas aquellas áreas con deficiencias y que incidan en una gestión de los recursos forestales más favorable. Entre los objetivos específicos figura el desarrollo de nuevas líneas de investigación relacionadas con las técnicas forestales más adecuadas para la recuperación y mejora de la cubierta vegetal en algunas islas.

Con las parcelas experimentales implantadas se persigue el objetivo múltiple de conocer y aplicar nuevas técnicas de repoblación en zonas áridas, entender el comportamiento de recuperación de un palmeral natural en condiciones de marcado estrés hídrico, evaluar el comportamiento de regeneración natural de un palmeral silvestre en condiciones desfavorables, así como confirmar el efecto beneficioso de las actuaciones llevadas a cabo en las parcelas experimentales.

\* Contacto: [csambel@gobiernodecanarias.org](mailto:csambel@gobiernodecanarias.org)

En los archipiélagos macaronésicos es fundamental tener conocimientos prácticos sobre el comportamiento y posible evolución de determinadas formaciones vegetales, al objeto de que se puedan reflejar una serie de directrices o recomendaciones ancladas en una base experimental sólida. Es indudable que estos conocimientos van a favorecer una mejor gestión de estos hábitats, de manera que se incremente su resiliencia ante las previsible modificaciones ambientales que conlleva el futuro cambio climático.

## INTRODUCCIÓN

Los archipiélagos atlánticos de Canarias y Cabo Verde poseen muchas semejanzas biogeográficas, en gran medida como consecuencia de estar ubicadas en la Región Macaronésica y de tener una génesis similar. El hecho de ser islas oceánicas, que nunca han estado en contacto con el continente africano, ha derivado en una biota singular, con muchos nichos ecológicos libres y con unas formaciones vegetales con una elevada sensibilidad a la herbivoría. Si a esto le unimos el hecho de que constituyen pequeños territorios con una elevada densidad poblacional, que en determinadas épocas han sufrido un uso o explotación importante de los recursos naturales presentes y la modificación a la que ha estado sometido su medio originario, mediante su alteración o destrucción, todo esto, de manera conjunta, da lugar a que encontremos algunos hábitats singulares desestructurados. Como consecuencia de estas transformaciones, en algunas formaciones concretas se han producido una serie de cambios determinantes en las dinámicas poblacionales de las especies constituyentes, que han perdurado en el tiempo y que incluso las podrían conducir a su desaparición.

La degradación de determinadas formaciones, principalmente en islas áridas o semiáridas, agudizan el problema de la desertificación, pudiendo llegar a producir la disminución de la calidad de los suelos y en algunos casos más graves su eliminación y pérdida; lo que inhabilita la futura recuperación natural o autónoma de esos espacios. En estas formaciones desestructuradas o degradadas los diferentes tipos de estrés ambientales (hídrico, nutricional, térmico,...) se acusan en mayor medida que en otros espacios en buen estado de conservación, lo que los hace más sensibles también a las previsible modificaciones ambientales. Si tenemos en cuenta que algunas de las previsiones del cambio climático para estos archipiélagos prevén un aumento de las temperaturas, un recorte de los periodos de lluvia y un mayor número e intensidad de las olas de calor, se pronostica que se produzca un incremento, mayor si cabe, del estrés existente en estos ámbitos degradados. Es indudable que aquellos hábitats

naturales que posean un buen estado de conservación, conjuntamente con una alta tasa de diversidad genética, van a presentar una mayor capacidad de adaptación o de resiliencia a los presumibles cambios ambientales.



**Imagen 1.** Ganado caprino de suelta sin pastor (Boavista).

En el caso particular de los palmerales endémicos en ambos archipiélagos, incide una especial singularidad que los hace merecedores de que muchas de sus poblaciones naturales se encuentren al amparo de algunas de las figuras de protección ambiental contempladas en la legislación de sus respectivos países. Así, la necesidad de protección y recuperación de estos hábitats es mayor si cabe, en el caso de las islas orientales de ambos archipiélagos, ya que esta formación forestal representa en algunos casos más del 90% de la representación arbórea autóctona en algunas islas.

En base a lo mencionado anteriormente, se considera que algunos de los palmerales emblemáticos de *Phoenix canariensis* existentes en la isla de Fuerteventura, en el archipiélago canario, y de *Phoenix atlantica* en la isla de Boavista, en el archipiélago de Cabo Verde, requieren de una serie de medidas de naturalización que incrementen su viabilidad futura.

## ESCENARIO INICIAL

Es indudable que cuando hablamos de recuperación de hábitats nos movemos en un escenario de incertidumbre muy amplio, ya que la necesidad perentoria de acometer una serie de medidas que reviertan la situación de colapso, se enfrenta en muchas ocasiones con un elevado desconocimiento y falta de experiencias o de instrumentos que puedan direccionar estas acciones. En este sentido, se requiere de una serie de entendimientos y prácticas que contribuyan a disminuir ese espacio de inseguridad. Un claro ejemplo de esto es la dificultad de recuperar la cubierta vegetal desaparecida en islas con bajos niveles pluviométricos y donde las experiencias de repoblaciones de los últimos años no han venido acompañadas con los niveles de éxito esperados; probablemente motivado por las modificaciones ambientales sufridas por la región en los últimos años, donde las lluvias han sido muy escasas e irregulares.

En el caso de Canarias, se contempla, a través del Plan Forestal de Canarias, el desarrollo de un programa operativo denominado "Programa de investigación y experimentación forestal", que contempla entre sus objetivos el desarrollo de nuevas líneas de investigación relacionadas con las técnicas forestales más adecuadas para la recuperación y mejora de la cubierta vegetal de las islas, así como el ampliar las líneas de investigación acerca de las consecuencias sobre la vegetación que presentan los problemas medioambientales de carácter global como el cambio climático, la desertificación o la contaminación.

Ante este marco normativo, y bajo el auspicio del Programa de Cooperación Transnacional MAC 2007-2013, los gobiernos de Cabo Verde y de Canarias deciden apostar por implantar una serie de parcelas experimentales en formaciones vegetales nativas con gravísimos problemas de viabilidad futura, con el objetivo de incrementar los conocimientos sobre su dinámica natural e intentar revertir la situación (Proyecto de cooperación Euroafricana para la mejora forestal de la Región Atlántica desde el conocimiento y la lucha contra la desertificación. MONTEVERDE (MAC/3/C172)). El objetivo, a medio-largo plazo, es que las estrategias desarrolladas en esas parcelas puedan servir de referencia para otras formaciones con similares problemas de perdurabilidad.

Las formaciones de palmerales endémicos seleccionados en ambos archipiélagos presentan una serie de dificultades similares, como es la elevada incidencia de herbívoros en islas que han evolucionado sin su presencia. Esta contrariedad, en el caso de Fuerteventura (Canarias) está representada por la elevada incidencia de las cabras (*Capra hircus*) asilvestradas o de suelta sin pastor y de los conejos (*Oryctolagus*

*cuniculus*) y en el caso de Boavista (Cabo Verde), esa afección está producida por los ganados, también sin pastor, de burros (*Equus asinus*) y de cabras.

Otra característica común de estos territorios insulares es la elevada sensibilidad a las especies vegetales invasoras, que en estos espacios suelen encontrar lugares ideales para implantarse. En el caso que nos ocupa es de especial relevancia la presencia de tuneras (*Opuntia dillenii*), en el palmeral canario, y de acacias (*Prosopis juliflora*) en Cabo Verde. Estas especies desarrollan una serie de adaptaciones y mecanismos de lucha frente a los que las especies insulares no pueden hacer prácticamente nada, como es el caso del metabolismo CAM de las tuneras que les permite optimizar al máximo la escasa disponibilidad de agua y adaptarse con facilidad en espacios con acusados niveles de estrés hídrico, o las acacias (*Prosopis juliflora*) con unos mecanismos alelopáticos que inhiben la implantación (inhibiendo germinación) o el desarrollo (dificultando el crecimiento radicular o la micorrización) de las especies nativas.

Otras situaciones menos apreciables, pero igual de significativas, las constituyen la elevada erosión de suelo producida por la falta de cubierta vegetal (este hecho es de especial relevancia en Fuerteventura) o la pérdida de biodiversidad de taxones específicos o incluso de formaciones, que dificultan sobremanera la recuperación de sus hábitats originales, al carecer de modelos y recursos bióticos de partida (Cabo Verde).



**Imagen 2.** Presa Las Peñitas colmatada de suelo (Fuerteventura).

También la sobreexplotación de los recursos hídricos, y su repercusión directa en el nivel del acuífero, está incidiendo de manera muy importante en la aptitud y suficiencia de estos palmerales endémicos para mantener un estado de conservación favorable, y por ende, en su capacidad para recuperarse de episodios o situaciones de estrés o degradación. En el caso particular de algunos palmerales de la isla de Fuerteventura, la disminución del nivel del acuífero había sido suplida por la actividad agrícola existente en sus cercanías, pero cuando esta se ha abandonado, los palmerales cercanos han sufrido una regresión importantísima, llegando incluso a desaparecer muchos de ellos.



Imagen 3. Abandono de la actividad agrícola (Fuerteventura).

## PRINCIPALES LINEAS DE TRABAJO LLEVADAS A CABO

### A) Eliminación de especies vegetales invasoras

Las especies eliminadas de mayor relevancia fueron *Opuntia dillenii* en Fuerteventura y *Prosopis juliflora* en Boavista, aunque también de manera colateral, se trabajó con otras especies menos agresivas como fueron *Nicotiana glauca* (Fuerteventura) o *Acacia bivenosa* (Boavista). La principal dificultad en la eliminación de las tuneras es la presencia de largas púas o picos y la complicación de su extracción en algunos puntos de difícil acceso, que entorpecían, no solo su arranque, sino también su posterior traslado

hasta el vehículo que transportó los residuos hasta el vertedero. En el caso de *Prosopis juliflora*, la dificultad no vino únicamente por la necesidad de talar múltiples ejemplares de porte arbóreo (algunos individuos presentaban espinas en los troncos de las ramas), sino también en el destocoado de cada pie (realizado con medios manuales para evitar la entrada de maquinaria pesada en zonas de especial sensibilidad) y en el posterior barrido y retirada del abundante banco de semillas existente en toda la zona tratada (de máxima dificultad al tratarse de un palmeral implantado en un sistema dunar). El banco de semillas latente, que no se pudo retirar, se ha ido eliminando con repetitivas batidas de arranque de plántulas, con el objetivo de agotar las reservas existentes.

## B) Cerramiento de las parcelas

La necesidad de aislar las zonas de trabajo de los rebaños de cabras y burros, motivó el cercado de las parcelas experimentales con unos vallados perimetrales, complementados en su interior con vallados individuales, o para pequeños grupos de plantas, para hacer frente a la afección de los conejos silvestres (Fuerteventura). Estos vallados de protección han permitido un desarrollo óptimo de las repoblaciones llevadas a cabo sin la afección generalizada del ramoneo constante que sufren la vegetación del entorno no protegido. De hecho, en las ocasiones puntuales en que se ha introducido ganado dentro de los vallados, la incidencia ha sido importante en los ejemplares implantados. Afortunadamente, la compartimentación interna del vallado principal ha permitido limitar la afección en estos casos. En Cabo Verde, la entrada de los burros por la rotura del vallado es reciente y de momento no se han detectado daños significativos en las palmeras (*Phoenix atlantica*) o tarajales (*Tamarix canariensis*) implantados.



Imagen 4. Ganado en cercanías de parcela vallada (Fuerteventura).

### C) Plantación

Sin lugar a dudas, esta ha sido una de las fases más complejas del proyecto, no solo por la condicionalidad en la disponibilidad de planta existente en los respectivos viveros insulares, sino también ante la dificultad añadida de no existir ningún palmeral en buen estado de conservación que pudiese servir de referencia en las islas afectadas.

En el caso de Fuerteventura se utilizó como principal referencia las especies típicas de la asociación *Periploco laevigatae-Phoenicetum canariensis*, que es la comunidad típica de los palmerales silvestres asociados a cauces de barrancos. También se tuvo en cuenta la disponibilidad de planta existente en el vivero insular, conjuntamente con el criterio de sobre-representar aquellos taxones que se entienden que cumplen una función ecosistémica singular, como es el caso de las leguminosas fijadoras de nitrógeno atmosférico a través de las bacterias del género *Rhizobium* que además son plantas que fuerzan la expresión del banco de esporas de micorrizas arbusculares presentes en el suelo (*Retama monosperma*, *Coronilla viminalis*, *Bituminaria bituminosa*). Los más de 15 nuevos taxones elegidos descendían prioritariamente de material genético procedente de las poblaciones más cercanas al ámbito de trabajo, por entender una mayor adaptación a esas condiciones ambientales y para respetar el acervo genético de las poblaciones de las proximidades. Esta medida garantiza no interferir en los posibles procesos de especiación existentes en el lugar. En el caso de las palmeras empleadas (*Phoenix canariensis*) procedían de varios pies hembras presentes en la zona de trabajo, por ser los que mayor garantía de pureza genética ofrecían (palmeral de Buen Paso).

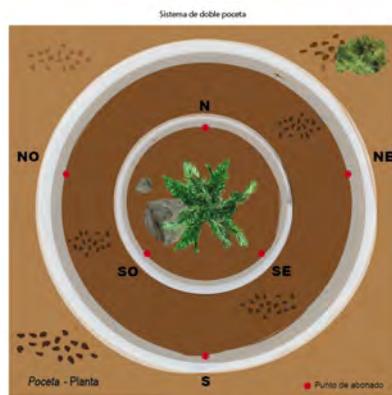
En la plantación realizada en el palmeral de Boavista, las especies utilizadas fueron únicamente palmeras (*Phoenix atlantica*) procedentes del palmeral de la zona (Boa Esperanza) y tarajales (*Tamarix canariensis*) multiplicados de material vegetativo existente en las cercanías de la parcela de trabajo. No se pudo enriquecer con más especies propias del palmeral, al no existir disponibilidad de planta en el vivero forestal insular de Boavista.



**Imagen 5.** Plantación de Phoenix atlantica (Boavista).

Entre las diferentes técnicas de plantación llevadas a cabo se desarrollaron las que se citan a continuación, todas con el objetivo de garantizar el mayor arraigo posible del material vegetal introducido, de manera que se acelerasen los procesos de adaptación al nuevo hábitat.

- *Doble poceta.* Consiste en realizar dos pocetas o alcorques concéntricos al pie de plantación de manera que se puedan desarrollar los riegos en el interior o en el exterior, dependiendo de la fase de crecimiento radicular en la que se encuentre.



**Imagen 6.** Sistema de doble poceta para realización de riegos.

- *Abonado de baja dosis.* Se colocan 6 puntos de un abonado de lenta liberación (osmocote de 9 meses) con una dosificación de 10-20 g aproximadamente, ubicados en las posiciones de la rosa de los vientos (N, SO, SE en el camellón del alcorque interno y S, NO, NE en el camellón del alcorque externo). La función es generar un gradiente nutricional que direcciones, de manera radial, la arquitectura de crecimiento de la raíz en los primeros estadios.
- *Enterrado de tinajas y vasijas de exudación.* El objetivo principal del enterrado de las tinajas de exudación es reproducir el sistema natural del levantamiento hidráulico producido por las especies con sistema radicular pivotante en ecosistemas con acusados niveles de estrés hídrico, de manera que ponen a disposición de las capas superficiales del suelo la humedad acumulada en las capas profundas. La función de las vasijas de exudación es servir de reservorio de humedad en los primeros estadios de crecimiento de la planta en el lugar, direccionando el crecimiento de la raíz también en profundidad. Estos dos sistemas de suplementar humedad edáfica requieren de un mantenimiento de llenado sometido a una periodicidad prefijada, de manera que se garantice la funcionalidad de ambos.

Proceso artificial mediante la implantación provisional de vasijas de exudación

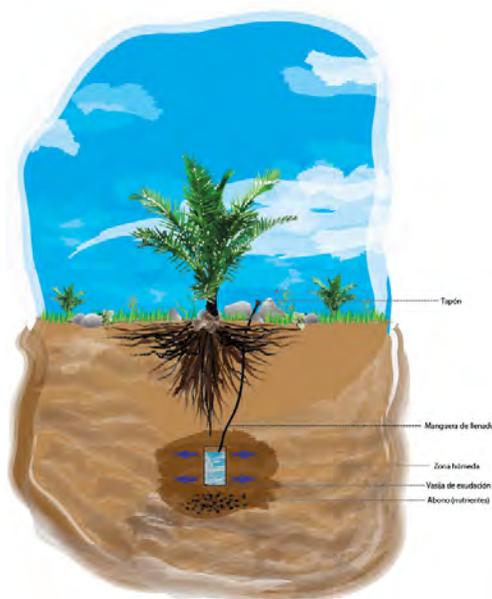


Imagen 7. Vasija de exudación.

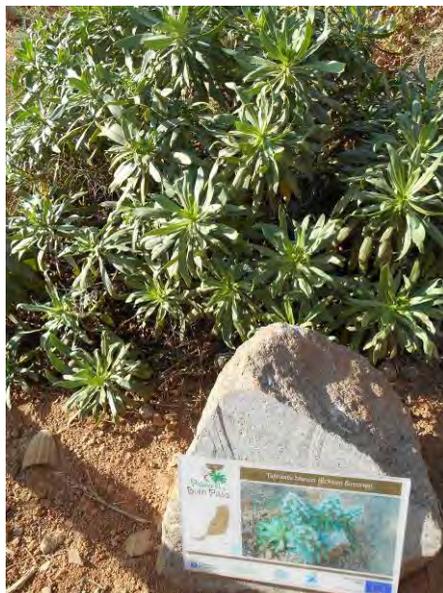
- *Plantación en hoyos*. Este sistema especial fue implementado de manera exclusiva en la parcela de Boavista, de manera que se realizaba un hoyo de 1,5 m de profundidad por 1 m de radio aproximadamente y luego en ese emplazamiento se desarrollaba la plantación de las palmeras (*Phoenix atlantica*) con el sistema de vasijas de exudación.

#### D) Plan de seguimiento y apoyo a la plantación

Una vez finalizada la plantación, y en el año posterior a ésta, es sometida a una serie de riegos de apoyo, que se van espaciando con el paso del tiempo, de manera que el estrés hídrico controlado, al que se someten las plantas, favorece la elongación radicular. También se aplican una serie de tratamientos de inducción radicular y de abonados foliares de rápida asimilación, ricos en nutrientes esenciales para el crecimiento radicular (zinc, boro, manganeso). El objetivo es superar el estrés post-plantación y acelerar el proceso de adaptación al nuevo medio, así como forzar el crecimiento radicular de la planta en los primeros meses. Los riegos aplicados pretenden simular un año con una pluviometría óptima, promoviendo e intercalando, conjuntamente, periodos de estrés hídrico entre riegos consecutivos. Los tratamientos de inducción radicular se aplican, de manera más intensa, en aquellas fases de mayor actividad metabólica con el objetivo de promover el crecimiento radicular frente a otros procesos fenológicos existentes de manera natural en dichas formaciones vegetales.

#### E) Actuaciones de promoción del proyecto

Durante la fase de ejecución de esta experiencia se incidió en promover varias líneas para dar a conocer el proyecto, en este sentido se incidió de manera especial en los diferentes agentes sociales que promocionaban el uso de estos espacios, principalmente los guías turísticos y los usuarios de actividades en la naturaleza. Esa interacción demandó una mayor información sobre las características del proyecto y de las especies vegetales trabajadas en la isla de Fuerteventura, que se reflejó en la ubicación de carteles identificativos de las diferentes especies vegetales implantadas y de mesas interpretativas sobre los recursos presentes en el entorno y los objetivos del proyecto. En la actualidad toda esta información desarrolla un papel fundamental en la educación medioambiental que se transmite a los visitantes del lugar.



**Imagen 8.** Cartel identificativos de taxón implantado en la parcela.

En el marco de la docencia se ha impartido charlas a estudiantes de enseñanza secundaria obligatoria (ESO) interesados en utilizar el proyecto como base de un estudio sobre “Ecosistemas de Canarias” promovido por la Consejería de Educación, Universidades y Sostenibilidad para todos los institutos de enseñanza secundaria del Archipiélago Canario. También se ha participado, a través del Cabildo Insular de Fuerteventura, en la colaboración puntual con las prácticas del ciclo formativo de grado superior de la rama denominada “Gestión forestal y del medio natural”, con la participación activa en varias fases del proyecto de los alumnos en prácticas.

## EVALUACIÓN CONTINUA DE RESULTADOS

Durante el desarrollo de las diferentes fases del proyecto se ha llevado un seguimiento continuo que permite confirmar el efecto beneficioso de las actuaciones llevadas a cabo en las dos parcelas experimentales que se pretendían recuperar. En líneas generales, la sintomatología, o aspectos de crecimiento y desarrollo, que iban mostrando las diferentes especies que constituían las formaciones trabajadas fue

mejorando según iba avanzando la ejecución de las diferentes fases de ejecución del proyecto. En este sentido destaca el mayor nivel de foliación y de enriquecimiento de taxones nativos, una vez eliminadas las especies invasoras; este último efecto fue de especial relevancia en la parcela implantada en Boavista. También, y acompañando un mayor crecimiento vegetativo en las especies existentes, de manera especial en las palmeras, se denotó un incremento significativo (en comparación con el entorno no manejado) en la fructificación y, por ende, en la producción final de muchos racimos de tamaras o dátiles. Este último efecto, además de incrementar el banco de semillas en el suelo y del reclutamiento posterior de brinzales en las parcelas, también ha tenido un efecto negativo en el caso de la parcela de Boavista, donde la demanda de estos frutos por los lugareños ha producido la rotura del vallado para recolectarlos.

El seguimiento del crecimiento de la raíz, mediante la realización de catas de profundidad "in situ" en las parcelas, denotaba un importante desarrollo radicular al realizar las catas en las palmeras tratadas con inductores radiculares, principalmente en las palmeras de la parcela de Boavista (el seguimiento es más sencillo ya que no se generan daños en la raíz, al tratarse de un sustrato constituido principalmente por arenas organógenas en las capas superiores). En el caso de palmeras que no se trataron, y que germinaron con posterioridad a la finalización del periodo del manejo del plan de seguimiento y apoyo a la plantación (reclutamiento autónomo de brinzales), se aprecia una clara diferencia entre las palmeras que han germinado en la zona donde se ha eliminado *Prosopis juliflora* y donde no se ha eliminado (probablemente debido al efecto inhibitor del crecimiento radicular en las palmeras por parte de las sustancias alelopáticas emitidas por las raíces de *Prosopis juliflora*).



Imagen 9. Desarrollo radicular comparativo.

Uno de los efectos más significativos, apreciados en la parcela de Fuerteventura, fue la disminución significativa, tanto del número de plagas y enfermedades que lo afectaban como del nivel de incidencia de algunas de ellas. El hecho de poder contar con datos anuales de presencia y nivel infectivo de plagas y enfermedades, tomados en el lugar desde el año 2007, ha permitido comprobar como las palmeras ubicadas en el entorno de las zonas tratadas han sufrido una mejoría muy apreciable, relacionado probablemente con el actual estado de vigorosidad que presenta el palmeral. Si se compara con las palmeras ubicadas en las cercanías, pero en zonas no manejadas, se aprecia como el nivel infectivo no varía o incluso se puede incrementar, como en algunas palmeras vinculadas a zonas de cultivos agrícolas en activo.

Además de la evaluación de indicadores externos de la parte aérea y radicular de la formación vegetal, también se consideró de importancia relevante conocer los niveles de micorrización existentes en las zonas restauradas frente a las no restauradas. Por su especial función, como elementos activadores y mantenedores de muchos ecosistemas naturales, los hongos de micorrizas arbusculares se consideran como uno de los mejores bioindicadores para evaluar el nivel de naturalización de un ecosistema (la acción de simbiosis de éstos con el sistema radicular de las plantas en ecosistemas con altos niveles de aridez o estrés hídrico, da lugar a que dichas plantas puedan vegetar en estos territorios con mayores garantías de supervivencia). La presencia y mantenimiento de estas poblaciones es de vital importancia en este tipo de espacios por lo que se debe de evaluar y favorecer su presencia y desarrollo. En base a esto se procedió a caracterizar las poblaciones de micorrizas arbusculares en las parcelas implantadas y en su entorno cercano, siendo de reseñar como principales conclusiones las siguientes:

- Existe un banco de micorrizas nativas latente, susceptible de ser expresado mediante el uso de un mayor número de especies vegetales acompañantes del palmeral.
- Los palmerales con un mayor nivel de degradación o de estrés acumulan un mayor nivel de potencial micorrícico.
- Las poblaciones de micorrizas en el interior de las parcelas implantadas presentan dificultades en su expresión (probablemente motivado por el empleo de "abonados de baja dosis" ricos en fósforo).

## CONCLUSIONES PRELIMINARES

A lo largo de los tres años de desarrollo del proyecto se han producido una serie de avances significativos, no solo en la mejora del hábitat del entorno de las parcelas implantadas sino que también se han originado otra serie de sinergias que de manera sustancial están avalando la importancia y la necesidad de apostar por este tipo de proyectos e iniciativas. Frecuentemente, y de manera histórica, las investigaciones en materia forestal están condicionadas a la obtención de resultados a medio o largo plazo, por lo que habitualmente suelen ser muy difíciles de promover (apoyos institucionales y políticos). En este caso particular también se ha podido romper una lanza en favor de los resultados a corto plazo, pues, aunque los trabajos de estas parcelas no se pueden considerar como definitivos, sí que se han podido extraer una serie de conclusiones preliminares:

1. Después de muchos años con unos graves problemas en recuperación de formaciones forestales en ámbitos con acusados niveles de estrés hídrico o en zonas áridas, principalmente por el elevado número de marras que se producían en las repoblaciones, se ha conseguido proponer una metodología de manejo que puede acelerar los procesos de recuperación de esos hábitats degradados. En este sentido, con el desarrollo de las técnicas de plantación y del posterior plan de seguimiento y apoyo, se ha conseguido un porcentaje de éxito en la plantación superior al 75%, lo cual, en este tipo de territorios, es bastante elevado y permite albergar esperanzas futuras en la viabilidad de la recuperación de estos espacios y en la lucha efectiva contra el fenómeno de la desertificación en estos territorios insulares con regímenes pluviométricos tan bajos.
2. Uno de los mejores indicadores existentes para conocer la evolución de una restauración vegetal es la detección de reclutamiento de brinzales de las especies implantadas. Esto está sucediendo en la parcela de Fuerteventura, donde se introdujeron más de 15 especies vegetales nuevas, y donde ya se están produciendo incorporaciones a la cohorte de especies del palmeral de ejemplares juveniles de coronilla (*Coronilla viminalis*) y de romero marino (*Campylanthus salsoides*). Los ejemplares introducidos de estos dos taxones florecieron en el lugar, y después de ser polinizados dieron lugar a semillas que se incorporaron al banco seminal del suelo. También se ha aumentado de manera significativa, principalmente en la parcela de Boavista, el número de brinzales de palmeras procedentes del banco de semillas de tamaras o dátiles existentes, que se ha visto incrementado de manera importante en los últimos años con la abundante fructificación producida después de eliminar los ejemplares de *Prosopis juliflora* del entorno.



**Imagen 10.** Reclutamiento de coronilla en plantación de Phoenix canariensis.

3. En la isla de Fuerteventura se detecta un incremento importante en la presencia de aves de elevado valor ecológico. En este sentido, es de destacar la existencia en el lugar, con nidificación incluida en los últimos años, del tarro canelo (*Tadorna ferruginea*) y de otra ave de menor tamaño, pero de una relevancia enorme por tratarse de un paseriforme endémico de la isla de Fuerteventura, como es la tarabilla canaria (*Saxicola dacotiae*).
4. Se está produciendo un incremento significativo de los conocimientos sobre los requerimientos ambientales reales de muchas especies vegetales implantadas y que en la actualidad se encuentran localizadas fuera de su ámbito de distribución potencial en zonas marginales o de acantilados que limitan y condicionan su ciclo biológico natural (debido a la acción de los herbívoros asilvestrados principalmente). Es de destacar el buen nivel de adaptación manifestado por los dos peralillos nativos implantados en la isla de Fuerteventura (*Maytenus canariensis* y *Gymnosporia cryptopetala*) y que se están adaptando muy bien al lugar con unas tasas de crecimiento importantes.
5. La relevante puesta en valor de los lugares trabajados, debido al incremento en la calidad biológica del entorno del proyecto, ha supuesto una importante repercusión en cuanto al elevado número de usuarios que lo visitan. Ambos lugares, en las dos islas, se han llegado a convertir en reclamos turísticos de

casi obligada visita y donde los mismos guías turísticos se han convertido en verdaderos promotores de los valores del proyecto. Incluso, en el caso particular de la isla de Fuerteventura, se ha llegado a convertir en plató de cine al ser utilizado para la toma de planos exteriores en la grabación de dos películas. Es indudable que todo esto tiene una elevada repercusión directa en los núcleos poblacionales cercanos, que se ven favorecidos por la generación de economía verde asociada a este tipo de proyectos.

6. La generación de sinergias positivas que estas dos parcelas experimentales han producido en ambas islas, por su “carácter ejemplar”, ha sido de vital importancia para el desarrollo actual de otros proyectos ya vinculados a las propias administraciones responsables de direccionar la gestión directa de las políticas forestales en esos territorios. Así, el mismo modelo de vallado perimetral utilizado en el palmeral de Buen Paso, se está implantando en dos nuevos proyectos desarrollados por el Cabildo de Fuerteventura en sendas localidades con altas tasas de biodiversidad vegetal como son Morro Velosa y el Pico de La Zarza. En el caso del Gobierno de Cabo Verde, la Delegación de Agricultura de la isla ha implantado un vallado suplementario al establecido por este proyecto MONTEVERDE con el objetivo de seguir desarrollando las mismas líneas de restauración; aunque en este caso anclado en otro proyecto de cooperación para la lucha contra la desertificación.
7. Es indudable que este tipo de proyectos cohesionan territorios y generan soluciones a problemas comunes a los archipiélagos macaronésicos, además de favorecer el flujo de información y la cooperación técnica que repercute en una mejor gestión de los recursos forestales.



**Imagen 11.** Puesta en valor de la cooperación transfronteriza (Boavista).



# Experiencia de repoblación forestal como medida compensatoria ante la ejecución de una vía rápida en espacio Red Natura 2000

Jorge Naranjo Borges <sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Técnico del Servicio Técnico de Ordenación del Suelo Rústico y Espacios Naturales Protegidos.

**PALABRAS CLAVE:** Infraestructura viaria, Zona Especial de Conservación, Medidas compensatorias, Plan Rector de Uso y Gestión, Repoblación de cardonal-tabaibal.

## RESUMEN

La mayor parte del trazado de la nueva carretera que unirá La Aldea de San Nicolás con Agaete en Gran Canaria atraviesa el Parque Natural de Tamadaba (Zona Especial de Conservación 49\_GC). El Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural vigente desde 2003 determina la obligación de establecer medidas compensatorias por la construcción de una infraestructura viaria en aplicación del artículo 6 de la Directiva 92/43/CEE, sobre hábitats. La nueva vía rápida atravesará el parque natural por la franja costera, zona de hábitat potencial del cardonal-tabaibal, el cual puede definirse como un hábitat forestal desarbolado formado por plantas suculentas adaptadas a un clima semiárido.

Así como medida compensatoria ante la destrucción de hábitats potenciales de cardonal tabaibal por la construcción de una carretera, se consideró apropiado buscar los terrenos oportunos para la restauración de dicho hábitat siguiendo criterios de gestión y planificación. Finalmente se optó por llevar cabo las plantaciones en el área conocida como Lomo Cambado y Llano del Morrete del Cura por tratarse de una finca

\* jnarbor@gobiernodecanarias.org

de titularidad pública, cercana a la futura vía y con la categoría de suelo rústico de protección natural de regeneración.

En noviembre de 2009 comienzan las obras de la nueva carretera, si bien hay que esperar hasta enero de 2012 para comenzar con la restauración de hábitat a través de la mencionada repoblación forestal de cardonal-tabaibal. Se plantan las dos especies principales que conforman el hábitat: el cardón (*Euphorbia canariensis*) y la tabaiba dulce (*Euphorbia balsamifera*). Se emplea la técnica del ahoyado manual y tras la plantación se llevan a cabo riegos de asentamiento y mantenimiento. A lo largo de tres inviernos se han plantado de manera experimental cardones y tabaibas en polígonos separados y con plantas producidas en diferentes tipos de contenedores. Estos años de experiencia han servido para saber más acerca de la ecología de estas especies. El seguimiento llevado a cabo nos ha permitido conocer el porcentaje de supervivencia, así como la capacidad de adaptación.

## INTRODUCCIÓN

La carretera actual (GC-200) que une las localidades de Agaete y La Aldea de San Nicolás en el noroeste de Gran Canaria transcurre por el Parque Natural de Tamadaba durante 27 kilómetros, si bien los últimos cuatro kilómetros constituyen el límite del espacio natural y podrían considerarse fuera del parque. Se trata de una carretera de montaña que discurre cerca de la costa y que puede ser atravesada a una velocidad media de cerca de 40 km/h. El trazado sinuoso posee curvas con radios pequeños, así como tramos con graves problemas de desprendimientos.

Tamadaba es además de Parque Natural, Área de Sensibilidad Ecológica, Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA ES0000346), Zona Especial de Conservación (ZEC 49\_GC) y parte de la Reserva de la Biosfera de Gran Canaria. Tamadaba es por tanto parte integrante de la Red Natura 2000 en Canarias según el *Decreto 174/2009*, siendo uno de los hábitats que motivan la declaración el cardonal-tabaibal (5330 Matorrales termomediterráneos y preestépicos).

La propuesta de la mejora viaria actual por parte de la Consejería competente en materia de infraestructura viaria del Gobierno de Canarias consistió en proyectar una vía rápida desde Agaete. Las vías rápidas vienen definidas en el artículo 1.6 de la *Ley 9/1991 de Carreteras de Canarias* como aquellas carreteras que reúnen las mismas características de las autovías, pero con una sola calzada.

El primer Plan Insular de Ordenación del Territorio de Gran Canaria del año 1995 establecía como objetivo fundamental de esta carretera la mejora de la accesibilidad, siempre que fuera compatible con la debida protección de las áreas o elementos naturales de interés y conservando la calidad del paisaje. Si bien la carretera está justificada desde el punto de vista de la seguridad vial, el Plan Rector de Uso y Gestión vigente desde 2003 recoge como el mayor impacto ambiental previsto el de la vía de mejora de la accesibilidad entre Agaete y La Aldea.

La nueva vía rápida atravesará el parque natural por la franja costera, zona de hábitat potencial de cardonal-tabaibal (Figura 1), el cual puede definirse como un hábitat forestal desarbolado formado por plantas suculentas adaptadas a un clima semiárido. Se trata de una formación vegetal mixta propia de las zonas bajas y costeras de Canarias. La característica fundamental de las especies que forman esta comunidad es su adaptación a las condiciones ambientales de escasas precipitaciones, elevadas temperaturas y alta insolación. Las especies más características son el cardón canario (*Euphorbia canariensis*) y las tabaibas (*Euphorbia balsamifera* y *Euphorbia regis-jubae*). En el caso de las tabaibas, éstas presentan un aspecto arborescente, mientras que el cardón presenta un aspecto de candelabro. Junto a esas especies principales aparece un cortejo de plantas entre las que figuran el verode (*Kleinia neriifolia*), el cornical (*Periploca laevigata*), el tasaigo (*Rubia fruticosa*), el cardoncillo (*Ceropegia fusca*), el balo (*Plocama pendula*) o la leña buena (*Neochamaelea pulverulenta*). En general, las especies que forman parte de esta comunidad muestran diversos caracteres morfológicos y fisiológicos derivados de su adaptación a largos períodos de sequía: tallos gruesos ricos en agua, transformación de hojas en espinas, carencia de hojas o pérdida de ellas durante la estación estival o recubrimiento de la superficie con ceras o pelos.



Figura 1. Cardonal-tabaibal en el Barranco del Furel. La Aldea de San Nicolás. Gran Canaria.

## ESTABLECIMIENTO DE MEDIDAS COMPENSATORIAS

Como medida compensatoria a la alteración de los hábitats potenciales de cardonal-tabaibal a lo largo del nuevo trazado dentro del parque natural, se consideró oportuno por parte del Plan Rector delimitar un gran polígono de repoblación en el área de Lomo Cambado y Llano del Morrete del Cura en el Barranco del Furel que ayudara a mejorar sustancialmente este hábitat dentro del parque natural. La repoblación se llevaría a cabo íntegramente en terrenos de propiedad del Cabildo de Gran Canaria y paralelamente a la ejecución de la obra viaria.

En el apartado "J" del Contenido de la Declaración de Impacto Ecológico (BOC núm. 100, de 27 de mayo de 2006) del Proyecto de Trazado de Nueva Carretera GC-2 se contemplan las observaciones del Servicio de Ordenación de Espacios Naturales Protegidos que exige contemplar las medidas compensatorias en los presupuestos generales del proyecto. Asimismo en el mismo apartado se recoge la petición por parte del Servicio de Biodiversidad de la Dirección General del Medio Natural de la obligación del proyecto de detallar y clarificar las medidas compensatorias que pudieran derivarse de la aplicación del artículo 6.4 de la Directiva 92/43/CEE.

En base a los informes emitidos, el apartado "M) Apéndice de condicionantes" de la Declaración de Impacto Ecológico en su condicionante decimotercero hace referencia a las medidas compensatorias. Así establece, que durante la redacción del Proyecto de Construcción se deberán estudiar y presupuestar medidas compensatorias. A tal fin, la Dirección General de Infraestructura Viaria remitirá una propuesta a la Dirección General del Medio Natural, a la Dirección General de Ordenación Territorial y al Cabildo de Gran Canaria con el fin de que dichos organismos e instituciones informen al respecto. Aclara además, que sí la construcción de la vía se realizase por fases, en el presupuesto de cada una de las mismas deberá incorporarse la partida presupuestaria correspondiente para la realización de las medidas compensatorias.

Es a principios de 2008 en el Anejo nº18 del Proyecto de Construcción denominado Ordenación Ecológica, Estética y Paisajística cuando al fin aparecen reflejados el polígono de repoblación en Lomo Cambado y Llano del Morrete del Cura, así como el presupuesto de la obra. Se establece una zona de 228.000 m<sup>2</sup> para la plantación de especies arbustivas a base de cardones, tabaibas dulces y magarzas (*Argyranthemum frutescens*), en la proporción de 45%, 45% y 10% respectivamente, y un presupuesto de 58.174,20 € de ejecución material.

## PLANTACIÓN Y METODOLOGÍA

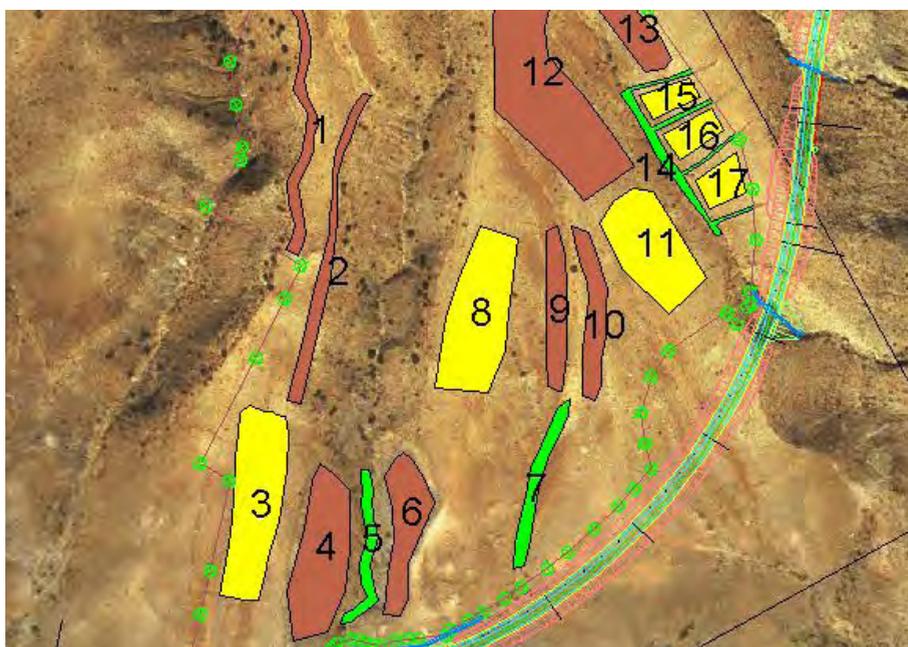
La zona de actuación se encuentra en la finca denominada Cortijo de Tirma, propiedad del Cabildo de Gran Canaria. Se trata de una ladera orientada al sur, entre las cotas 245 – 375 m.s.n.m., de suave pendiente y en la que se aprecian algunos muretes de piedra seca que dan testimonio de antiguas parcelas destinadas al cultivo de secano (Godoy, 2011). La ladera se encuentra surcada por varios barranquillos subsidiarios del Barranco del Furel.

El suelo que mayoritariamente se observa en la zona de compensación es de tipo vertisol. Los vertisoles son suelos de textura arcillosa que se caracterizan por presentar cierta potencia de suelo (30-40 cm en la zona de actuación), poca materia orgánica y elevada pedregosidad. A pesar de la pedregosidad, el suelo está cubierto por matorral de sustitución. Son abundantes especies vegetales como la aulaga (*Launaea arborescens*), la tabaiba amarga (*Euphorbia regis-jubae*) y distintas herbáceas (*Aristida*, *Hyparrhenia*, *Avena sp.*). En los barranquillos y su entorno se concentra mayor biodiversidad vegetal y es posible encontrar cardones, tabaibas dulces, espinos de mar, tasaigos, verodes e incluso algún cardoncillo.

Los datos climáticos obtenidos de la Estación Meteorológica de La Aldea de San Nicolás indican una temperatura media anual de 20,3°C. Destacan las temperaturas medias máximas por encima de los 33°C durante los meses de julio a octubre. Las precipitaciones son muy reducidas, situándose en 177 mm de media anual. Las escasas lluvias se concentran especialmente durante los meses de otoño e invierno. No obstante se observa una irregularidad en las precipitaciones no solo mensual, sino también anual. A las condiciones de extrema sequía hay que unir la presencia regular del viento en la zona.

Basándose en el acuerdo alcanzado a través del Anejo del Proyecto de Construcción se lleva a cabo en 2011 el replanteo de la zona escogida y se elabora una Memoria técnica que delimita los polígonos de plantación por especies (Figura 2). Con respecto a la plantación de especies se contaba con la experiencia realizada en febrero de 2011 por parte de la U.T.E. LA ALDEA en antiguas terrazas de cultivo de Casas del Furel (Rodríguez, 2011), a menos de un kilómetro de la zona de compensación y con las experiencias en la isla de Fuerteventura (Scholz, 2006).

*Tabaiba dulce*
 *Cardón*
 *Magarza y otras*



*Figura 2. Polígonos de repoblación por especies.*

Los polígonos elegidos para la *tabaiba dulce* son los de ladera con mayor grado de insolación, por tratarse a priori de la especie más robusta. Los polígonos de *cardones* se concentran en los entornos de barranquillos y vaguadas. Para las especies más exigentes se delimitan los cauces de vaguadas y barranquillos. En este último grupo de especies, además de la *magarza*, se incluyen el *cornical*, *espino de mar*, *baló* y *leña buena*.

En noviembre de 2009 comenzaron las obras de la nueva carretera, si bien hubo que esperar hasta enero de 2012 para comenzar con la restauración de hábitat a través de la repoblación con las primeras plantas. Sin embargo, la grave crisis económica ha impedido que se ejecute la obra como estaba prevista. Bajo estas circunstancias, se ha optado a lo largo de tres inviernos por plantar en unos pocos polígonos de manera experimental con diferentes tipos de contenedor y tamaño de plantas (Tabla 1). Debido a la poca experiencia y literatura existente acerca de la restauración de este hábitat, el objetivo ha consistido en obtener información relativa al tipo de contenedor y tamaño de planta más adecuados al entorno.

Las plantas proceden de viveros registrados y autorizados para el cultivo de planta autóctona, tanto de vivero público (Vivero forestal del Cabildo de Gran Canaria) como de privados (Ayagaures Medioambiente y Sataute Viveros). Ha sido garantizada la procedencia del material vegetal de Gran Canaria.

La plantación se ha efectuado de forma manual mediante ahoyado con azada, apartando piedras y haciendo una pequeña poceta para la recogida de agua de lluvia y riegos. Con las piedras recogidas se realiza un engorrido siguiendo el contorno de la poceta. Se ha prescindido de protector individual al no tratarse de especies palatables y no existir ganado en la zona.

**Tabla 1.** Especies plantadas en la zona de compensación según tipo de contenedor y tamaño.

ESPECIE	POLÍGONO	CONTENEDOR (cc)	TAMAÑO MEDIO (cm)
CARDÓN	4	360	30
CARDON	4	1500	40
CORNICAL*	5	360	30
CARDÓN	6	360	30
CARDON	6	1500	40
CARDON	9 y 10	aprox. 2000	48 (17-79)
TABAIBA DULCE	11	aprox. 2000	39 (21-74)
TABAIBA DULCE	17	360	35

\*Además de cornical se plantaron verodes por haber existencias en el vivero forestal del Cabildo.

El espaciamiento o marco de plantación varía en función de las especies. Las experiencias anteriores aconsejaban que el marco de plantación entre tabaibas dulces sea de 2,5 x 2,5 m (1600 plantas/ha). En el caso de los cardones, al alcanzar éstos un mayor desarrollo, el marco de plantación propuesto fue de 3 x 3 m (1100 plantas/ha), mientras que el caso de las magarzas y especies afines el espaciamiento puede reducirse a 2 x 2 m (2500 plantas/ha).

Las condiciones de extrema aridez justifican el riego. En la Memoria técnica se recoge un riego de asentamiento para todas las especies. El primer año de plantación de tabaibas y cardones también se podrá dar un riego de apoyo a cardones y tabaibas. En el caso de las magarzas y especies afines, a parte del riego de asentamiento se realizarán tres riegos más de mantenimiento, espaciándolos en función de las precipitaciones. La dosis de riego previsto es de 5 litros/planta según la Memoria técnica.

En el primer año de plantación, invierno 2011-12 se llevaron a cabo las plantaciones de cardón y tabaiba dulce de los polígonos 9, 10, 11 y 17. Los cardones venían en maceta y presentaban un gran rango de tamaño (de 17 a 79 cm), con el fin de tratar de conocer su arraigo en base a la altura (Figura 3). Las tabaibas del polígono 11 también procedían de maceta, mientras que las del polígono 17 de contenedor forestal. Las tabaibas en maceta, nuevamente con un gran rango de tamaño (de 21 a 74 cm) permitirían ayudar en la búsqueda de un tamaño adecuado a las condiciones del lugar. Las tabaibas procedentes de contenedor forestal, de menor porte, permitirían a su vez comparar entre distintos volúmenes de sustrato (ver Tabla 1). Las plantas recibieron dos riegos de 5 litros en los meses de febrero y mayo de 2012, sin que hayan vuelto a recibir riego. Habría que destacar que tanto el invierno 2011-12 como el verano de 2012 fueron extremadamente secos. En la primavera – verano de 2012 hubo 7 olas de calor con temperaturas de hasta 43° C (Rodríguez, 2012).

En el invierno de 2012-13 se plantaron cardones en los polígonos 4 y 6, así como cornicales y verodes en el polígono 5. Todas las plantas fueron producidas en contenedor forestal pequeño (Figura 3). Los cardones recibieron un riego de asentamiento de 1 litro/planta y cuatro riegos de mantenimiento de 0,5 litro/planta en los meses de abril, mayo, junio y julio de 2013.

Por último, en el invierno 2013-2014 se volvieron a plantar cardones en los polígonos 4 y 6. Esta vez, las plantas vinieron en contenedores forestales de gran tamaño (Figura 3). Los cardones recibieron tres riegos de mantenimiento de 1 litro/planta en los meses de junio, julio y agosto de 2014.

Se ha repoblado con plantas de tamaño medio de 30 cm y tamaño medio de 40 cm y con contenedor pequeño y contenedor grande. La opción de la maceta con gran volumen de sustrato y un gran rango de altura de plantas (17 - 79 cm) abrió además la oportunidad de poder separar la variable "tamaño de planta" de la variable "volumen de sustrato". De esta manera se observaría qué es más determinante para la supervivencia de las especies repobladas, si el volumen del sustrato o el tamaño de la planta.

Durante el seguimiento de estos tres años se ha hecho un seguimiento del porcentaje de supervivencia y marras, estados fisiológicos y crecimientos.



**Figura 3.** Cardones empleados en la repoblación, procedentes de maceta y contenedor forestal.

## RESULTADOS

Por falta de magarza en viveros se plantó cornical y verode en el cauce de unos de los barranquillos de la zona de compensación. La mayor existencia de cardón en vivero ha propiciado su plantación en mayor número (Figura 4).



**Figura 4.** Plantación de cardones en el polígono 10.

A pesar del riego, los cornicales y verodes perecieron antes de concluir el primer verano de su plantación.

Con respecto al porcentaje de supervivencia del resto de especies, el seguimiento ha demostrado que la tabaiba dulce se trata de una especie más robusta que el cardón. Las pérdidas son insignificantes y no aparecen diferencias significativas entre las tabaibas procedentes de contenedor forestal y las tabaibas en maceta (Tabla 2).

**Tabla 2.** Porcentaje de supervivencia tras el primer y segundo verano según la especie y tipo de contenedor

Especie	Contenedor (cc)	1er Verano (%)	2º Verano (%)
Tabaiba	aprox. 2000	97	96
Tabaiba	360	98	91
Cardón	aprox. 2000	87,5	76,5
Cardón	360	82	21,5
Cardón *	1500	100	--

Los cardones de contenedor de 1,5 L sólo han pasado un verano hasta la fecha de la redacción

El cardón sufrió un mayor número de marras que la tabaiba dulce. No obstante, se observaron diferencias sustanciales entre los propios cardones procedentes de maceta y con aquellos procedentes de contenedor forestal. Ante este hecho, se analizó el arraigo por rango de altura en los cardones de los polígonos 9 y 10, que previamente habían sido medidos uno por uno en altura (Tabla 3). El análisis demostró que la mayor parte de las marras se concentran en cardones menores de 40 cm.

**Tabla 3.** Porcentaje de supervivencia en cardones según rango de altura y fechas transcurridas, sobre una muestra de 200 individuos.

Rango de altura	Nº individuos	Plantación (%)	1º Verano (%)	2º Verano (%)
20 - 29	24	100	50	25
30 - 39	55	100	87	63
40 - 49	21	100	95	95
50 - 59	42	100	100	93
60 - 69	47	100	96	91
70 - 79	11	100	100	100

Con respecto a la tabaiba dulce, en la tercera primavera se observaron diferencias en el estado fisiológico. Mientras que en contenedor solo un 2% de las tabaibas fructificó, en las macetas fructificó un 22% de las plantas. Se comprobó que el estado fisiológico de las plantas es independiente a su tamaño, puesto que el rango observado es grande (20 – 66 cm).

Otra diferencia constatada entre las tabaibas fue el hecho de que solo en las tabaibas en contenedor se observaron plantas puntisecas, independientemente del tamaño (rango 24 – 50) y en un 37% del total. Las marras en maceta y contenedor fueron escasas y no se observó una relación con el tamaño de planta, a diferencia del cardón.

En cuanto a crecimientos, al tratarse de especies suculentas adaptadas a ambientes áridos no muestran rápidos crecimientos en altura. No obstante, sí es de destacar que tras dos inviernos un 77% de los cardones supervivientes había incrementado su biomasa con la aparición de numerosos tallos en su base. Nuevamente los individuos supervivientes de menor altura, situados en los rangos 20-29 y 30-39 son los que muestran dificultades para ramificarse desde su base.

## CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

Partimos de la base que en las repoblaciones en campo no podemos obtener los mismos datos concluyentes que en los ensayos de laboratorio, puesto que, entre otros aspectos, no podemos controlar las variables. A pesar de ello, se han obtenido resultados clarificadores.

Existen especies del piso basal cuya plantación sin un riego periódico, al menos en su etapa inicial, carece de sentido. Así los cornicales perecieron antes de finalizar el primer verano. Resultados similares son deducibles de las experiencias de Scholz (2006) y Rodríguez (2011).

La tabaiba dulce y el cardón canario pueden lograr un porcentaje alto de arraigo, por lo que demostraron ser especies aptas para la repoblación forestal en el piso basal. A semejantes conclusiones llegan Scholz (2006) y Rodríguez (2011). La adaptación a la aridez de la tabaiba a través de la pérdida de las hojas en verano puede ser uno de los motivos de su robustez frente al cardón. En el cardón se demostró que las plantas con un tamaño superior a los 40 cm sobreviven en un alto porcentaje. Paralelamente estos cardones deben desarrollarse en contenedores forestales con el suficiente sustrato para lograr esa altura y superar la sequía. La máxima supervivencia obtenida tras el primer verano en cardones en contenedores de 1,5 L puede ser debido en parte a un verano de temperaturas moderadas. A diferencia de la tabaiba, el cardón necesita algún riego de mantenimiento durante el primer verano, puesto que sigue transpirando. Además de la realización de una poceta, se pudo comprobar in situ que cardones plantados junto a rocas o afloramientos rocosos recibían mayor acumulación de agua de lluvia.

El viento periódico en la zona, unido al poco sustrato del contenedor, lleva a una alta transpiración que culmina con un porcentaje considerable de tabaibas puntisecas. El estado puntiseco lleva aparejado una rebaja en altura. En nuevas plantaciones para atenuar el efecto del viento convendría plantar las tabaibas a sotavento de aulagas o de cualquier otra vegetación existente y no emplear contenedores forestales pequeños.

Las tabaibas con su rápida floración y fructificación demuestran tener un comportamiento asimilado a especies pioneras. Las tabaibas que se desarrollaron en maceta fructificaron en mayor porcentaje, debido probablemente a tratarse de plantas de mayor edad con respecto a las de contenedor. En cualquier caso, la comprobación de este estado fisiológico denota la adaptación de los individuos a la zona.

El crecimiento en altura es aún pequeño y no en todos los individuos. Destaca el incremento en biomasa a través de tallos basales en un porcentaje elevado en individuos a partir de 40 cm. No obstante, el seguimiento de la altura de los cardones ha ayudado a conocer indirectamente la erosión existente. Se pudo comprobar como cardones sanos tenían menor altura con respecto a la altura medida el año anterior, debido a que las pocetas se habían rellenado con el arrastre del suelo por la acción del agua de lluvia.

Tras los resultados obtenidos, se recomienda el uso de cardones y tabaibas de más de 40 cm de altura producidos en contenedores grandes, de tal manera que puedan adaptarse a las condiciones de aridez reinantes en este tipo de ecosistema.

En el futuro convendría replantarse el marco de plantación en los cardones debido a su relativo alto porcentaje de supervivencia y a su crecimiento en forma de candelabro. Asimismo habrá que buscar soluciones para el riego y el transporte de los pesados cardones a la zona de compensación de menor accesibilidad.

**Agradecimientos.** A Rocío Rodríguez Cabrera, Carlos de Blasis, Pedro Chicharro Moreno, Javier López Figueroa, David Godoy Betancor y Cabildo de Gran Canaria por las colaboraciones prestadas.

## REFERENCIAS

[1]Declaración de Impacto Ecológico "Trazado y Adenda de Nueva Carretera GC-2. Tramo: Agaete-San Nicolás de Tolentino, Clave: 02T-GC 265". (BOC núm. 100, de 24.5.2006).

- [2] Decreto 174/2009, de 29 de diciembre, por el que se declaran Zonas Especiales de Conservación integrantes de la Red Natura 2000 en Canarias y medidas para el mantenimiento en un estado de conservación favorables de estos espacios naturales (BOC núm. 7, de 13.1.2010).
- [3] Godoy Betancor, D. (2011). Memoria Técnica Repoblación Cardonal-Tabaibal Lomo Cambado y Llano del Morrete del Cura. Ayagaures Medioambiente, S.L. Memoria no publicada.
- [4] Ley 9/1991, de 8 de mayo, de Carreteras de Canarias. (BOC núm. 63, de 15.5.1991).
- [5] Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de Tamadaba. (BOC núm. 100, de 27.5.2003 y BOC núm. 196, de 8.10.2003). Gobierno de Canarias.
- [6] Proyecto de Construcción: Carretera Agaete- La Aldea. Tramo: La Aldea – El Risco. Isla de Gran Canaria. Clave 02-GC 265. Anejo nº 18. Ordenación ecológica, estética y paisajística.
- [7] Rodríguez Cabrera, R. (2011). Informe de los trasplantes realizados en los terrenos cedidos por el Cabildo en la zona de Casas del Furel. Informe interno.
- [8] Rodríguez Cabrera, R. (2012). Informe sobre Reforestación en la zona de compensación. Asistencia técnica Control y Vigilancia "Nueva Carretera Agaete – La Aldea Tramo La Aldea – El Risco". Informe interno.
- [9] Scholz, S. (2006). Revegetación con especies de tabaibal cardonal en Fuerteventura. En Actas de las XIII Jornadas Forestales de Gran Canaria. Cabildo de Gran Canaria.

# Plan de vigilancia, control y erradicación del Picudo Rojo de Las Palmeras en las Islas Canarias (España)

Martín, R.<sup>1</sup>; Reyes, J. A.<sup>1</sup>; González, A.<sup>1</sup>; Barroso, L.<sup>2</sup>; Morales, M. <sup>2</sup>; Hernández, C. D. <sup>2</sup>; Rodríguez, X. <sup>2</sup> y Fajardo, M. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Gobierno de Canarias

<sup>2</sup> Gestión del Medio Rural de Canarias

**PALABRAS CLAVE:** *Rynchophorus ferrugineus*, Picudo rojo, Plan de vigilancia, control y erradicación, Canarias.

## RESUMEN

La palmera canaria es un especie endémica de las Islas Canarias que se encuentra de manera espontánea en valles y barrancos. Es muy importante para Canarias por formar parte de sus ecosistemas naturales, por su alto valor ornamental y por su importancia en la economía de las islas (agricultura, ganadería, artesanía y turismo). La llegada del Picudo Rojo ha supuesto una gran amenaza para la conservación de la palmera canaria y el medioambiente de las Islas. Para combatirlo, el Gobierno de Canarias, en coordinación con el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, está ejecutando un plan de control y erradicación de la plaga, estableciendo medidas legislativas para garantizar la conservación de las palmeras (especialmente para *Phoenix canariensis*), con actuaciones directas (eliminación, trampeo, tratamientos, control de movimientos de material vegetal...) e indirectas, como son la formación del personal que realiza trabajos con palmeras, así como informar y sensibilizar a toda la

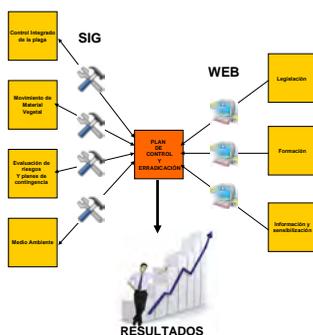
población y autoridades. Hasta el momento, el plan de control está dando resultados positivos, disminuyendo sensiblemente el número de ejemplares afectados, lo que ha posibilitado, al llevar tres años sin eliminación de palmeras y sin capturas en trampas, declarar ya dos islas libres del organismo nocivo.

## ANTECEDENTES

La palmera canaria, *Phoenix canariensis* Hort. Ex Chabaud, perteneciente a la familia Arecaceae (Palmae), es una especie endémica de las Islas Canarias, encontrándose ejemplares de forma espontánea en valles y barrancos, siendo uno de los elementos más representativos de la biodiversidad y del paisaje canario. También se encuentra como ornamental, en zonas ajardinadas públicas y privadas y en muchas vías de comunicación de las islas. Así mismo forma parte de la economía de las Islas, en el sector agrícola (viveros), en el ganadero (alimentación animal), en el de los artesanos (cesterías y utensilios), así como en el alimentario (miel de palma, guarapo).

La llegada a las Islas Canarias del Picudo Rojo, *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier, organismo nocivo originario del Sudeste Asiático, ha supuesto una gran amenaza para la conservación de la palmera canaria. El gran auge que tuvo la construcción en la década del 2000, incrementó el comercio con palmeras susceptibles de gran porte (especialmente de *Phoenix dactylifera* L.), para los ajardinamientos de todas las urbanizaciones. Con ellas, el picudo rojo ha ido colonizando nuevos territorios y afectando a distintas especies de palmeras.

En Canarias se detecta por primera vez en septiembre de 2005 en la isla de Gran Canaria y posteriormente en las islas de Fuerteventura y Tenerife. Desde el primer momento se elaboró un plan de control y erradicación con una serie de actuaciones y medidas, basado en el siguiente esquema:



## HERRAMIENTA DE TRABAJO

Para controlar y coordinar todas las actuaciones que contempla el plan de control y erradicación, se ha desarrollado un **SIG (Sistema de Información Geográfica)** que incluye:

- Una base de datos para almacenar de forma centralizada toda la información recogida durante el desarrollo de todos los trabajos relacionados con la plaga del picudo rojo, como son: localización, censado, eliminaciones de palmeras, nº de trampas, capturas, tratamientos fitosanitarios, avisos, viveros, etc...
- Una aplicación móvil para la recogida de datos en campo con PDA (personal digital assistant).
- UnvisorWeb, en el cual se representa en un plano todo tipo de datos almacenados en la base de datos y susceptibles a ser representados en el espacio.

El SIG ha sido una herramienta imprescindible para la planificación y coordinación eficiente de los trabajos realizados en el plan de control y erradicación del picudo rojo de las palmeras (inspecciones, tratamientos, colocación de trampas, eliminación de palmeras, etc.).

## LEGISLACIÓN

Desde que se detectó el Picudo Rojo en España, en 1995, hay que destacar los intentos legislativos que el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) realizó al publicar una serie de disposiciones a nivel nacional (al no estar regulado a nivel europeo) para proteger al territorio nacional de la llegada de nuevas palmeras afectadas. Intentos que resultaron poco efectivos al seguir entrando material vegetal contaminado por otros Estados europeos sin regulación para el mismo.

Fue en 2007, cuando se establecieron medidas a nivel europeo al surgir focos por toda la cuenca Mediterránea.

En Canarias, el primer foco se detectó en septiembre de 2005 y rápidamente se establecieron medidas legislativas donde se definieron las actuaciones a realizar tanto por la Administración Pública, como por las entidades privadas y se regulaba un

sector para el cual no habían establecidas ningunas medidas de control, destacando como medida importante el seguimiento y supervisión del movimiento de palmeras. Asimismo, se estableció el modo de proceder ante la aparición de palmeras afectadas, la forma de delimitar las áreas afectadas, los controles a realizar y la formación que requieren las empresas y personas que realizaran podas y trabajos con palmeras.

En la actualidad son tres las disposiciones fundamentales que establecen las medidas para luchar contra el Picudo Rojo de las palmeras en Canarias:

- Orden de 29 de octubre de 2007 por la que se declara la existencia de las plagas producidas por los agentes nocivos *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier y *Diocalandra frumenti* Fabricius y se establecen las medidas fitosanitarias para su erradicación y control. (BOC nº 222 de 06/11/2007)
- Orden APA/94/2006, de 26 de enero por la que se modifica la Orden de 12 de marzo de 1987, por la que se establecen para las Islas Canarias, las normas fitosanitarias relativas a la importación, exportación y tránsito de vegetales y productos vegetales, para prohibir la importación de palmeras. (BOE nº 24 de 28/01/2006)
- Decisión 2007/365/CE de la Comisión de 25 de mayo de 2007 y posteriores modificaciones, por la que se adoptan medidas de emergencia para evitar la introducción y propagación en la Comunidad de *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier). (DOCE L139/24 de 31/05/2007) (DOCE L266/14 de 07/10/2008) (DOCE L de 17/08/2010)

## CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS

Se diseñó una estrategia mediante técnicas de control integrado de plagas consistente en:

### A) Censado e inspección de palmeras

#### Censado

Consiste en georeferenciar todas las palmeras del género *Phoenix* (*dactylifera*, *canariensis*, *reclinata*, *roebellini*, etc.) presentes dentro del área demarcada, realizando inspecciones periódicas de todas las palmeras para la detección precoz del Picudo Rojo, siendo éste el punto básico para alcanzar los objetivos del plan de erradicación y control.

La carencia de métodos de detección precoz eficientes es un factor limitante para combatir esta plaga, tanto en campo como en el movimiento de palmeras.

### Inspección de palmeras

El sistema que utilizamos en Canarias para la inspección de las palmeras, es la observación visual continua, con personal entrenado para detectar hasta los síntomas más leves de la plaga, inspeccionándolas detenidamente, casi hoja por hoja. Una vez entrenado el personal, la operación se realiza en poco tiempo salvo en las palmeras altas a las que hay acceder a la copa mediante trepa o cestas elevadoras.

El conocimiento de los síntomas es importante para realizar una inspección visual eficiente.

Los síntomas en estadios iniciales de infestación son difíciles de observar debido a la naturaleza barrenadora de la larva y al tamaño de la planta hospedante. Existen diferencias notables en la sintomatología mostrada por *Phoenix canariensis* y *Phoenix dactylifera* debido a que la localización interna de las larvas en una y otra especie es diferente. Mientras que en la palmera canaria la zona principalmente afectada es el palmito (yema terminal), en la palmera datilera la zona normalmente afectada es la base del tronco, en concreto la zona de los hijuelos, afectando principalmente a palmeras datileras jóvenes, aunque también podemos encontrar ejemplares con similar sintomatología al descrito para la palmera canaria.

#### *Phoenix canariensis*

Un primer síntoma que nos podría dar indicios del ataque del insecto en palmera canaria es la marchitez de las hojas del centro de la corona. Estas hojas con el tiempo se secan y se entrecruzan con las hojas más basales. Las galerías realizadas por la larva al alimentarse provocan el debilitamiento de la corona lo que hace que la yema apical tienda a inclinarse hacia el lado donde se concentra el mayor número de larvas y, por tanto, el mayor daño producido.

En fases más avanzadas se puede observar que la palmera va perdiendo la simetría inicial, haciéndose más patente en un lado. Las hojas van cediendo por la acción barrenadora de las larvas sobre su base, pierden el punto de sujeción que las unen al tronco y van apoyándose con las hojas más basales.

Esto provoca una zona clara donde la acumulación de hojas deja a la vista galerías, serrín y en ocasiones capullos, que en esta fase de infestación suelen estar ya vacíos. Algunas veces estas hojas se desprenden del tronco (siempre caen verdes). Es aquí donde se pueden observar las galerías provocadas por la larva, capullos adosados al raquis e incluso encontrar larvas en estadios finales.

También es frecuente observar en las palmas otros síntomas menos concluyentes, como son lesiones en forma de punta de flecha en su extremo o aserradas, hojas partidas, comidas en el raquis, serrín entre las tábalas, orificio de salida y pupas en la base de las hojas, daños que son ocasionados por las larvas al alimentarse de la yema terminal.

### *Phoenix dactylifera*

Los síntomas observados en palmera datilera difieren considerablemente de los observados en palmera canaria. En plantaciones jóvenes de palmeras datileras, los hijuelos ejercen una gran atracción sobre los adultos de Picudo rojo. El síntoma más habitual es la presencia de serrín en los hijuelos o en las heridas producidas en los trabajos de deshijado. En ejemplares adultos afectados podemos observar una exudación de color rojizo o negro y restos de fibra a lo largo del tronco, así como capullos y orificios al levantar algunas de las axilas de las hojas que quedan pegadas al mismo, y que corresponden a las podas realizadas años atrás.

La inspección se complementa con un reconocimiento mecánico, tirando tanto de los palmitos de las palmeras así como de aquellas hojas que estén tronchadas, ya que se desprenden con facilidad en las palmeras afectadas.

La audio detección fue otro método que se utilizó inicialmente para la detección precoz pero debido a que requería una alta especialización de los operarios fue desechado. Si bien en la actualidad se está desarrollando un dispositivo de audiodetección computerizado, estimamos que debido al tiempo y especialización que requiere lo hace ser un método de detección poco eficiente y engorroso en campo.

## **B) Eliminación de las palmeras**

Una vez localizada una palmera afectada por Picudo Rojo, se procede de forma inmediata a su eliminación (en menos de 24 horas), como origen del foco de infestación y ante la imposibilidad de recuperación de la misma. En los casos en los

que se observe un ataque leve se puede recurrir al saneamiento de las palmeras, unido a un aumento de la frecuencia de tratamientos fitosanitarios en las mismas.

Hay que establecer un riguroso protocolo de eliminación para que tanto el proceso de eliminación, como de destrucción de los restos, no se conviertan en una forma de dispersión de la plaga a zonas no afectadas.

### C) Tratamientos fitosanitarios

En las áreas demarcadas se realizan tratamientos fitosanitarios con la finalidad de disminuir la presión de la plaga en el foco, eliminando aquellos estadios que pudieran estar afectando a las palmeras y que no han sido detectados, y así reducir la posibilidad de que las palmeras sanas se vean afectadas.

### D) Instalación de redes de trampas y su seguimiento

Con ellas se pretende atraer a los adultos de Picudo Rojo hacia lugares concretos de los focos para evitar su dispersión, creando zonas muy atractivas para el insecto. Esto permite además, realizar capturas de los mismos como medida de control de la plaga, y monitorear las poblaciones, para así determinar el mejor momento para la aplicación de productos fitosanitarios. Por otro lado, nos dan información sobre la presencia/ausencia del Picudo en zonas críticas donde no ha sido detectado.

Una vez establecida la zona de trampeo, nos permitirá obtener información de la actividad de la plaga. Así, una trampa con capturas indica la presencia de una o varias palmeras afectadas, que deben ser localizadas inmediatamente para proceder a un tratamiento específico (eliminación o saneamiento), y posterior aplicación de productos fitosanitarios.

Si en una zona del área establecida observamos que existen trampas en las que no tenemos capturas (mas o menos un año), deben ser eliminadas y proceder a redefinir las zonas de trampeo, pero sin dejar de realizar inspecciones visuales periódicas.

A la hora de realizar los tratamientos fitosanitarios y la colocación de las trampas se debe seguir un criterio (hacia dentro o hacia fuera), teniendo en cuenta la distribución de las palmeras eliminadas/saneadas hasta ese momento. Una vez colocadas las trampas establecemos el orden de las zonas a tratar, dependiendo hacia donde queremos dirigir la plaga.

A esta forma de actuar nosotros la hemos denominado de micro-redes de trampeo dinámico.

## FORMACIÓN

Otro de los aspectos en los que se ha basado el plan de control y erradicación es la formación de las personas y empresas que realicen podas y otras prácticas culturales en las palmeras.

La Orden de 29 de octubre de 2007, establece que deberán estar acreditados y tendrán que obtener un carné que los habilite para realizar dichos trabajos. Para obtenerlo, deberán realizar unos cursos de especialización en trabajos con palmeras y las empresas deberán aportar una documentación que incluya la formación del personal que va a realizar los trabajos.

Esta acreditación tiene como objetivo garantizar que las personas y empresas que realizan podas y trabajos con palmeras tengan la formación necesaria para poder realizar un correcto manejo de las mismas, conociendo todas aquellas medidas y protocolos necesarios, contemplados en la legislación vigente.

## MOVIMIENTO DEL MATERIAL VEGETAL

Es bien sabido que la principal vía de dispersión de la plaga a larga distancia es mediante el material vegetal contaminado, por lo que se consideró establecer limitaciones y controles al movimiento de material vegetal de palmáceas. Para ello se establecieron diversas actuaciones en este sentido:

1. Con la Orden APA/94/2006, se regulan las importaciones de palmáceas a las islas, quedando prohibidas para ejemplares de más de 5 cm. de diámetro.
2. La Decisión Comunitaria 2007/365/CE establece el control en vivero de las palmáceas susceptibles a *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier, cuando van destinadas a la exportación.
3. La Orden de 29 de octubre de 2007, establece los controles para evitar la dispersión del Picudo en el interior de las islas afectadas, así como para proteger

a las islas no afectadas y a las zonas de palmerales naturales en las islas afectadas. Asimismo regula la tramitación de la acreditación de empresas de jardinería para que los trasplantes, movimientos y nuevas plantaciones de palmeras se lleven a cabo únicamente por las mismas, con el adecuado equipamiento y formación y de acuerdo con la legislación vigente.

## EVALUACIÓN DE RIESGOS Y PLANES DE CONTINGENCIA

### A) Evaluación de riesgo

Se han realizado evaluaciones de riesgos en todas las islas del archipiélago canario tomando datos de los palmerales naturales y de las zonas de riesgo, y más concretamente información de aquellos lugares donde se han introducido palmeras datileras en los últimos años: campos de golf, hoteles de reciente construcción, urbanizaciones, viveros, etc., así como en los vertederos. Durante el desarrollo de las mismas, se tomaron también notas sobre el estado fitosanitario de las palmeras presentes.

La prospección ha sido dirigida principalmente sobre palmeras canarias; sin dejar de hacer hincapié en otras especies susceptibles, particularmente las palmeras datileras, tratando de detectar síntomas sospechosos, tales como exudaciones gomosas en el tronco, decaimiento de las coronas, etc.

### B) Plan de contingencia

Se ha elaborado un plan de contingencia, que se pone en marcha cada vez que se detecta una nueva zona afectada, el cual define las actuaciones a realizar por las distintas Administraciones Públicas y propietarios privados de palmeras. Básicamente indica como se delimita la zona demarcada (censado e inspección) y el manejo de las palmeras afectadas (eliminación o saneado de palmeras, trampeo y calendario de tratamientos), además se intenta buscar el origen del foco (nuevas plantaciones de palmeras, trasplantes, viveros, vertederos...) y se realiza "in situ", una campaña de información y sensibilización específica a los agentes implicados de la zona.

## INFORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN

Se han realizado diversas campañas de información y sensibilización con el objetivo de formar e informar a todos los agentes implicados, intentando que el mayor número de personas estén involucradas en el plan de erradicación.

Estos agentes son técnicos y operarios de las diferentes Administraciones Públicas, jardineros de complejos turísticos, empresas de jardinería, viveristas, etc., así como la población en general, de tal manera que ante la presencia de una palmera con síntomas sospechosos, puedan alertar a los responsables y así poder actuar mediante una respuesta inmediata.

Los medios utilizados para esta actuación se han concretado en: creación de una página Web ([www.picudorojocanarias.es](http://www.picudorojocanarias.es)), trípticos divulgativos y DVD informativo, campaña publicitaria por TV, charlas y jornadas específicas en todas las islas, edición de un dossier informativo, hojas divulgadoras, así como en un "Manual de Buenas Prácticas con Palmeras".

## MEDIO AMBIENTE

La protección de los espacios naturales ha sido una prioridad desde que se detectó la plaga en las islas. Por ello se desarrollaron acciones de seguimiento y muestreo en palmerales naturales y en áreas susceptibles de albergar la plaga mediante actuaciones de localización, identificación y diagnóstico de los posibles núcleos afectados en todas las islas del archipiélago.

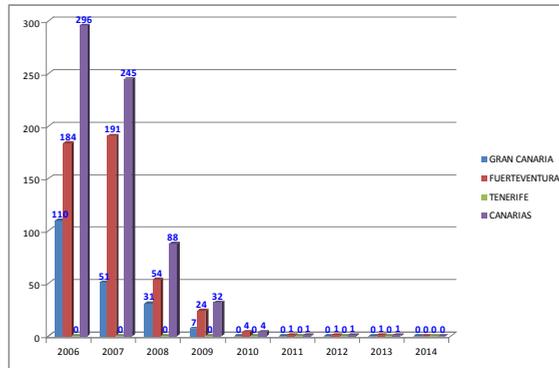
Mediante cartografía digital se evaluaron las posibles vías de entrada de la plaga a los palmerales naturales y se establecieron perímetros de seguridad alrededor de éstos en un radio de 2 Km., caracterizando los palmerales de las especies *Phoenix canariensis* Hort. Ex Chabaud, *Phoenix datylifera* L., *Washingtonia filifera* (Lindl.) Wendl., *Washingtonia robusta* Wendl. y *Cocus nuccifera* L. que se encuentran en el interior de este perímetro de seguridad.

Por otro lado, para garantizar posibles acciones de regeneración de los palmerales se procedió a la recolección de semillas en todas las poblaciones silvestres de Canarias y posterior envío al Jardín de Aclimatación de La Orotava para su conservación, de manera que se garantice la preservación de la diversidad genética del taxón *Phoenix canariensis* Hort. Ex. Chabaud existente. Junto con esto, se ha llevado a cabo una

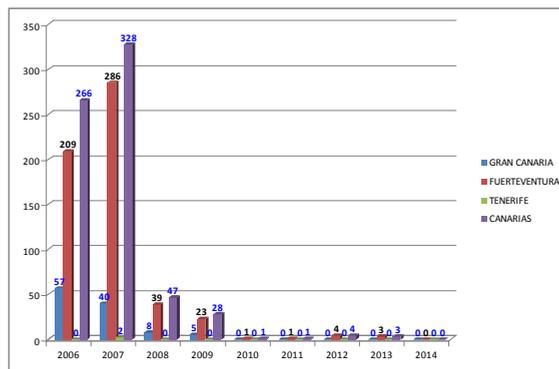
caracterización y clasificación de los palmerales silvestres, en la que se describen los diferentes tipos de palmerales y se han establecido criterios de agrupación, niveles de sensibilidad y estrategias de intervención. Esta clasificación ha perseguido un mayor conocimiento de la riqueza y valores naturales existentes en los palmerales silvestres, permitiendo establecer estrategias y criterios de protección diferenciada, además de optimizar el uso de los recursos disponibles en la protección de éstos.

## SITUACIÓN ACTUAL EN CANARIAS

La evolución de la plaga se muestra en las siguientes tablas, donde se resumen las palmeras eliminadas y las capturas en las distintas islas, desde el inicio de la actuación.



Gráfica 1. Resumen palmeras eliminadas en Canarias



Gráfica 2. Resumen de capturas en Canarias

## CONCLUSIONES

- Para una lucha eficaz contra el Picudo Rojo, es imprescindible la colaboración y coordinación entre las distintas administraciones públicas y entidades privadas.
- El SIG y visor Web son una herramienta muy potente para la toma de decisiones dentro del plan de erradicación de plaga. En la isla de Fuerteventura queda un solo foco, en el que no se ha eliminado palmera ni ha habido capturas en el último año.
- Lo más representativo de la situación del control de la plaga en Canarias es el continuo descenso del número de individuos de Picudo Rojo capturados y de palmeras eliminadas. Esto ha permitido declarar a las islas de Tenerife y Gran Canaria libres del organismo nocivo.
- Las últimas palmeras eliminadas han ido presentando síntomas cada vez más leves. Los más frecuentes son: el orificio de salida y pupas en la base de las hojas. La inspección visual para la detección precoz sigue siendo fundamental para el control del Picudo Rojo.
- El sistema de micro-redes de trapeo dinámico en los focos ha permitido establecer zonas que facilitan tanto la localización de palmeras afectadas, como de zonas libres de Picudo Rojo dentro de los focos.
- La eficacia de la estrategia de los tratamientos fitosanitarios puede verse afectada por el reducido número de productos autorizados.
- La crisis económica ha determinado una disminución del número de trasplantes y movimientos desde viveros de palmeras. Este hecho ha disminuido el riesgo de dispersión de la plaga.
- Hasta el momento no se han encontrado palmeras afectadas de Picudo Rojo en el interior de palmerales naturales.
- Estas buenas perspectivas de futuro no deben condicionar ni permitir que nos relajemos en las actuaciones que debemos seguir llevando a cabo.

La ejecución de dichos trabajos ha sido encomendada a las empresas públicas GMR y GESPLAN; queriendo insistir en la importancia de la colaboración, coordinación y recursos aportados por el MAGRAMA, el Gobierno de Canarias, los Cabildos Insulares, Ayuntamientos, las entidades privadas y la ciudadanía en general.

Bloque temático III

# Uso social del bosque





# Regulación de las actividades deportivas sin motor en los espacios naturales protegidos de Canarias

Adasa M<sup>a</sup> Rodríguez<sup>a\*</sup>, Inocente Pablo Carralero<sup>b</sup> y Jorge Naranjo<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Jefa del Servicio Jurídico de Ordenación del Suelo Rústico y Espacios Naturales Protegidos.

<sup>b</sup>Técnicos del Servicio Técnico de Ordenación del Suelo Rústico y Espacios Naturales Protegidos.

**PALABRAS CLAVE:** Actividades deportivas, Espacios Naturales Protegidos, Regulación, Carrera por montaña, Parque Natural de Pilancones

## RESUMEN:

Cada vez es más frecuente la realización de determinadas actividades deportivas dentro de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias que dificultan su regulación al no haberse previsto las mismas en el momento de aprobación de los distintos Planes y Normas de los Espacios Naturales Protegidos, o bien por haber diferentes regulaciones para las mismas en espacios naturales de categoría y características similares. Es por esto que resulta necesario establecer unos criterios generales para el tratamiento de este tipo de solicitudes hasta tanto se vayan modificando los distintos Planes y Normas de los espacios.

La finalidad de una necesaria regulación consistiría en la adopción de medidas encaminadas a la protección de los recursos naturales objeto de protección, sin perjuicio de que en su caso se pueda determinar la compatibilidad de las mismas con las actividades deportivas sin motor que se pretendan realizar.

---

\* Contacto: [arodperm@gobiernodecanarias.org](mailto:arodperm@gobiernodecanarias.org);

Se persigue en definitiva la elaboración de unas instrucciones que serían de común aplicación para todas los Planes y Normas de Espacios Naturales Protegidos de Canarias, excepto para los Parques Nacionales que es de competencia estatal, a los efectos de que la regulación de este tipo de actividades sea única y coordinada entre las distintas administraciones competentes.

Así, se entiende por actividades recreativas el desarrollo de una acción o conjunto de acciones con finalidad de ocio y esparcimiento y que incluye por tanto las actividades deportivas. En este contexto, también es necesario diferenciar las pruebas deportivas de competición de las meramente recreativas - deportivas.

De entre las competiciones deportivas de deportes de contacto con la naturaleza destacan las carreras por montaña. En los últimos años su auge ha sido espectacular. Como ejemplo se presenta una propuesta de regulación de esta actividad deportiva en el Parque Natural de Pílancones en Gran Canaria.

## **INSTRUCCIONES PARA LA AUTORIZACIÓN DE ACTIVIDADES DEPORTIVAS SIN MOTOR EN LOS ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS**

Se presentan unas instrucciones, que a modo de ejemplo, serían de aplicación inmediata en aquellos Espacios Naturales Protegidos en los que no se regula la actividad deportiva a realizar. Se consideran actividades deportivas organizadas a aquellas promovidas por entidad pública o privada con o sin ánimo de lucro o, por persona física con ánimo de lucro. En el caso de tratarse de actividades ya autorizables por la normativa reguladora del espacio, las Instrucciones no les serían de aplicación.

Quedarían fuera de esta propuesta de regulación, por lo tanto, aquellas actividades deportivas realizadas a título personal como disfrute público.

### **A) Instrucciones generales de las actividades deportivas objeto de la Instrucción.**

Las Instrucciones serían de aplicación a una serie actividades deportivas como las siguientes:

- Tránsito Campo a Través: Consistente principalmente en caminar campo a través, es decir, abandonando caminos, pistas o vías existentes. La orientación o marchas de orientación es una actividad campo a través.
- Senderismo: Consistente en recorrer a pie por pista, camino o vereda, por motivos de ocio o deportivos.
- Carrera por Montaña: Es una modalidad deportiva que puede desarrollarse en alta, media o baja montaña. La distancia mínima del circuito será de 21 kilómetros y un desnivel mínimo acumulado en subida de 1000 metros. Si la distancia fuera inferior se denominaría Carrera de Montaña.
- Escalada, Rappel: Se define como recorrido sobre el terreno, ya sea ascendente o descendente, en el que deban emplearse con regularidad las manos para progresar, o sea necesario el empleo de medios de progresión o aseguramiento artificiales o recuperables. Existe una modalidad denominada vía ferrata que permite llegar con seguridad a zonas de difícil acceso para senderistas o no habituados a la escalada, y consistente en la incorporación al terreno de elementos de progresión artificiales, tales como escaleras, cables, cadenas u otros medios fijos.
- Barranquismo: Es un deporte de aventura que se practica en cañones o barrancos con un recorrido muy variado. El barranquismo consiste en ir superando estos cambios de recorrido, caminando, nadando, destrepando o rapelando, si es necesario. Se considera que para que un descenso sea valorado como apto para el barranquismo debe combinar al menos dos de estas tres características: caudal, verticalidad y carácter encajado.
- Esquí de travesía, Snowboard: Utilización de esquís o tablas de montaña fuera de pistas y utilizando técnicas tanto de montañismo como de esquí.
- Tránsito de Animales de montura: Consiste en recorrer a lomos de algún animal el territorio, por motivos de ocio o deportivos.
- Tránsito de Bicicletas / Ciclismo de montaña: Recorrer el territorio en un vehículo de dos ruedas como mínimo, accionado por el esfuerzo muscular de las personas que lo ocupan, transmitido mediante pedales o manivelas. Este esfuerzo podrá estar asistido por un motor eléctrico de 250 watt nominales de potencia máxima, con asistencia hasta 25 Km/h, y que sólo se activará mientras se pedalea.

- Deportes Aéreos en Vuelo Libre: El vuelo libre es el realizado mediante el uso de un planeador que debe ser transportado, despegado y aterrizado a pie, utilizando solamente la energía y las fuerzas del piloto.
- Deportes y actividades marítimas: Son aquellas actividades recreativas que tienen por escenario el mar, ya sea en superficie o bajo ella, sin requerir la utilización de vehículos de motor. Se trata de navegación a vela, distintas modalidades de surf, canoa, remo, kayak, buceo y natación.

### **B) Instrucciones generales para la autorización de actividades deportivas como prueba de competición.**

- En el caso de que los eventos impliquen la puesta de señalizaciones, deberá realizarse de 3 a 5 días antes de la celebración (dependiendo de la dificultad y distancia del recorrido), quedando totalmente prohibidas las señalizaciones que se practiquen con anterioridad al plazo fijado y que dará lugar a la suspensión inmediata del evento.
- Deberá garantizarse la retirada de las señalizaciones una vez finalizada el evento, en un plazo de 2 a 3 días (dependiendo de la dificultad y distancia del recorrido). Queda totalmente prohibido el uso de bridas dentro de los espacios naturales protegidos.
- En ningún caso podrán afectar a especies vegetales y animales catalogados en los diferentes listados de protección.
- No podrán afectar específicamente a la nidificación de especies catalogadas de aves, para lo cual se atenderá especialmente a las épocas de cría.
- Queda totalmente prohibido introducir cualquier tipo de instrumentos o luces que perturben la tranquilidad de la fauna.
- Queda totalmente prohibido alterar o retirar las señalizaciones propias del Espacio Natural Protegido, en caso de que las mismas sufran alguna modificación correrán a cargo de la entidad o persona organizadora del evento.
- La autorización de este tipo de actividades estará siempre supeditada a no sobrepasar la capacidad de carga de la zona en la que se desarrolle. En el caso de que el Plan o las Normas no contemplen la capacidad de carga serán los

técnicos competentes tanto de los Cabildos Insulares como de la Consejería competente en Espacios Naturales de Canarias los que, previa visita a la zona objeto de tránsito, informen sobre la necesidad o no de establecerla. Dicha capacidad de carga atenderá a criterios de sostenibilidad, basados en los efectos sobre el suelo, agua, vegetación, fauna, paisaje, etc.

- Las autorizaciones se otorgarán fijando expresamente el número de participantes del evento, sin que en ningún caso se puedan sobrepasar los mismos.
- Finalizado el evento, se deberá realizar una medida compensatoria tal como huella ecológica o cualquier otra medida que se considere oportuna para garantizar la recuperación y reparación del medio ambiente que se haya visto mermado por la actividad.
- Se deberá aportar por los organizadores del evento deportivo, con carácter previo a la autorización, una Póliza de seguros que cubra los daños a las personas y las cosas.
- Las carreras deportivas que cuenten con la homologación otorgada por la federación competente, contarán con un árbitro ecológico que tras la finalización de las mismas, en un periodo no superior de 2-4 días dependiendo de la complejidad del recorrido, comprobará el estado en el que se han quedado los tramos incluidos dentro del Espacio Natural. El cual emitirá un informe o acta en el que se haga constar si se han respetado las medidas de protección y conservación del medio, así como de cualquier otra infracción que se haya podido cometer. De dicha acta se deberá dar traslado a la Administración competente en materia de Medio Ambiente.
- Prohibir los entrenamientos colectivos guiados previos, salvo una o dos semanas antes del evento en caso de campo a través, senderismo, carrera por y de montaña y ciclismo de montaña.

### **C) Instrucciones específicas para la autorización de las actividades deportivas atendiendo a la Zonificación del Espacio.**

A modo orientativo se presenta una tabla con la compatibilidad entre las actividades deportivas y las diferentes zonas de los espacios naturales protegidos. Aún siendo autorizable en distintas zonas una actividad deportiva concreta, puede que por

categoría de espacio natural protegido o a través de la figura de planeamiento se prohíba su uso. Así por ejemplo, el barranquismo podría ser una actividad autorizable en zona de uso restringido, sin embargo el plan del espacio protegido puede considerar expresamente prohibida la actividad por presencia de endemismos vegetales.

**Tabla 1.** Compatibilidad de la actividad deportiva según la zonificación

Actividad	Zonificación					
	ZE	ZUR	ZUM	ZUT	ZUG	ZUE
Campo a través/Orientación	NO	NO	P	P	P	P
Senderismo	NO	P	P	P	P	P
Carrera de / por Montaña	NO	A	A	A	A	A
Escalada / Rappel	NO	NO	A	A	A	--
Barranquismo	NO	NO	A	A	--	--
Esquí / Snowboard	NO	NO	A	A	A	--
Tránsito animales montura	NO	A	P	P	P	P
Tránsito de Bicicletas	NO	A	P	P	P	P
Carrera ciclista	NO	A	A	A	A	A
Vuelo Libre	NO	NO	A	A	P	P

ZE: Zona de exclusión; ZUR: Zona de uso restringido; ZUM: Zona de uso moderado

ZUT: Zona de uso tradicional; ZUG: Zona de uso general; ZUE: Zona de uso especial

NO: Prohibido; A: Autorizable; P: Permitido

Con respecto al tránsito de animales de montura, bicicletas y carreras ciclistas, la actividad podrá ser autorizable en zona de uso restringido por las vías ya existentes. En el caso de las bicicletas, por aquellas vías preparadas para el tránsito rodado, donde no se generen problemas específicos de erosión.

Los deportes marítimos no se presentan en la tabla, puesto que la actividad se desarrolla en el mar fuera del ámbito terrestre de los espacios naturales protegidos y, por tanto, salvo en el Parque Natural del Archipiélago Chinijo, en áreas carentes de zonificación. En el ámbito costero de los espacios naturales protegidos es donde sí se han de regular las instalaciones e infraestructuras que acompañen a las actividades marítimas.

#### **D) Documentación necesaria a aportar con la solicitud de realización de actividades deportivas en Espacios Naturales Protegidos.**

La solicitud debe ir acompañada por un documento técnico suficientemente descriptivo del objeto, naturaleza y características de la actividad a realizar, debiendo tener, al menos, el siguiente contenido:

- Memoria descriptiva sobre el objeto, intensidad y características de la actividad a realizar, así como del itinerario a seguir, las fechas de las mismas, su horario y duración aproximada y número de participantes. Se identificará a la persona o personas responsables, y deberá acreditarse el oportuno seguro de responsabilidad civil. A estas personas responsables se les podrá exigir el cumplimiento de ciertos requisitos de edad y capacitación para ejercer tal responsabilidad.
- Identificación y descripción detallada en plano de la zona o recorrido del evento que discurrirá dentro del Espacio Natural, así como la denominación del Plan o Norma del Espacio al que afecte.
- Especificaciones técnicas suficientes sobre todas las operaciones y actuaciones previas y posteriores a la realización de las actividades que se solicitan.
- Plan de seguridad que exponga las medidas y medios a desplegar en el desarrollo del evento o actuación, que identifique las actuaciones contundentes a dar una cobertura total en caso de accidente.
- Plan de vigilancia y de información, especificando medios humanos y materiales, que deberá implementar la organización del evento para un adecuado desarrollo del mismo, sin perjuicio de la supervisión de los técnicos del Cabildo o Gobierno de Canarias.

- Identificación y descripción suficientes de las afecciones que son previsibles sobre los valores naturales de los espacios por los trabajos previos, por la realización en sí de las actividades solicitadas y la retirada de medios auxiliares empleados, así como de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias, que pretendan adoptarse para evitar, aminorar o restaurar los daños que pudieran producirse, en su caso.

## CARRERAS POR MONTAÑA EN EL PARQUE NATURAL DE PILANCONES

### A) Introducción

En la última década ha surgido un auge en las actividades relacionadas con deportes de contacto con la naturaleza. Si la actividad deportiva se desenvuelve de manera particular u organizada en el marco del ocio se considerará una actividad recreativa, si por el contrario estas actividades deportivas se transforman en un evento competitivo pasan a ser consideradas como pruebas deportivas de competición. Así, las competiciones deportivas pueden definirse como aquel evento organizado por empresas, federaciones o instituciones públicas en donde los participantes que llegan a la meta forman parte de una clasificación final con un registro de marca propio.

Existen deportes de montaña que, tal como su nombre indica, se han de llevar a cabo inevitablemente en el entorno de la montaña. También en las montañas, donde las condiciones orográficas y climatológicas han sido más adversas para la actividad humana, se han conservado nuestros mejores montes que a la postre han pasado a formar parte de los espacios naturales protegidos de Canarias. Esta relación tan estrecha entre ambas realidades debe llevar aparejada la necesaria convivencia entre el deporte de montaña y el respeto y conservación de la naturaleza.

Entre las actividades deportivas de montaña destaca la carrera por montaña, debido al auge que ha experimentado durante los últimos años. La carrera por montaña es una actividad deportiva que puede desarrollarse en alta, media o baja montaña, donde el corredor deberá superar una distancia mínima de 21 kilómetros y un desnivel mínimo acumulado en subida de 1000 metros. Al igual que en otras actividades de competición, en la carrera por montaña se distinguen distintas modalidades, que en este caso varían según la distancia recorrida, llegando hasta el ultramaratón de más de 100 km.

## B) Análisis y diagnóstico ambiental

Es a principios de este siglo XXI cuando los deportes de montaña pasan poco a poco de actividad recreativa o deporte de contacto con la naturaleza a pruebas deportivas de competición. En las primeras competiciones deportivas tomaban parte grupos relativamente reducidos de participantes que pasaban casi desapercibidos, aunque en el transcurso de una década el número se ha elevado a cientos, e incluso a miles en algunas pruebas de carreras por montaña. Mientras surgía el auge en las competiciones deportivas, se cerraba la etapa de redacción de numerosos planes y normas de conservación de espacios naturales protegidos.

En algunos casos la normativa de planes y normas no contempla la regulación de pruebas deportivas de competición que pueden ser compatibles con el medio natural. Este hecho genera lagunas normativas que dificulta al órgano gestor la tarea de otorgar autorizaciones. En este contexto conviene actualizar aquellos planes y normas en donde las actividades deportivas pueden ser compatibles con el espacio natural protegido a través de la adecuada regulación de usos.

Las actividades de uso público, ya sean recreativas o deportivas, por desarrollarse en lugares conservados y frágiles frente a las actividades humanas, pueden provocar daños o impactos ambientales sobre el medio si no existe una adecuada regulación. La magnitud de los impactos dependerá del tipo de gestión del espacio, de la compatibilidad de las actividades recreativas y deportivas con el medio y de cómo las desarrollan los usuarios y empresas organizadoras (De Andrés y Blanco, 2006).

Se expone de manera sucinta la afección al espacio natural protegido que puede ocurrir por diferentes razones:

- **Inadecuada ubicación de la actividad.** Existen actividades más propias de áreas periurbanas que de espacios naturales, donde es prioritario conservar las condiciones naturales. Las características del espacio, dependiendo de la orografía, fragilidad del hábitat, existencia de endemismos o lugares de nidificación influyen notablemente sobre la magnitud del impacto. Los impactos también dependen de su reversibilidad, es decir, de la capacidad del medio de amortiguar los efectos negativos. Las empresas e instituciones organizadoras de eventos siempre podrán diseñar su oferta de actividades seleccionando aquellos lugares más adecuados, por ser menos frágiles y más accesibles.

- **Inadecuada carga de la actividad.** Los impactos de una misma actividad pueden variar dependiendo del número de usuarios y su comportamiento. El órgano gestor del espacio natural protegido deberá realizar los oportunos seguimientos, con el fin de adecuar la capacidad de carga al territorio.
- **Inadecuado uso de la actividad.** Hay usuarios que no son conscientes de los daños y molestias que pueden causar determinadas conductas. Es necesaria la educación ambiental como herramienta que permita adecuar conductas impropias en el entorno de la naturaleza. En el caso de empresas organizadoras, éstas deben de contar con monitores formados que introduzcan los usuarios al medio.

### Efectos negativos

Los impactos más importantes que pueden generar las actividades recreativas y deportivas son principalmente sobre los elementos suelo, agua, vegetación, fauna y paisaje.

Los impactos sobre el suelo se relacionan con la compactación del mismo. Se destruye el horizonte edáfico superficial de materia orgánica y se alteran características básicas del suelo como aireación, fauna edáfica o textura. La compactación reduce la capacidad de infiltración provocando, por tanto, aumento de escorrentías y erosión.

Los impactos sobre el agua hacen referencia a su pérdida de calidad por aporte de microorganismos patógenos, sedimentos o contaminantes que pueden llegar a alterar las comunidades acuáticas.

Los impactos sobre la vegetación se relacionan con el levantamiento de polvo al paso de los usuarios, destrucción directa por aplastamiento, cambios en la composición florística y pérdida de la cubierta vegetal por la alteración del suelo.

Los impactos sobre la fauna derivan de la alteración directa del hábitat (fauna edáfica invertebrada) y de las molestias producidas durante la fase de alimentación y reproducción que pueden ocasionar cambios en la estructura de la población, es decir, en la distribución espacial y en la abundancia.

Los impactos sobre el paisaje pueden ser derivados de los impactos producidos sobre el suelo y la vegetación, pero también por acumulación de visitantes en lugares llamativos.

## Efectos positivos

Si bien las actividades recreativas y deportivas pueden tener efectos negativos sobre el medio ambiente, en un estudio comparativo han de tratarse asimismo los efectos positivos que puede conllevar la regulación de estas actividades deportivas. Los efectos positivos pueden ser de índole ambiental, cultural, socioeconómico e incluso de salud pública.

Los efectos positivos sobre el medio ambiente derivan de la mejora de la accesibilidad al espacio que beneficia la gestión ambiental en general, y la forestal en particular en caso de incendios. El uso público además ayuda al mantenimiento y conocimiento del espacio y, por ende, a la conservación de la naturaleza bajo el lema de “conocer para conservar”.

El beneficio cultural e histórico se relaciona con el rescate y puesta en uso del patrimonio etnográfico. La red de caminos que sirve de conexión entre localidades y diferentes puntos de interés en entornos rurales y naturales es tan vieja como la existencia humana en las islas. Antaño el uso de caminos se relacionaba con actividades humanas de subsistencia y hoy en día se relaciona con el ocio. Ha habido, por tanto, un cambio de uso sobre el mismo espacio que permite salvaguardar un legado histórico de diseños de comunicación en el territorio.

El beneficio socioeconómico de los eventos deportivos ayuda a frenar el despoblamiento rural de montaña. Las competiciones deportivas con afluencia de visitantes de muy diversos lugares contribuyen a revitalizar las zonas rurales.

El beneficio para la salud deriva de la actividad física. Las actividades deportivas de contacto con la naturaleza seguidas de un adecuado asesoramiento y entrenamiento contribuyen a mejorar la calidad de vida. El fomento del deporte por parte de las instituciones debe llevar aparejado los lugares donde puedan llevarse a cabo de manera sostenible.

## Conclusiones

Los impactos producidos por las carreras por montaña son similares a los producidos por el senderismo. Si bien hay que tener en cuenta que el grado de compactación del suelo dependerá del número de carreras y de corredores. El efecto sobre el suelo y la vegetación será más pronunciado cuanto mayor sea el número de carreras y de corredores por el mismo recorrido.

La legislación nacional y autonómica establece como objetivo en los parques naturales la limitación de los aprovechamientos de los recursos naturales con el fin de la preservación de los mismos. Si bien a la vez se permite el disfrute público y facilitar la entrada de visitantes de forma compatible con su conservación.

El Parque Natural de Pílancones no es una excepción y tampoco es ajeno a la creciente demanda de uso público. Su privilegiada localización geográfica en el centro sur de Gran Canaria le confiere además una importancia añadida como eje norte-sur y eje este-oeste insular.

### C) Propuesta de ordenación en Pílancones

Las actividades deportivas llevadas a cabo como actividades recreativas o como pruebas deportivas de competición se propone que tengan lugar en senderos, caminos o pistas ya existentes en el parque natural, en ningún caso campo a través. El impacto podrá ser compatible con la conservación del espacio siempre y cuando se regulen las actividades de la manera adecuada y se tomen las medidas correctoras o compensatorias oportunas. Tanto la normativa como la zonificación del Plan Rector de Uso y Gestión pasan por ser revisadas para regular este nuevo uso. La capacidad de carga podrá variar dependiendo de la zonificación, la fragilidad del entorno, del número de caminos puestos a disposición e incluso de la seguridad del usuario.

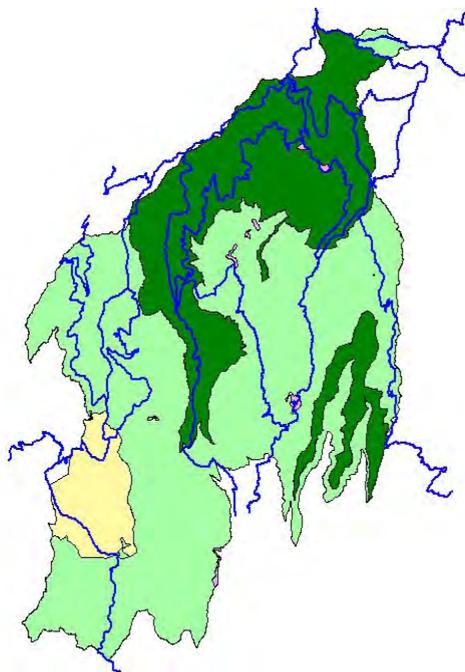
Las tres pistas forestales presentes en la cabecera de la cuenca del Parque Natural de Pílancones se encuentran en el Plan Rector vigente dentro de una amplia zona de uso restringido, pues discurren por pinar natural. La justificación de dicha delimitación radica en la homogenización del entorno del pinar, lo que conlleva por definición de uso restringido la admisión de un reducido uso público. El uso limitado a vehículos de gestión que poseen estas pistas de titularidad pública y la inexistencia de instalaciones públicas desaconsejan su reconocimiento como zona de uso general. Se propone entonces el cambio de las pistas forestales a zona de uso moderado dada su menor calidad biológica y su compatibilidad con actividades recreativas. Las tres pistas forestales que discurren por el pinar natural en la cabecera de la cuenca en zona de uso restringido son la de Cruz Grande – Las Mesas – Las Mesitas (6,1 km), Cruz Grande – Montaña La Negra (6,3 km) y la de Bailaderos – Montaña del Rey (11,8 km). La suma de las tres pistas alcanza los 24 kilómetros y ocupa menos del 0,2% del espacio natural protegido.

Los senderos y caminos de largo recorrido que parten de las pistas forestales discurren en su mayoría por zona de uso moderado, se integran en el pinar, se adaptan a la orografía y pasan desapercibidos, aún si cabe más que las pistas, por su pequeña anchura. Los tramos de senderos y caminos localizados en zona de uso restringido podrán seguir permaneciendo en esta zona, ya que las características de su plataforma limitan de por sí la afluencia de visitantes. El hecho de separar caminos, por un lado, y pistas, por otro, y regular su uso en zonas diferenciadas posibilita discriminar intensidades de uso. La rehabilitación y recogida de nuevos caminos en la red de caminos del Plan Rector añade nuevas rutas y permite aumentar la capacidad de carga del parque natural.

Con la ayuda del personal del Cabildo de Gran Canaria y el reconocimiento del terreno se ha podido llegar a proponer una serie de rutas (Figura 1) para el discurrir de carreras por montaña. Éstas recorren a veces senderos o caminos, a veces pistas forestales. También será posible elegir una ruta que combine caminos con pistas. En cualquier caso, existirá la posibilidad de cruzar el parque natural de norte a sur y de este a oeste.

La modificación de la normativa del actual Plan Rector de Uso y Gestión posibilitará las competiciones deportivas por las rutas establecidas. Salvo las tres pistas arriba mencionadas que pasarán de zona de uso restringido a zona de uso moderado, el resto del espacio se mantendrá en las zonas previstas por el Plan Rector (Figura 2). La mayor modificación se llevará a cabo al incluir un nuevo apartado sobre competiciones deportivas en el artículo 48 del PRUG sobre Condicionantes para el desarrollo de las actividades recreativas y deportivas.

El nuevo apartado deberá incluir aspectos como el de la promoción de actuaciones de conservación y divulgación del espacio por parte de los promotores del evento, colaborando con ello al desarrollo de la actividad deportiva dentro de un marco de sostenibilidad. Se regularán fechas preferentes para las pruebas deportivas, evitando el período de nidificación de aves o la época de alto riesgo de incendios forestales. Asimismo deberá desarrollar el concepto de capacidad de carga, pudiendo establecerse ésta en zona de uso restringido en base a las pautas establecidas para el senderismo en el parque, y pudiendo ser mayor la afluencia de personas en las pistas en base al menor riesgo de alteración del firme.



**Figura 1.** Rutas propuestas para carreras por montaña en el Parque Natural de Pilacones



**Figura 2.** Zonificación propuesta con pistas forestales en zona de uso moderado (Escala 1:50.000)

## REFERENCIAS

- [1] Davies, C. & Newsome, D. (2009). Mountain bike activity in natural areas: impacts, assessment and implications for management. A case study from John Forrest National Park, Western Australia. Gold Coast, Queensland. 30 pp.
- [2] De Andrés, A. y Blanco, R. (2006). Manual de Buenas Prácticas Ambientales para el sector del turismo en los Espacios Naturales de Castilla y León. Fundación del Patrimonio Natural de Castilla y León. Valladolid. 56 pp.
- [3] FEDME (2003). "Terminología en la Normativa de Espacios Naturales Protegidos". II Seminario de Espacios Naturales Protegidos y Deportes de Montaña. Jaca (p. 6-11).
- [4] Geraghty, T. (2000). An examination of the Physical and Social Aspects of Mountain Biking at Bestwood Park. The Nottingham Trent University. United Kingdom. 73 pp.
- [5] Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de Pilacones. (BOC núm. 226, de 21.11.2006). Gobierno de Canarias.



# Atividades Lúdico-desportivas no Espaço Florestal da Região Autónoma da Madeira

---

Duarte Barreto<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Engenheiro Florestal – Chefe de Divisão de Conservação e Biodiversidade – Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atividades lúdico-desportivas, Floresta, Usufruto, Regulamentação, Turismo

## RESUMO

Reconhecendo o papel multifuncional desempenhado pelos ecossistemas florestais da Região Autónoma da Madeira e a sua importância nas vertentes económica, social, ambiental, ecológica e cultural, a promoção e o desenvolvimento de atividades lúdico-desportivas assumem-se como fatores determinantes para o sucesso desta Região enquanto destino turístico.

Com efeito, a utilização da floresta e dos espaços naturais surge cada vez mais como atrativo para o desenvolvimento das mais variadas atividades lúdico-desportivas ligadas ao contacto com a natureza. Na Região Autónoma da Madeira esse usufruto é feito a diversos níveis, desde logo, percorrendo as veredas e as levadas, passando pela caça, a pesca desportiva em águas interiores, a utilização dos parques florestais para recreio e lazer, as atividades de canyoning, BTT, trail running, os passeios com veículos todo-o-terreno, entre outras atividades e provas desportivas.

---

\* Contacto: [duartebarreto.sra@gov-madeira.pt](mailto:duartebarreto.sra@gov-madeira.pt)

Face à crescente procura por este tipo de atividades, é lógico considerar que serão cada vez maiores as pressões humanas sobre os espaços naturais, pelo que a implementação de regulamentação, que concilie as funções de proteção ambiental e de usufruto lúdico com o desenvolvimento das atividades económicas inseridas em espaço florestal, se tornou condição essencial.

## POTENCIALIDADES DO DESTINO MADEIRA

Está cientificamente reconhecida a importância económica do turismo e o papel que encerra no desenvolvimento de determinadas regiões enquanto destinos turísticos. A Madeira não é exceção, apresentando enormes potencialidades turísticas devido às suas características naturais ímpares, mas também pelos serviços que oferece e que tanto a diferencia.

A Madeira é procurada por diversas razões, a começar, pela sua natureza, pelo seu clima e pelas suas paisagens tão peculiares que nos fazem viajar para um mundo de descobertas inesquecíveis. O seu património, a história e as tradições das suas gentes, os sabores da sua gastronomia e os eventos de reconhecido prestígio internacional que promove, são outros dos muitos motivos que levam os visitantes a considerar a Madeira como um destino turístico de eleição.

Contudo, coloca-se o desafio para o destino Madeira: como garantir o desenvolvimento sustentável sem comprometer o estado de conservação do seu património natural e cultural.

## ATIVIDADES LÚDICO-DESPORTIVAS EM ESPAÇO FLORESTAL

Perante a especificidade dos valores naturais, paisagísticos e culturais que o Arquipélago da Madeira oferece, a floresta e os espaços naturais surgem cada vez mais como atrativos para o usufruto das mais variadas atividades lúdico-desportivas ligadas ao contacto com a natureza.

Na Região Autónoma da Madeira esse usufruto é feito a diversos níveis, desde logo, percorrendo as veredas e as levadas, passando pela caça, a pesca desportiva em águas interiores, a utilização dos parques florestais para recreio e lazer, as atividades de

canyoning, BTT, trail running, os passeios com veículos todo-o-terreno, entre outras atividades e provas desportivas.

Em seguida, damos conta dos aspetos mais relevantes em relação às diferentes atividades lúdico-desportivas ao dispor dos turistas e população local:

### Pedestrianismo

O pedestrianismo é de facto a atividade lúdico-desportiva com maior procura na Região, na medida em que os passeios a pé pelas veredas e levadas possibilitam a descoberta de um património natural e cultural de inegável valor, desvendando recantos recônditos de ímpar beleza.

Presentemente, são 30 os percursos pedestres recomendados na Região Autónoma da Madeira (28 na ilha da Madeira e 2 na ilha de Porto Santo), perfazendo na totalidade cerca de 200 km de extensão.

### Canyoning

Dadas as suas características, a ilha da Madeira possui condições excecionais para a prática de canyoning, sendo considerada pelos profissionais da modalidade um dos melhores locais da Europa.

Neste sentido, é sem surpresa que temos vindo a assistir a uma procura crescente por este tipo de atividades, tendo sido concedidas, entre 2009 e 2013, um total de 1429 autorizações, envolvendo 9158 participantes.

### Trail running

Neste tipo de atividades, o evento mais relevante tem sido claramente o Madeira Island Ultra Trail (MIUT), que é realizado desde 2009 e que já vai na sua 6.ª Edição, com enorme sucesso. A edição deste ano contou com a presença de 750 participantes de 26 nacionalidades, o que revela sobremodo a sua potencialidade turística.

Outros eventos mais recentes realizados este ano, como o Ultra Skymarathon® Madeira 2014 e o I Trail Porto da Cruz Natura, também contaram com uma participação bastante significativa e prometem igualmente contribuir para a promoção destas iniciativas que estão cada vez mais em voga.

### Pesca desportiva em águas interiores

Em termos de pesca desportiva em águas interiores, neste momento, existem 22 troços de ribeiras distribuídas pela ilha da Madeira com aptidão para a prática desta atividade.

Anualmente, são emitidas, em média, 120 licenças para o efeito.

### Caça

A caça é uma das atividades com maior tradição e das mais participadas na Região Autónoma da Madeira, que apresenta condições bastante atrativas para o desenvolvimento da atividade venatória.

A região possui cerca de 3000 caçadores, sendo concedidas anualmente entre 800-900 licenças para o exercício da caça.

### Lazer

A Região Autónoma da Madeira possui 7 locais de usufruto público designados por parques florestais. São locais dotados de diversas infraestruturas de recreio e lazer, muito procurados, quer pelos residentes quer pelos turistas, para os tradicionais piqueniques e outros convívios.

Para além destes locais, existem 22 áreas de lazer distribuídas pelas ilhas da Madeira e Porto Santo que permitem aos visitantes a prática destas e de outras atividades de lazer em contacto direto com a natureza, tais como o campismo. Durante o ano de 2013, foram solicitadas 781 licenças para acampamento em espaço florestal.

### Outras atividades e provas desportivas

Complementarmente, têm vindo a ser desenvolvidas outras atividades lúdico-desportivas, como sejam, o BTT, as provas e os passeios de veículos todo-o-terreno, as corridas de orientação, o aerodelismo, entre outras.

## A) Regulamentação

Face à crescente procura por este tipo de atividades, é lógico considerar que serão cada vez maiores as pressões humanas sobre os espaços naturais, pelo que a implementação de regulamentação, que concilie as funções de proteção ambiental e de usufruto lúdico com o desenvolvimento das atividades económicas inseridas em espaço florestal, se tornou condição essencial.

Neste sentido, foi instituído o regime de proteção dos recursos naturais e florestais, através da publicação do Decreto Legislativo Regional nº 35/2008/M, de 14 de agosto de 2008, segundo o qual quaisquer atividades lúdico-desportivas realizadas em espaço florestal e que possam colocar em causa o desenvolvimento das espécies florestais e florísticas existentes ou provocar a erosão do piso e do solo, bem como a circulação de veículos de qualquer natureza no espaço de natureza florestal, ficam dependentes de prévia autorização por parte da Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza.

- Entre as diferentes razões que justificaram a necessidade de regulamentação destas atividades, destacam-se as seguintes:
- Características naturais do espaço florestal regional que conferem grande vulnerabilidade aos seus ecossistemas;
- Crescente procura da prática de atividades lúdico-desportivas de contato com a natureza;
- Adoção de uma política de conciliação da prática lúdico-desportiva com a preservação dos valores naturais;
- Respeito pelos valores ambientais e reconhecimento de zonas interditas e condicionadas;
- Contributo para a segurança dos praticantes das atividades lúdico-desportivas em espaço florestal.

## B) Mais-valias

O desenvolvimento das mais variadas atividades lúdico-desportivas ligadas ao contacto com a natureza representa um conjunto de mais-valias para a Região Autónoma da Madeira, entre as quais, podemos salientar as seguintes:

- Promove o conhecimento e salvaguarda do seu património natural e cultural;
- Atua na promoção além-fronteiras;
- Fomenta a diferenciação e competitividade enquanto destino turístico;
- Garante a promoção e dinamização do meio rural e das atividades tradicionais, contribuindo para a diminuição do êxodo das populações rurais;
- Dinamiza as atividades económicas, nomeadamente as ligadas à restauração e hotelaria, com efeitos multiplicadores na economia local;
- Impulsiona a conservação de caminhos, veredas, levadas e lugares de interesse histórico e social.

## C) Ações a desenvolver

Existem diversas ações que devem ser desenvolvidas no sentido de contribuir para um destino turístico de qualidade e diferenciado, potenciando a atratividade turística e o turismo de natureza na Região Autónoma da Madeira, a saber:

- Controlo da qualidade da oferta existente;
- Reforço da vigilância e fiscalização;
- Manutenção permanente das infraestruturas e serviços disponibilizados;
- Dinamização e adequação de novos investimentos à procura;
- Implementação de novas tecnologias aplicadas ao controlo das infraestruturas e serviços;
- Promoção nos principais mercados emissores de turismo de natureza.

## CONCLUSÕES

São inequívocas as potencialidades turísticas da floresta e dos espaços naturais da Região Autónoma da Madeira para o usufruto das mais variadas atividades lúdico-desportivas ligadas ao contacto com a natureza.

Contudo, e face à crescente procura por este tipo de atividades, a implementação de regulamentação, que concilie as funções de proteção ambiental e de usufruto lúdico com o desenvolvimento das atividades económicas inseridas em espaço florestal, tornou-se condição essencial.

É fundamental associar a prática de atividades lúdico-desportivas aos princípios de uma gestão ambiental adequada e responsável, que contribua para um destino turístico de qualidade e diferenciado, potenciando a atratividade turística e o turismo de natureza.

A valorização económica associada ao turismo e fruição da natureza, o ordenamento dos espaços florestais e gestão sustentável dos recursos naturais e a melhoria da qualidade de vida e diversificação da economia nas zonas associadas, surgem como objetivos inquestionáveis para uma estratégia de desenvolvimento sustentável que se preconiza para a Região Autónoma da Madeira.

## REFERÊNCIAS

- [1] Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza – “Plano de Ordenamento e Gestão da Laurissilva da Madeira”;
- [2] Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza – “Mapas estatísticos”;
- [3] Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais - Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza - <http://www.sra.pt/drf/>;
- [4] Secretaria Regional da Cultura Turismo e Transportes - <http://srtt.gov-madeira.pt/>;
- [5] Sé, Ana - “Atividades lúdico-desportivas na Região Autónoma da Madeira”



# Enseñar aquello que la gente no conoce: Programa BROTOS una herramienta para crear cultura forestal

---

Andrea Beltrán Suárez\*

**PALABRAS CLAVE:** pedagogía forestal, aprender jugando, gestión forestal sostenible, bosque

## RESUMEN

El programa BROTOS es el nexo entre el mundo forestal y la población general por medio de la pedagogía forestal. Esta filosofía se desarrolló en el centro de Europa como respuesta al inexistente conocimiento pedagógico de los profesionales forestales. En los años 2009-2010 se decide adaptar esta metodología a los países mediterráneos, siendo PROFOR el encargado en España. A día de hoy se ha implantado en 15 colegios de 6 comunidades autónomas, a lo que se unen talleres de distinta índole, sumando aproximadamente 2800 participantes a lo largo del territorio español. La metodología se basa en juegos de temática variada para disfrutar del bosque con todos los sentidos. Los talleres se realizan fuera del aula, en el medio natural y de forma periódica para que los participantes aprendan conceptos forestales. El objetivo del programa BROTOS es despertar el interés e inspirar placer en el bosque de una manera práctica, constante y divertida, siguiendo el lema de "aprender jugando". También se trabaja en la educación en valores y en retomar el contacto con la naturaleza. Otros valores

---

\* Contacto: [andrea.beltran@geneaconsultores.com](mailto:andrea.beltran@geneaconsultores.com)

que promueve el programa son: definir el papel desconocido del forestal y presentar la gestión forestal sostenible como un modelo a seguir.

Los profesionales forestales, y aquellos que se dedican a la gestión forestal, son personas a las que le apasiona su trabajo, aprender y sobretodo transmitir los conocimientos que tantos años y esfuerzo han costado aprender. El principal problema es que el mundo en el que normalmente se relacionan, suele ser el de personas con conocimientos semejantes, por lo que se tiende a utilizar términos técnicos o una expresión no del todo comprensible para una persona ajena al sector. Esto hace que la profesión forestal sea una gran desconocida, que en el caso de Canarias, y en la mayoría de España, toma protagonismo únicamente con la campaña de incendios forestales. Todo ello lleva a que la sociedad no valore el trabajo realizado en los montes, el esfuerzo que supone y lo necesario que es para la sociedad. Por ejemplo, parte de la profesión forestal consiste en trabajos de cortas en los bosques (selvicultura), ello conlleva un equipo muy bien preparado y cualificado que ha estado trabajando durante mucho tiempo para planificar la gestión del bosque, y conseguir guiarlo hacia una masa mejor estructurada. Sin embargo, la sociedad interpreta que se está atentando contra el medio natural, se está deforestado y haciendo un crimen ecológico.

Esto no es más que una realidad que vive el sector forestal, un sector fundamental para la sociedad e igual de desconocido. Los profesionales del sector no han sido capaces de transmitir correctamente su trabajo y sus conocimientos, tienen una deficiencia en cuanto a la pedagogía forestal. Por todo ello surge en los años 2004-2007 la pedagogía forestal (PAWS: Pädagogische Arbeit im Wald) en el centro de Europa. Debido a la gran diversidad natural que existe en el continente, en el año 2009/10 se decide adaptar dicha pedagogía a las especificidades mediterráneas. Con la colaboración de Alemania y Austria, como epicentros del método PAWS, se desarrolla el programa PAWSMED que afecta a seis países, Chipre, Eslovenia, España, Grecia, Italia y Portugal (PROFOR, 2011). Los objetivos de esta adaptación no eran otros sino conseguir implantar en los países mediterráneos una metodología para "enseñar a los forestales a enseñar".

Como bien es sabido, la conexión del ser humano con el bosque es fundamental y viene desde la aparición del mismo en la Tierra. En un primer momento, esta conexión era mucho más intensa que en la actualidad. Los primeros pobladores humanos necesitaban al bosque como fuente de recursos, protección y relajación, como punto de conexión con la naturaleza. A medida que evoluciona la tecnología y la forma de vida del ser humano, esta relación estrecha se va alejando poco a poco, de tal manera que en la actualidad la sociedad vive aislada del medio natural, en ciudades en las que el

ritmo de vida y las exigencias provocan estrés y ansiedad en las personas. La conexión con el medio natural se ha ido diluyendo poco a poco, y por tanto, desapareciendo los beneficios que ella aportaba. Lo que sí es cierto, es que el bosque continúa siendo una fuente de recursos para el ser humano, y que la explotación actual supera los niveles de recuperación natural de los sistemas naturales. El método PAWSMED pretende no solo recodar y reconstruir esa conexión con la naturaleza, sino también promover valores sociales y relaciones personales en la naturaleza. Por otra parte, y como pilar fundamental, se busca que la sociedad conozca las distintas profesiones forestales, los beneficios que aportan y cómo es la gestión sostenible de las masas forestales. Con esta metodología se hace hincapié en la importancia de la sostenibilidad y la certificación forestal, mediante la que se asegura una gestión sostenible de los recursos forestales no solo a nivel ambiental, sino también económico y social. Por último, este método busca también que se conozca a los protagonistas de los bosques, es decir, las especies que componen el ecosistema y su función dentro del mismo.

Los objetivos de la educación forestal no son puramente ambientales, también promueven los valores sociales e interpersonales (PROFOR, 2011).

- Despertar interés e inspirar placer en el bosque. Se propone una forma distinta de pasar el tiempo libre, de tal manera que se realicen actividades en la naturaleza para volver a experimentar el placer y las sensaciones que nos aporta, así como conocerla mediante actividades y juegos.
- Aprender a sorprenderse. Es una manera de desconectar de la vida rutinaria que normalmente llevan las personas para que entren a tener protagonismo y nos sorprenda pequeñas cosas de la vida que de otra manera pasaría desapercibidas.
- Transmitir información. Esta metodología busca que el aprendizaje sea práctico y como vivencia, de tal manera que se asimile de mejor manera y de forma duradera, al contrario de lo que puede ocurrir con la enseñanza de un libro por ejemplo.
- Definir el papel del forestal. El fin de la educación forestal es que la sociedad conozca el trabajo forestal y a sus profesionales como personas competentes y capaces de transmitir su labor y la importancia que tiene.
- Presentar la gestión forestal sostenible como modelo. Mediante la educación forestal se busca enseñar todas las funciones del bosque para que la sociedad sea consciente de su importancia y de lo necesario de la gestión sostenible.

- Transmitir valores. Se busca introducir la idea de que las personas forman parte de los ecosistemas naturales de tal manera que puedan llegar a ver la vida desde distinta perspectiva.
- Fomentar que las personas cambien su comportamiento. La concepción actual de consumismo hace que una parte de la sociedad no sea consciente de las consecuencias que ello tiene en el medio natural, por eso desde la educación forestal se busca que las personas se responsabilicen y sean capaces de cambiar algunos hábitos para mejorar su comportamiento y la conseguir un enfoque sostenible de vida.
- Crear asociaciones a favor de los bosques. Fomentando la educación forestal y los conocimientos del medio se consigue crear una preocupación en las personas para que luchen de forma activa contra las diferentes amenazas del medio natural.
- Invitar a visitar el bosque. El papel del educador forestal es que cualquier persona vaya al bosque a disfrutar de forma segura, responsable y conociendo los elementos que lo rodean.

Todos estos objetivos se trabajan en el método PAWS para conseguir una dinámica que conecte con la sociedad de una forma especial y sea exitoso. El programa además se puede plantear de muchísimas maneras, adaptándose a los requerimientos del grupo que va a participar pero siempre teniendo en cuenta la pedagogía y al participante como protagonista principal. Es decir, es importante que el educador forestal conectar con los individuos y consiga realzar y valorizar aspectos fundamentales de ser humano. Entre ellos se destacan los siguientes (PROFOR, 2011).

- Libertad y responsabilidad. Es una manera de que el participante sea capaz de aprender lo que realmente le interesa y se capaz de cultivar sus propias sensaciones y conclusiones.
- Confianza en el desarrollo cognitivo. El educador forestal refuerza y acentúa las acciones positivas sin darle valor a la parte negativa o a los posibles errores.
- Aplicación de las diferencias individuales. Cada persona es diferente, y con esta metodología se busca descubrir los puntos fuertes de las personas para ampliarlas.

- Los errores como fuente de aprendizaje. Es sabido que de los errores se aprende y es una manera natural de asimilar conocimiento, por ello se trabaja en fomentar el aprendizaje de los errores en vez de castigarlos.
- Colaboración. El ser humano como especie es social, por lo que es fundamental y beneficioso el trabajo en equipo, una de las puestas en valor de la educación forestal es reforzar esa colaboración.
- Aprender de forma práctica. Cuando se aplica un conocimiento teórico a la práctica, éste se asimila mejor por las personas, de ahí que la finalidad de la educación forestal sean actividades prácticas por las que los participantes aprendan y asimilen los conceptos, dejando de lado las clases maestras y charlas de conocimiento.

Con todo lo anteriormente expuesto, se desarrolla en España el programa BROTÉS por medio de PROFOR (Asociación de Profesionales Forestales), que reúne a un grupo multidisciplinar para que la educación forestal tome forma e importancia en el país. BROTÉS es un programa que está dirigido a un público general, es decir, no es exclusivo para escolares, adultos, jóvenes...sino que es flexible y adaptable a cualquier edad y circunstancia. Todo esto es posible debido a la versatilidad que se ha dispuesto por parte de los desarrolladores de la dinámica. Es decir, en todas las etapas de la vida estamos dispuestos a aprender nuevos conceptos, y el contacto con la naturaleza es fundamental para el ser humano, entonces, por qué no conjugar ambas ideas en una metodología práctica y divertida.

La metodología consiste, en resumidas cuentas, en una didáctica divertida que por medio de juegos, actividades de investigación in situ, trabajo en equipo o individual, desarrollo del ingenio y un largo etc, para enseñar conceptos del medio natural así como para poner en valor el sector forestal del país

Se pone en marcha así la aventura de BROTÉS en el año 2011 después de un arduo trabajo de oficina por parte de los implicados. En este año, 3 centros educativos (públicos, privados y concertados) desarrollan el programa piloto en el nivel de 4º de primaria ya que es un nivel muy adecuado. A partir de este punto de inflexión comienzan a aumentar los centros educativos implicados con el programa de tal manera que en total en el año 2014 se cuenta con programas BROTÉS en 15 centros de 6 comunidades autónomas, y de diferentes niveles educativos (figura 1) (PROFOR, 2014). Este fenómeno tiene tendencia positiva con el paso de los años por todo el país. Cada vez son más los centros educativos implicados con el medio ambiente, la gestión sostenible y el contacto con la naturaleza. El atractivo del programa BROTÉS

es una herramienta fundamental, innovadora y divertida de satisfacer y cumplimentar las necesidades de los centros con una filosofía medioambiental.

Estos programas escolares se basan en sustituir, de forma periódica, una clase de la asignatura relacionada con las ciencias de las naturales por un taller BROTÉS de distinta temática. Esto hace que sea un programa continuo a lo largo del año, se complemente con asignaturas del curso y, además, suponga una innovación para el alumnado y profesorado. Además, la metodología propuesta busca un aprendizaje práctico y fuera de las aulas, ya sea en la zona verde del centro escolar, el parque cercano, la zona forestal aledaña o el patio del centro. Por otra parte, tanto familia como profesorado es invitado a la participación activa con el alumnado de forma que no se convierta en una actividad ajena a la vida del centro y exclusiva del alumnado, sino que se integre en todos los niveles.

Lo que ha buscado y pretende PROFOR con el BROTÉS implantado en los colegios es beneficiar al alumnado y al centro educativo.

Al alumnado mediante los siguientes objetivos (PROFOR, 2014).

- Fomentar el compañerismo y el trabajo en equipo.
- Enseñar conductas de respeto por el medio ambiente.
- Desarrollar las capacidades creativas y de aprendizaje.
- Cultivar la personalidad del ser humano, permitiendo que sean más sensibles a sí mismos, otros y la naturaleza.
- Aprender a ser pacientes y otra forma de descubrir habilidades.
- Hacer las actividades fuera del aula para romper la rutina y crear una nueva atmósfera de aprendizaje.

Y a nivel del centro educativo por medio de los siguientes fines (PROFOR, 2014).

- Ampliar el desarrollo curricular en materia de ciencias naturales.
- Integrar aspectos forestales en el currículo del nivel
- Fomentar la especialización y formación del profesorado.

- Motivar a los alumnos con juegos que refuerzan el aprendizaje y además mantienen el contacto con el medio natural.
- Integrar el aprendizaje en la vida familiar a través de actividades que se pueden desarrollar en familia.

Aparte de de realizar el programa BROTOS en centros educativos, también se han realizado diferentes actividades de participación por todo el país, en las que destacan los cursos de formación de Monitores de Actividades Pedagógicas Forestales (MAPF), o lo que es lo mismo, personal cualificado para llevar a cabo el programa y la metodología PAWS. Con todo ello se consigue que la metodología sea conocida por más gente y se pueda implantar como actividad fundamental en los centros educativos del país (figura 1).

Pese a que principalmente se está siguiendo la vía de los centros educativos, así como los cursos MAPF, la pedagogía forestal se aplica en otros ámbitos como son los campamentos, universidades para mayores de 65 años o reuniones de adultos del sector forestal entre los muchos ejemplos.



Figura 1. Mapa de las actividades realizadas por PROFOR a nivel nacional. Fuente: PROFOR, 2014.

El éxito de este programa está demostrado por la satisfacción de los participantes, tanto de los que se forman como MAPF, como los afortunados participantes de todas las edades. Sin embargo, todo este éxito lleva detrás un trabajo duro y específico para cada situación, grupo y lugar, y eso es lo que ha ocurrido en el caso de Canarias.

El desarrollo del programa BROTOS ha consistido en un largo trabajo de tres meses de duración en el que se ha estudiado la metodología, las posibilidades que ofrece el territorio y el modo de implantarlo en el sistema educativo canario. Surge la idea desde la realización de los cursos MAPF en Gran Canaria y Tenerife, en el que se formaron a unos 50 monitores provenientes de diversos sectores profesionales para que sean capaces, en un momento dado, de desarrollar un programa o una actividad puntual con un grupo de cualquier edad en Canarias. Para ello no sólo se prepara a los interesados en la metodología, sino que además se ofrecen material teórico suficiente, así como apoyo técnico para cualquier persona que decida arrancar con el proyecto. Por otra parte, también se imparte una parte práctica en colegios, de tal manera que se puede observar los resultados de la metodología de una forma real.

Partiendo de esta situación se comienza a trabajar en tres líneas principales e interrelacionadas.

En primer lugar, la adaptación de los materiales, didácticas y juegos a la realidad natural del archipiélago.

En segundo lugar, las vías adecuadas, seguras y firmes a seguir para poder adaptar el programa BROTOS como parte de la programación anual de los centros educativos canarios, de tal manera que cumplan la estructura y requisitos oficiales que exige la Consejería de Educación, Universidades y Sostenibilidad y la legislación vigente.

Y por último, ver la posibilidad real de que sea viable su implantación, desde un punto de vista de interés por parte de los centros (que sea atractivo) y desde el punto de vista económico, es decir, que sea posible realizarlo y que perdure en el tiempo.

La adaptación de los juegos es una de las fases fundamentales para que el programa BROTOS tenga éxito en el archipiélago debido a que tanto la fauna como la flora utilizada en el resto del país son totalmente distintas a las presentes en las islas. Por ejemplo, en muchas de las dinámicas de fauna los protagonistas principales eran el oso, el lince o el lobo. En el caso de Canarias estos animales son muy interesante de conocer ya que son parte del patrimonio del país, pero no son la fauna que los participantes van a poder observar (directa o indirectamente) en el medio natural. Por

ello, y a modo de ejemplo, estos animales se sustituyeron por lagartos, aves rapaces o pequeños mamíferos endémicos y/o autóctonos de Canarias.

Adicionalmente, se adapta también a las dinámicas naturales que suceden en el archipiélago así como a la problemática ambiental que existe alrededor de las especies, no sólo de fauna, sino de cualquier reino que se quiera enseñar. Entre los problemas ambientales más recurridos están las especies invasoras, las especies protegidas, la erosión por agua, la pérdida de suelo, los incendios forestales o la gestión forestal no sostenible. Con esto lo que se consigue es tener una didáctica específica del archipiélago, de tal manera que los participantes van a conocer la realidad del medio natural que les rodea. Sin embargo, no sólo se han adaptado las dinámicas al medio natural canario, sino también a la de los trabajos forestales realizados en el archipiélago y la gestión forestal que en él se lleva a cabo.

En total se consiguieron desarrollar unas 120 actividades de diversa índole y temática para Canarias, siguiendo la estructura básica realizada desde PROFOR España y adaptándolas a la realidad canaria (figura 2).

Por otra parte, y como ya se indicó, se decidió que el programa estuviera dentro de la estructura educativa del Gobierno de Canarias. Para ello, se planteó el programa BROTÉS como una actividad complementaria que se integre dentro de la programación anual de los centros educativos a cualquier nivel. Se diseñó un programa compuesto por varios talleres de distinta temática que adaptados al nivel educativo y a los contenidos que se imparte, no supusiese una carga adicional para el profesorado. Es decir, se apoya y amplía la materia que el alumnado va a recibir en el centro educativo.

Bajo el asesoramiento de personal de la Consejería de Educación, Universidades y Sostenibilidad se comenzó con el trabajo. El proceso a seguir fue un estudio profundo de la legislación en materia de educación a nivel estatal y regional, para tener en cuenta no sólo el temario que se imparte en las aulas, sino también los criterios de evaluación que deben seguir los profesionales en educación. De esta manera se consigue facilitar el trabajo al profesorado y que el programa BROTÉS se inserte en el sistema educativo sin ningún inconveniente normativo.

La legislación vigente en materia de educación es variada y está en proceso de cambio, por ello se tuvieron que consultar distintas leyes. A nivel nacional la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, ley de educación vigente para algunos niveles de primaria, pero también para secundaria y bachillerato. La Ley Orgánica 8/2013, de

9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa fue necesaria debido a que los primeros cursos de cada ciclo de primaria comenzaban con dicha legislación.

Por otra parte, se consultó la legislación específica de cada nivel, con el Decreto 89/2014 por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Canarias, legislación vigente para 1º, 3º, y 5º de primaria en este nuevo curso escolar. Y el Decreto 126/2012, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de Educación Primaria.

Para el resto de niveles, como es la ESO y Bachiller también se consultó la legislación vigente. Decreto 127/2007, de 24 de mayo, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Canarias y el Decreto 202/2008, de 30 de septiembre, por el que se establece el currículo del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias.

Todas conclusiones y disposiciones a seguir de la legislación fueron la base para que el programa BROTOS desarrollado en Canarias fuera una actividad complementaria sencilla de implantar en la programación anual de los centros educativos, y facilitara el trabajo a los educadores.

Por último, se debía tener en cuenta que este programa conlleva una inversión de tiempo, personal y materiales que debía ser cubierto para poder llevarlo a cabo. Pese a que en la actualidad es viable implantar el programa BROTOS en cualquier centro educativo de las islas, el mantenimiento tanto de los materiales como de los monitores supone un hándicap a la hora de que sea duradero en el tiempo. Para poder paliar en parte esta deficiencia, se ha contado con la colaboración del Cabildo de Tenerife, que aportó dos MAPF que puedan llevar a cabo este primer año piloto el programa. Además, los materiales necesarios para las actividades serán proporcionados en la medida de lo posible por esta entidad.

Con esta disposición de medios, el programa BROTOS puede ser una realidad en algunos centros educativos en forma de piloto, con el que se pretende poder experimentar y sacar conclusiones para que en siguientes cursos escolares se pueda extender a más centros educativos de las islas.

El resultado de estas tres fases es un programa para los tres niveles de educación (primaria, ESO y bachiller), totalmente adaptado al medio natural de Canarias, a la realidad del sector forestal en las islas, y por supuesto a la legislación y estructura oficial del sistema educativo. Este programa consta de 8 talleres de diversa temáticas en la que los participantes aprenderán conceptos forestales y del medio natural de una forma

práctica, divertida y sencilla. Los talleres que se proponen pueden ser modificados, añadiendo talleres de otras temáticas, ampliando aquellos temas que más interesen, variando el orden de los mismos, o sea, ajustándose en todo momento al centro educativo que integre BROTOS en su programación anual.

Título	Duración
La persecución de las sabinas	0:15
Tema	
Flora y fauna. Dispersión de las plantas.	
Objetivo	
Conocer la dispersión de alguna de las especies endémicas de Canarias. Conocer la problemática de los dispersores.	
Instrucciones	
<p>Se elige a cuatro participantes que harán dos de cuervo y dos de semilla de sabina. El resto del grupo hará de sabinas adultas. El cuervo, debe pillar a las semillas para plantarlas pero estas intentarán no ser comidas. El resto de participantes permanecerán en cuclillas. Cuando la semilla de la sabina salte por encima de un árbol, la semilla se convierte en árbol, el árbol en cuervo y el cuervo en semilla y se cambian los papeles.</p> <p>Variante 1: se puede hacer el juego con distintas especies, por ejemplo laureles y mirlos, cuervos, lagartos y piedras, búhos, ratones y semillas, cuervo, cabra y carroña, etc.</p> <p>La idea del juego es que comprendan la importancia de las aves en la dispersión de los bosques.</p>	
No apto para	Materiales
Personas con movilidad reducida. Personas con discapacidad visual. Personas con discapacidad auditiva (intérprete).	Silbato Pañuelo/gorra

Figura 2. Ejemplo de ficha de juegos BROTOS adaptados a Canarias.

La temática de los talleres base que se han propuestos son los siguientes:

- El bosque de los 5 sentidos. Una introducción del grupo a la dinámica y una presentación con el monitor. Este taller se basa en disfrutar de la naturaleza con otros sentidos que no sea la vista únicamente.
- Los animales del bosque. La fauna de Canarias es variada, endémica y muy diversa, por ello, este taller pretende mostrar algunas de las especies más relevantes del archipiélago, su forma de supervivencia y su hábitat.
- La dinámica de un ecosistema. El concepto de ecosistema en ocasiones es complicado de entender debido a su complejidad y relaciones entre los numerosos protagonistas, para poder simplificar esta idea, el taller de ecosistemas ayuda de una forma visual a que los participantes entiendan cómo funciona un ecosistema, quién lo compone y la fragilidad que lo caracteriza.
- Mi árbol (cartografía). En el medio forestal, una de las herramientas fundamentales es la utilización de cartografía de distintos formatos, por ello se ve importante enseñar al alumnado a utilizar la cartografía y orientarse en el medio.
- BROTOS 2.0. Uso de las TICs. Las nuevas tecnologías son una realidad en cualquier ámbito de la vida, y en el sector forestal no es una excepción. De ahí que se vea la importancia de enseñar a los participantes a utilizar y manejar las nuevas tecnologías y las ventajas que presentan en el medio forestal, especialmente a la hora de buscar información.
- La madera, un material fantástico. La educación forestal no solo fomenta el conocimiento del medio natural, sino también la gestión y profesión forestal, y con este taller se acerca a los participantes a estos conceptos fundamentales para el sector.
- Conocemos a los agentes medioambientales. El sector forestal tiene unos claros protagonistas, los profesionales que en él trabajan, por ello en el programa BROTOS se ve importante que los participantes conozcan de primera mano a estos trabajadores, y la mejor manera es que los visiten y aprendan la profesión que llevan a cabo.
- Olimpiadas BROTOS. Todo programa necesita un cierre y una evaluación, y las olimpiadas cumplen este fin.

Cada taller se diseñó, gracias al asesoramiento de la unidad de educación ambiental del Cabildo de Tenerife, con una estructura sencilla y muy intuitiva con diferentes bloques diferenciados, una introducción, los objetivos que se desean alcanzar, la relación de actividades a seguir, así como unas actividades extras, y al final del documento, los criterios de evaluación de las diferentes asignaturas que cumplen los talleres.

- Introducción en la que se explica la finalidad del taller, así como los datos informativos básicos para el profesorado, como es el lugar de realización, el número de participantes y su organización y los materiales que se van a utilizar durante la actividad. Dichos materiales van a ser aportados en la gran mayoría de los casos por el monitor, a excepción de aquellos que sean material logístico propio del centro, en tal caso se indicará.
- Objetivos de aprendizaje, de tal manera que el profesorado sabrá en todo momento cual es el temario que se está complementando y se podrá hacer una correlación y coordinación entre el programa BROTOS y las programación anual del curso.
- Actividades a desarrollar, en donde se especifica el tipo de dinámica a seguir y una breve explicación de la actividad. Además se aportan actividades extras de tal manera que en función de los requerimientos del grupo o frente a la mayor disposición de tiempo el monitor tiene preparadas más dinámicas.
- Criterios de evaluación que cumplen los talleres de las asignaturas del curso.

Estos talleres están diseñados para realizarse aproximadamente una vez al mes durante todo el curso escolar, de tal manera que se sustituye la clase relacionada con las ciencias naturales por un taller BROTOS. Esto hace que exista una continuidad en el programa y la experiencia sea enriquecedora y se asimile la información de forma duradera.

## CONCLUSIONES

A modo de conclusión, el programa BROTOS en Canarias está avalado tanto por la Consejería de Educación, Universidades y Sostenibilidad como por el Cabildo de Tenerife, y se encuentra en una fase piloto de experimentación y mejoras, pendiente de ser una realidad en los colegios. Es un programa de larga duración que enseña la realidad del medio natural de canarias y del sector forestal, pero también valores

personales a los usuarios. Las líneas futuras de trabajo a seguir se basan en la búsqueda de una financiación económica para poder mantenerlo y dirigirlo a un mayor número de centros educativos con el fin de que convierta en una actividad pionera en el sector de la educación y por supuesto en el sector forestal.

#### REFERENCIAS

- [1] Asociación de Profesionales Forestales (PROFOR) (2011). Libro del curso PAWS. Versión 1.0. Education and culture. Leonardo da Vinci
- [2] Asociación de Profesionales Forestales (PROFOR) (2014). Programa BROTES, educando en biodiversidad. [www.programabrotes.es](http://www.programabrotes.es)
- [3] España, Decreto 126/2012, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. Boletín Oficial del Estado, de 1 de marzo de 2014, núm. 52, p. 19349.
- [4] España, Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, de 4 de mayo de 2006, núm. 106, p. 17158.
- [5] España, Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa. Boletín Oficial del Estado, de 10 de diciembre de 2013, núm. 295, p. 97858.
- [6] Islas Canarias, Decreto 89/2014, de 1 de agosto, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Canarias. Boletín Oficial de Canarias, de 13 de agosto de 2014, núm. 156, p. 21911.

# Monitorização da codorniz nos Açores

M. Leitão\*, T. M. Rodrigues, A. Castro, V. Medeiros, C. Moutinho, S. Cabeceiras, J. Sequeira, I. Correia, J. Pires, J. Costa, P. Lima, D. Gonçalves.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coturnix coturnix conturbans, codorniz, monitorização, densidade, abundância, Açores, cinegética

## RESUMO

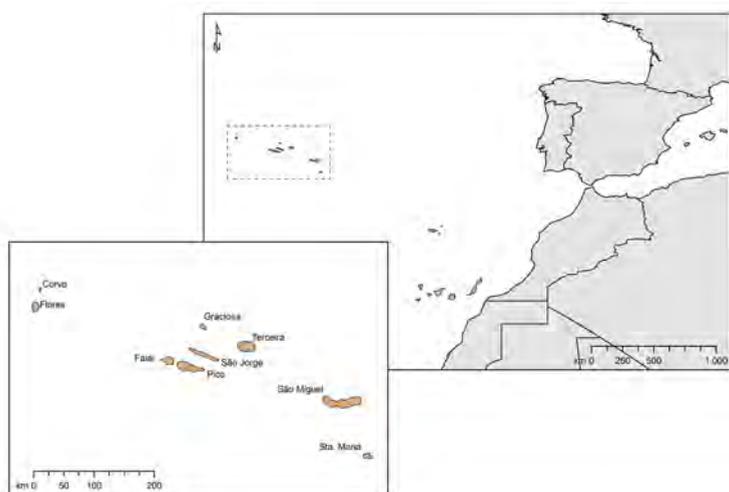
Nos Açores a codorniz (*Coturnix coturnix conturbans*) é sedentária e explorada cinegeticamente; a sua monitorização é fundamental para uma exploração sustentada. Desde 2006, na ilha de São Miguel, a abundância é avaliada realizando censos com cão de parar, antes e após o período de caça (Dezembro). Assim, com uma amostragem sistemática de parcelas, a densidade (valores médios anuais entre 1,0 e 1,7 aves/ha antes da caça) é avaliada numa área de cerca de 6072 ha. As suas exigências logísticas levaram, em 2007, à aplicação de um método de censo alternativo: escuta de machos ao amanhecer, em percursos lineares com 2-3 km de comprimento, realizados a pé, entre Junho e Julho. Os valores de abundância (entre 9 e 20 machos/km) revelaram-se bem correlacionados com as densidades determinadas com cão de parar. Assim, ao ser igualmente fiável na sensibilidade a variações na abundância, a escuta de machos permite uma monitorização mais abrangente. Atualmente é utilizada em seis ilhas. Em São Miguel, desde 2002 é recolhida informação na fiscalização da caça, permitindo estimar um índice cinegético de abundância (ICA = número de codornizes levantadas/hora/caçador), que se revelou igualmente bem correlacionado com a densidade

\* Contacto: Manuel.MC.Leitao@azores.gov.pt

obtida com cão de parar, constituindo outra alternativa para a monitorização da abundância de codorniz.

## INTRODUÇÃO

No arquipélago dos Açores (Figura 1) a codorniz (*Coturnix coturnix conturbans*) é sedentária e objeto de exploração cinegética. Considerada uma subespécie endémica deste arquipélago [1], ela reproduz-se nas suas nove ilhas [2]. A monitorização anual dos respetivos efetivos é fundamental para que seja possível desenvolver uma exploração cinegética sustentável.



**Figura 1.** Arquipélago dos Açores, com a posição relativa das suas nove ilhas: Grupo Oriental - São Miguel e Santa Maria; Grupo Central: Terceira, Graciosa, São Jorge, Pico e Faial; Grupo Ocidental - Flores e Corvo.

Na última década, na ilha de São Miguel, procedeu-se à aplicação de diferentes metodologias que permitem avaliar os níveis de abundância de codorniz, em diferentes períodos do seu ciclo anual: i) prospeção com cão de parar, para estimativa da densidade (aves/ha), antes e depois do período de caça definido para a espécie (Dezembro); ii) registo de machos a vocalizar ao longo de percursos efetuados a pé, durante a época de reprodução [3,4], para cálculo de um índice relativo de abundância,

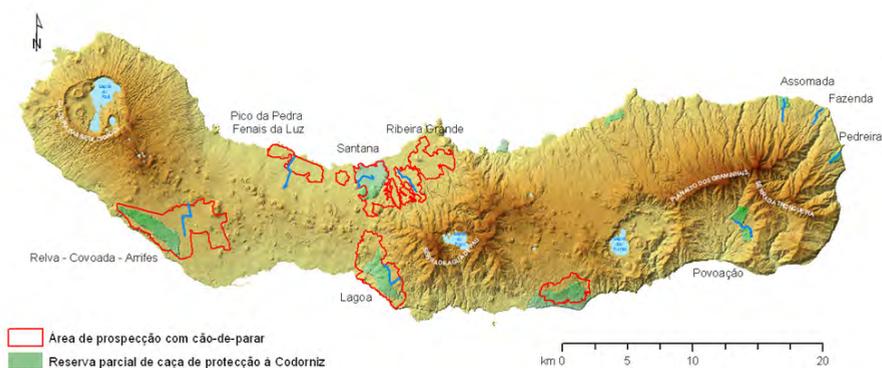
o número de machos a vocalizar por quilómetro (índice quilométrico de abundância);  
 iii) recolha de informação junto dos caçadores, em dias de caça, para cálculo de outro índice relativo de abundância, o número de aves observadas por hora de caça e por caçador (índice cinegético de abundância).

O objetivo deste trabalho é analisar a relação entre os resultados obtidos pelas diferentes metodologias, considerando que a prospeção com cão de parar constitui o método de referência.

## MATERIAL E MÉTODOS

### A) Método 1 – Censos com cão de parar no Outono-Inverno

Os censos com cão de parar foram realizados na ilha de São Miguel. Em 2004 e 2005 decorreram apenas numa zona da ilha, Ribeira Grande. A partir de 2006, inclusive, passaram a ser realizados em mais quatro zonas, Relva – Covoada – Arrifes, Pico da Pedra – Fenais da Luz, Lagoa, e Ponta Garça (Figura 2), abrangendo um total de 6071,57 ha, dos quais 174,7,23 ha são reserva parcial de caça de proteção à codorniz (Tabela 1).



**Figura 2.** Localização dos percursos de escuta de machos (representados a azul), das zonas de prospeção de codorniz com cão de parar (delimitadas a vermelho) e das reservas parciais de proteção à codorniz (representadas a verde) na ilha de São Miguel.

Anualmente os censos foram realizados em dois períodos: i) Outubro/Novembro e ii) Janeiro/Fevereiro; ou seja, antes e depois do período de caça, que decorre em Dezembro. Em cada período, para cada zona, utilizou-se uma grelha de quadrículas de 500x500 m a partir da qual se selecionaram aleatoriamente 30 pontos, correspondentes ao centro das quadrículas. A prospeção foi efetuada em parcelas adjacentes a cada ponto, tentando amostrar cerca de 3 ha por ponto. As parcelas foram exaustivamente percorridas a pé por um operador/observador e um cão de parar, durante a manhã (8h00 às 13h00), tendo sido evitados dias com condições meteorológicas adversas. Ao longo dos vários anos foram utilizadas várias raças de cão de parar: *braco alemão*, *pointer* e *setter inglês*. Foram registadas as codornizes levantadas por parcela e estimado os valores de densidade (nº de aves observadas/ha) tendo em conta a área das parcelas prospetadas (estimada com recurso a um sistema de informação geográfica).

**Tabela 1.** Áreas (ha) das zonas de prospeção de codorniz com cão de parar na ilha de São Miguel.

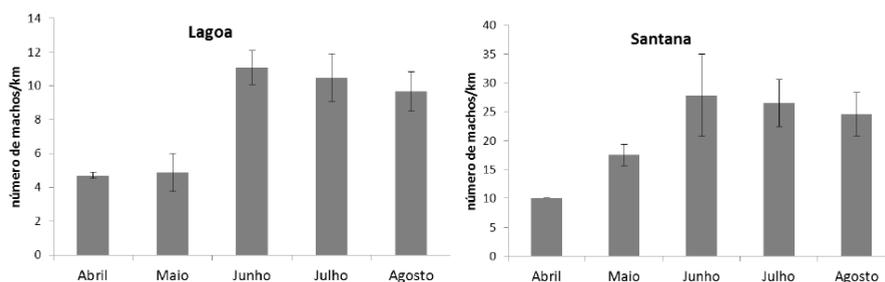
Zona	Área prospetável (ha)		
	Interior de Reserva	Exterior de Reserva	Total
Ribeira Grande	494,94	1294,25	1789,19
Ponta Garça	324,61	261,39	586,00
Lagoa	400,01	791,95	1191,96
Relva – Covoada – Arrifes	527,67	1495,13	2022,80
Pico da Pedra – Fenais da Luz	-	481,62	481,62
Total (ha)	1747,23	4324,34	6071,57

## B) Método 2 – Censos de machos em período de reprodução

Os censos de machos em período de reprodução consistiram no registo de machos a vocalizar, escutados ao longo de percursos efetuados a pé, ao amanhecer (início entre as 5:30 e as 6:00), período mais favorável para a escuta do maior número de machos [3,4]. Os percursos, com 0,9 a 3,3 km de comprimento, foram efetuados a pé, por um observador, duas vezes: i) na primeira passagem foram cartografados todos os machos escutados (Figura 3); ii) na segunda passagem (em sentido inverso, logo após a primeira) foram difundidas gravações de vocalizações de fêmeas e os machos escutados foram novamente cartografados. Para o registo dos machos

foram utilizados ortofotomapas (1:10000) em formato A3 (Figura 3). O número total de machos diferentes a vocalizar foi estimado tendo em conta as duas passagens. Em dias com condições atmosféricas desfavoráveis (chuva, nevoeiro ou ventos fortes) não foram realizadas contagens. Procedeu-se ao cálculo de um índice quilométrico de abundância (IKA), correspondente ao número de machos a vocalizar por quilómetro percorrido. Este índice de abundância relativa está relacionado com o sucesso da reprodução, podendo ser comparado entre percursos [4].

O trabalho inicial, realizado em 2007 na ilha de São Miguel, consistiu em aplicar esta metodologia, semanalmente entre o final de Abril e meados de Agosto, em duas zonas da ilha: Santana (Concelho de Ribeira Grande), na costa Norte, e Lagoa (Concelho de Lagoa), na costa Sul (Figura 2). Os resultados obtidos (Figura 4) permitiram verificar que, em ambas as zonas, o IKA atingiu valores máximos em Junho e decresceu ligeiramente nos dois meses seguintes. Assim, considerou-se que o período mais adequado para, anualmente, aplicar este método, seriam os meses de Junho e Julho. A partir de 2007, na ilha de São Miguel, os censos passaram a ser realizados nestes meses (preferencialmente durante Junho).



**Figura 4.** Variação mensal do número de machos escutados por quilómetro (média  $\pm$  erro padrão) nos percursos de Lagoa e de Santana, entre Abril e Agosto de 2007.

Esta metodologia foi posteriormente aplicada em mais seis ilhas do arquipélago: Graciosa (desde 2010), São Jorge (desde 2011), Pico (desde 2013), Faial (desde 2013), Terceira (desde 2013) e Santa Maria (desde 2014). Nas ilhas do grupo ocidental (Flores e Corvo), onde a codorniz deverá ter um efetivo reduzido [2], não foi implementada esta metodologia. No Corvo não é permitido qualquer tipo de caça e nas Flores não tem sido autorizada a caça à codorniz. Adicionalmente, estas duas ilhas têm dimensões reduzidas e as áreas com habitat propício para a espécie são também diminutas, pelo que não é possível estabelecer percursos com dimensões adequadas e a avaliação da

abundância terá que ser realizada utilizando um método alternativo (por exemplo, prospeção com cão de parar e/ou pontos de escuta de machos a vocalizar).

### C) Método 3 – Recolha de informação em período de caça

A recolha de informação em período de caça, iniciada na ilha de São Miguel em 2002, consistiu no registo de um conjunto de dados, efetuado pelos Guardas Florestais junto dos caçadores, durante as ações de fiscalização, no terreno, durante a jornada de caça. Entre outra informação, foi registada a data e hora ( $h_i$ ) a que foi efetuado o contacto com o caçador, a hora que este indicou como tendo iniciado a jornada de caça ( $h_o$ ) (estimou-se o tempo que o caçador dedicou à caça como:  $h_i - h_o$ ), o número de aves que o caçador observou/levantou, o número de aves abatidas, bem como o seu sexo. A determinação do sexo foi efetuada pela observação do padrão da plumagem, uma vez que na codorniz existe dimorfismo sexual [5-7].

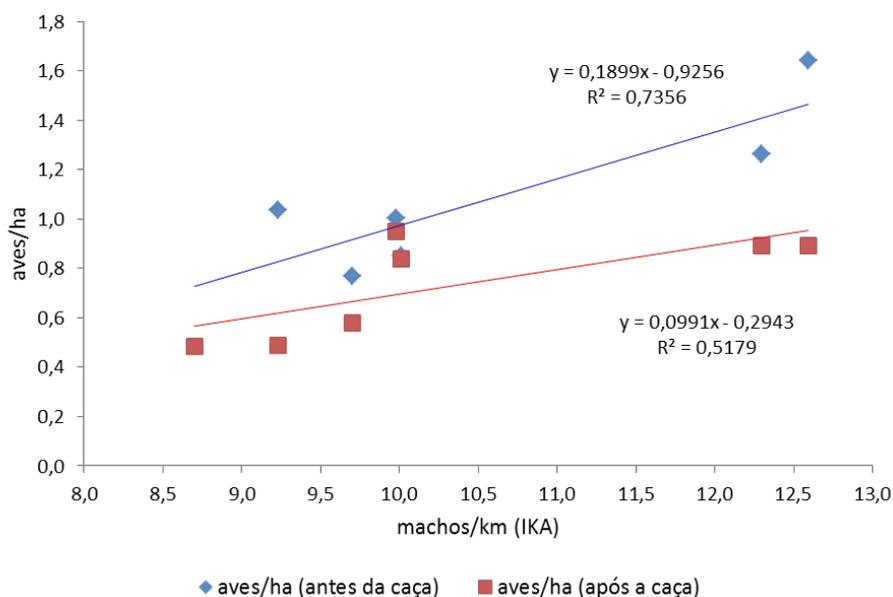
Assim, foi possível estimar a abundância, traduzida num índice cinagético de abundância (ICA=número de codornizes observadas/hora/caçador) e estimar a relação de sexos na população.

Na ilha de São Miguel o período de caça à codorniz decorre em Dezembro e é permitido caçar apenas aos domingos de manhã, até 5 exemplares por caçador e por jornada de caça.

A recolha de informação em período de caça também foi recentemente implementada em outras ilhas, nomeadamente na Graciosa, na Terceira e no Faial. Em Santa Maria, e também nas Flores e Corvo, como referido anteriormente, não é permitida a caça à codorniz. No Pico só é permitido caçar à codorniz durante um dia, em Dezembro, e numa área muito reduzida. Em São Jorge o número total de caçadores é reduzido e muito poucos procuram esta espécie. Assim, nas ilhas em que se caça à codorniz, dada a heterogeneidade entre elas na forma como a atividade cinagética se desenvolve, só em algumas a recolha de informação em período de caça fornece uma amostra adequada. Neste trabalho serão apresentados resultados provenientes da aplicação desta metodologia em São Miguel, de onde existe já um volume de informação importante.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de machos a vocalizar por quilómetro (IKA) está correlacionado com a densidade de aves estimada com cão de parar antes do período de caça ( $r=0,86$ ;  $p<0,05$ ) mas não com a densidade após o período de caça ( $r=0,62$ ;  $p>0,05$ ) (Figura 5). Em Junho/Julho, no censo de machos a vocalizar, além de machos adultos, nascidos em épocas de reprodução anteriores, estarão também a ser contabilizados jovens machos nascidos na parte inicial da época de reprodução e que neste período já participarão no “coro” matinal. Isto fará com que só a densidade estimada antes da época de caça esteja correlacionado com o número de machos a vocalizar por quilómetro.

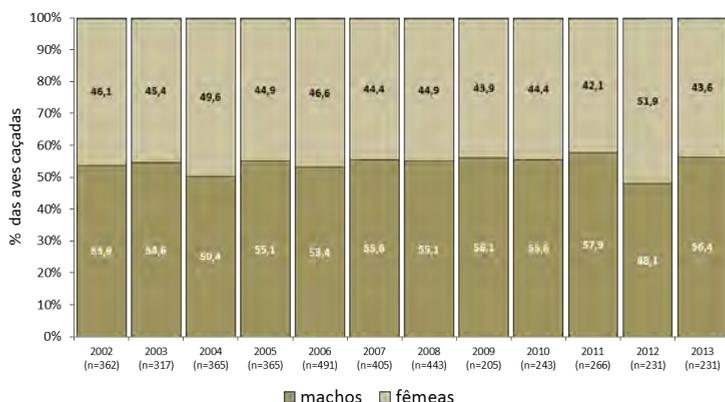


**Figura 5.** Relação entre o número médio de machos a vocalizar por quilómetro [machos/km (IKA)] e o número médio de aves levantadas por hectare com cão de parar antes (Novembro) e depois (Janeiro) do período de caça.

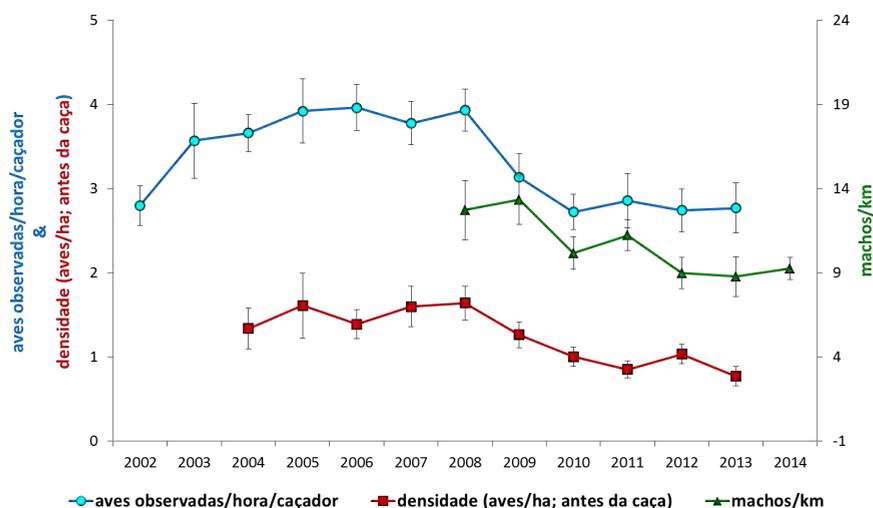
A análise do sexo das aves abatidas, na posse dos caçadores quando estes foram contactados pelos Guardas Florestais, em dia de caça, permitiu verificar que, de uma forma geral, a população apresenta todos os anos uma razão de sexos ligeiramente

favorável aos machos (Figura 6). Não se observaram diferenças significativas na frequência relativa de machos e fêmeas ao longo dos anos ( $=8,6$ ;  $p>0,05$ ); ou seja, a razão de sexos manteve-se estável. Analisando a razão de sexos em cada ano, verificou-se que, no total de doze anos, ela só foi significativamente diferente de um (situação de igual número de machos e fêmeas) em 3 anos: 2007 ( $=4,6$ ;  $p<0,05$ ), 2008 ( $=4,2$ ;  $p<0,05$ ) e 2011 ( $=6,3$ ;  $p<0,05$ ). Estes resultados são importantes para a interpretação dos resultados dos censos de machos a vocalizar em Junho/Julho: a fração da população acessível com este método é a masculina; se a razão de sexos é quase sempre próxima de um, a variação interanual da abundância estimada com os censos de machos em período de reprodução será representativa da variação do efetivo populacional como um todo.

Os valores do índice cinegético de abundância (ICA) e da densidade estimada com cão de parar (aves/ha) antes do período de caça estão significativamente correlacionadas ( $r=0,92$ ;  $p<0,001$ ; Figura 7; sobre o tamanho das amostras analisadas anualmente, para cada variável, ver Tabela 2). Portanto, o ICA, estimado a partir da informação recolhida junto dos caçadores, tal como o número de machos a vocalizar por quilómetro (cuja variação interanual está também representada na Figura 7) será também um método fiável para a monitorização da tendência do efetivo de codorniz ao longo dos anos. No caso concreto da ilha de São Miguel é possível verificar (Figura 7) que entre 2003 e 2008 os níveis de abundância mantiveram-se em valores mais elevados e estáveis, nos dois anos seguintes, a abundância baixou, e desde 2010 mantém-se relativamente estável, a um nível inferior ao observado entre 2003 e 2008.



**Figura 6.** Variação interanual das percentagens de machos e fêmeas obtidas a partir de aves abatidas durante o período de caça (Dezembro). Número de aves analisadas em cada ano entre parêntesis (n).



**Figura 7.** Variação interanual do índice de abundância cinegética (ICA= $n^{\circ}$  de aves observadas/hora/caçador), da densidade (aves/ha) estimada com cão de parar, em Novembro, antes do período de caça e do número de machos a vocalizar por quilómetro (machos/km) em Junho/Julho. Valores: média  $\pm$  erro padrão. Sobre o tamanho das amostras analisadas anualmente, para cada variável, ver Tabela 2.

**Tabela 2.** Tamanho das amostras analisadas anualmente para estimar o índice cinegético de abundância ( $n^{\circ}$  de jornadas de caça registadas), a densidade de aves ( $n^{\circ}$  de parcelas prospectadas com cão de parar) e o número de machos a vocalizar por quilómetro (machos/km) em Junho/Julho. Os valores médios ( $\pm$  erro padrão) da duração das jornadas, da área das parcelas e do comprimento dos percursos foram, respetivamente,  $1,85 \pm 0,02$  h,  $1,6 \pm 0,016$  ha e  $2437,3 \pm 95$  m.

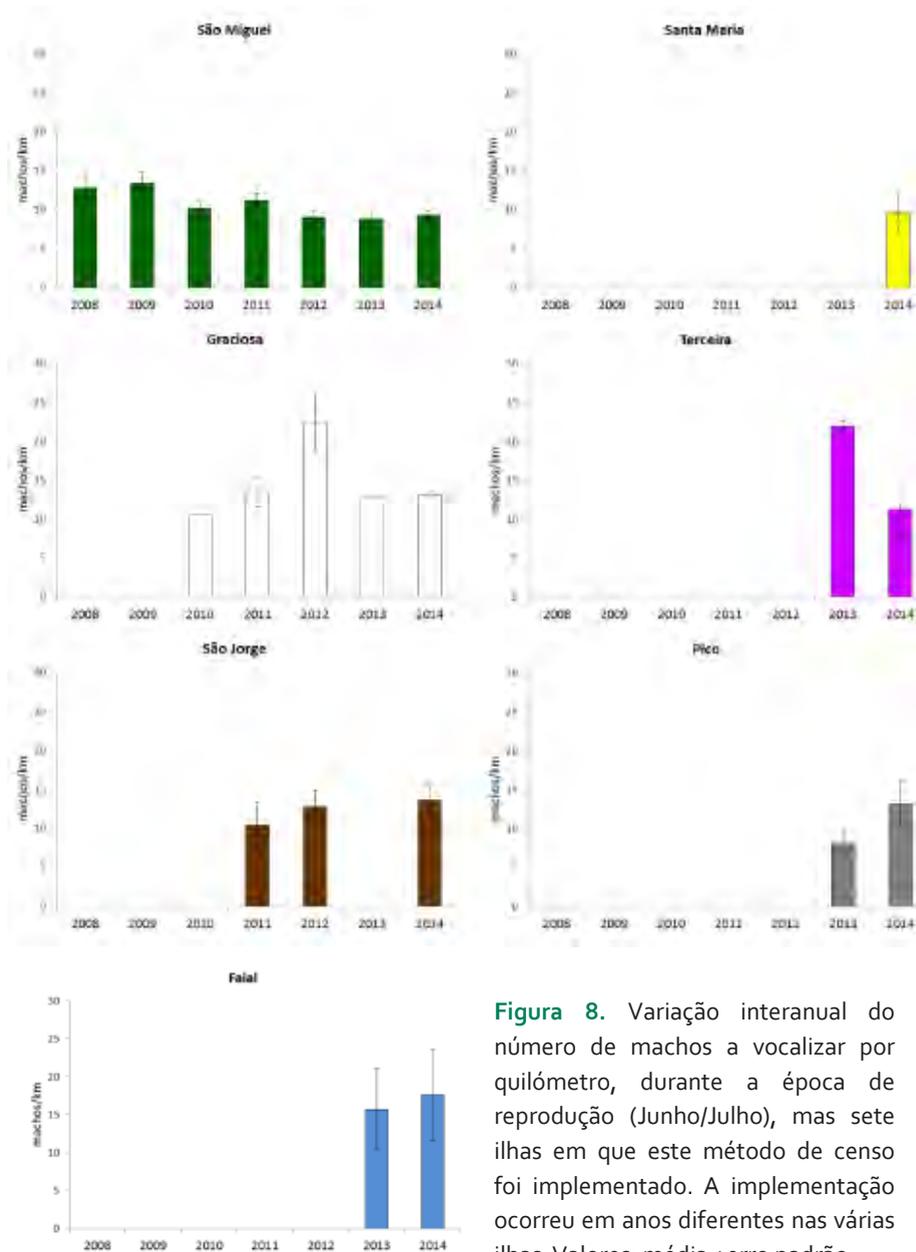
ano	nº de jornadas de caça registadas	nº de parcelas prospectadas com cão de parar	nº de percursos efetuados para registo de machos
2002	129	-	-
2003	112	-	-
2004	107	79	-
2005	114	44	-
2006	138	269	-
2007	132	278	-
2008	123	258	8
2009	79	284	6
2010	70	255	8
2011	102	248	7
2012	88	246	8
2013	61	242	7

Na Figura 8 é apresentada a variação interanual da abundância de codorniz em cada uma das sete ilhas em que foi implementada a metodologia de censo em época de reprodução: número de machos a vocalizar por quilómetro de percurso efetuado a pé. O ano de início da implementação desta metodologia variou entre ilhas (por exemplo, em Santa Maria só no presente ano, 2014, foi possível a implementação). Como explicado anteriormente, as ilhas do grupo ocidental, Flores e Corvo não foram abrangidas. Volta-se a apresentar a variação da abundância em São Miguel; todos os gráficos têm a mesma escala de valores.

O mais importante em termos de gestão e conservação da codorniz nas ilhas, será ter dados que permitam avaliar a tendência da abundância ao longo do tempo. Em algumas ilhas a informação disponível ainda é escassa. A comparação dos níveis de abundância entre ilhas não deverá ser direta. É necessário ter em conta que as ilhas têm tamanhos muito diferentes e a área de habitat adequado à codorniz em cada uma é também muito variável. Na Tabela 4 apresentam-se os valores da área total de cada uma das sete ilhas em que foram realizados censos de machos a vocalizar em época de reprodução, a estimativa da respetiva área ocupada por culturas agrícolas (habitat potencialmente propício para a codorniz) entre o nível do mar e os 350 m de altitude e a percentagem que esta última área representa em relação à área total. Nos Açores a codorniz só esporadicamente surge a mais de 350 m de altitude. Portanto, pela análise da Tabela 3 será possível verificar que o efetivo populacional variará consideravelmente entre ilhas. Devido à maior área de culturas agrícolas, as ilhas de São Miguel e Terceira terão o maior efetivo de codorniz.

**Tabela 3.** Área total de cada uma das sete ilhas açorianas em que foram realizados censos de machos a vocalizar em época de reprodução, respetiva área ocupada por culturas agrícolas (habitat potencialmente propício para a codorniz) entre o nível do mar e os 350 m de altitude e percentagem da área total ocupada pelas referidas culturas agrícolas.

ilhas	área tota (km <sup>2</sup> )	área agrícola (km <sup>2</sup> )	% de área agrícola
São Miguel	746,8	304,2	40,7
Santa Maria	97,4	52,8	54,4
Terceira	402,2	187,3	46,6
Graciosa	62,0	50,2	81,0
São Jorge	237,6	40,4	17,0
Pico	447,0	61,4	13,7
Faial	172,4	65,4	37,9



**Figura 8.** Variação interanual do número de machos a vocalizar por quilómetro, durante a época de reprodução (Junho/Julho), mas sete ilhas em que este método de censo foi implementado. A implementação ocorreu em anos diferentes nas várias ilhas. Valores: média  $\pm$  erro padrão.

## CONCLUSÕES

Na ilha de São Miguel experimentaram-se diferentes metodologias para avaliar anualmente a abundância de codorniz. Um delas, a prospeção com cão de parar, antes e após o período de caça (Dezembro), permitiu obter valores de densidade (aves/ha). As exigências logísticas deste método levaram à experimentação de um outro: escuta de machos ao amanhecer, em percursos lineares realizados a pé, entre Junho e Julho. Os valores de abundância relativa (machos/km) obtidos por este último revelaram-se correlacionados com as densidades determinadas com cão de parar antes da época de caça. Assim, ao ser igualmente fiável na sensibilidade a variações na abundância, a escuta de machos permite uma monitorização mais abrangente e atualmente é utilizada em sete ilhas Açorianas. Em São Miguel também é recolhida informação junto dos caçadores, em dia de caça, que permite estimar um índice cinegético de abundância (ICA = número de codornizes levantadas/hora/caçador). Este índice, revelou-se igualmente bem correlacionado com a densidade obtida com cão de parar, pelo que constitui outro método alternativo ou complementar para a monitorização da abundância de codorniz.

## AGRADECIMENTOS

Agradece-se a todos os elementos de todos os Serviços Florestais de ilha que contribuíram para a recolha dos dados utilizados neste trabalho, nomeadamente através da execução de censos e da fiscalização dos caçadores.

## REFERÊNCIAS

- [1] Hartert, E. (1917). On the forms of *Coturnix coturnix*. *Novitates Zoologicae* 24, 420-425.
- [2] Equipa Atlas (2008). Atlas das Aves Nidificantes em Portugal, 1999-2005., Lisboa, Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, Parque Natural da Madeira e Secretaria Regional do Ambiente e do Mar. Assirio & Alvim.
- [3] Mur P. 1994. Contribution à la gestion des populations paléarctiques de caille de blés (*Coturnix coturnix coturnix*) dans la phase européenne de son cycle annuel. Diplome doctoral de recherché en sciences, Université de Rennes I, 186pp.
- [4] Guyomarc'h J.C. Mur P. & Boutin J.M. 1998. Méthode de recensement des cailles dès blés au chant. *Bull. Mens. Off. Nation. Chasse*, 231:4-11.
- [5] Saint-Jalme, M., Guyomarc'h, J.-C. & Hémon, Y. A. (1987). Les critères d'identification de la Caille des Blés. *Bull. Mens. O.N.C.*, 116: 25-29.

[6] Saint-Jalme, M. (1990). La reproduction chez la Caille des Blés (*Coturnix coturnix coturnix*). **Études expérimentales des cycles saisonniers et la variabilité interindividuelle. Thèse pour obtenir le titre de Docteur de l'Université de Rennes 1.**

[7] Saint-Jalme, M. & Guyomarc'h, J.-C. (1995). Plumage development and moult in the European Quail (*Coturnix c. coturnix*): criteria for age determination. *Ibis*, 137: 570-581.



## OTROS LIBROS EDITADOS

---

**2013.** Avances en la Investigación de los Recursos Hídricos en Islas y Terrenos Volcánicos. Madrid: Colegio de Ingenieros de Montes, pp. 274. ISBN 978-84-616-3860-4

**2013.** Hidrología y Recursos Hídricos en Islas y Terrenos Volcánicos. Métodos, Técnicas y Experiencias en las Islas Canarias. Madrid: Colegio de Ingenieros de Montes, pp. 556. ISBN 978-84-616-3858-1

**2013.** Environmental Security, Geological Hazards and Management. Tenerife: Universidad de La Laguna, pp. 233. ISBN 978-84-616-2005-0

**2013.** Ingeniería Forestal y Ambiental en Medios Insulares. Técnicas y Experiencias en las Islas Canarias. Madrid: Colegio de Ingenieros de Montes, pp 654. ISBN 978-84-616-3859-8, pp 477. ISBN 978-84-616-5397-3

**2014.** Climate Change and Restoration of Degraded Land. Madrid: Colegio de Ingenieros de Montes, pp. 589. ISBN 978-8-617-1377-6

**2014.** Natural Hazards & Climate Change. Madrid: Colegio de Ingenieros de Montes, pp. 211. ISBN 978-84-617-1060-7

**2015.** Restauración de Cubierta Vegetal y Espacios Degradados en la Región de la Macaronesia. Madrid: Colegio de Ingenieros de Montes, (en preparación).

**2015.** Ingeniería Geológica en Terrenos Volcánicos. Métodos y Experiencias en las Islas Canarias. Madrid: Ingeopress, (en preparación).

