

**INFORME del CONTRATO MENOR 2018/08:
«Estudio de los efectos del cambio climático sobre la
flora de la alta montaña en Aragón “Proyecto GLORIA-
Aragón” y mantenimiento de la red de termómetros.
Año 2018»**



José Luis Benito Alonso
Doctor en Biología
Jolube Consultoría Ambiental



Jaca, noviembre de 2018

INFORME del CONTRATO MENOR 2018/08:

«Estudio de los efectos del cambio climático sobre la flora de la alta montaña en Aragón, “Proyecto GLORIA-Aragón” y mantenimiento de la red de termómetros. Año 2018»

Unidad administrativa que lo propone:

Servicio de Cambio Climático y Educación Ambiental

Dirección General de Sostenibilidad

Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad

Gobierno de Aragón

Realiza: José Luis Benito Alonso (Jolube Consultoría Ambiental)



Foto de portada: *Jasione laevis* en el pico de las Tres Güegas (GUE), zona piloto ES-SPY

Contenido

1. Resumen	5
2. Objeto de la propuesta	5
3. Antecedentes	5
3.1.El proyecto GLORIA	6
3.2.Implicación de Aragón en el proyecto GLORIA	7
3.3.Justificación de los trabajos	9
4. Metodología.....	10
5. Repetición del muestreo de la zona piloto ES-SPY (Pirineo silíceo).....	11
5.1.Desarrollo de los trabajos, resultados preliminares e incidencias reseñables	11
5.2.Pico de las Tres Güegas (GUE), 2302 m (ecotono piso subalpino-alpino)	11
5.3.Vértice de Anayet (ANA), 2555 m (piso alpino inferior)	12
5.4.Pico Bacías (BAC), 2758 m (piso alpino superior)	12
5.5.Robiñera-Morrón de Sobresplucas (ROB), 2827 m (ecotono piso alpino superior-subnival).....	12
6. Trabajos de mantenimiento de la red GLORIA-ARAGÓN.....	13
6.1.Logística, material y métodos	13
6.2.Equipo de trabajo.....	14
7. Mantenimiento de la zona piloto ES-CPY (Ordesa, Pirineo calizo)	14
7.1.Punta Acuta (ACU), 2242 m, (ecotono subalpino-alpino).....	14
7.2.Punta Custodia o Arrablo (CUS), 2519 m (Piso alpino inferior)	15
7.3.Punta Tobacor (TOB), 2779 m (Piso alpino superior)	15
7.4.Punta de las Olas (OLA), 3022 m (Piso subnival).....	16
8. Mantenimiento de la zona piloto ES-MON (Sistema Ibérico, Moncayo).....	16
8.1.Desarrollo de los trabajos, resultados preliminares e incidencias reseñables	17
8.2.Peña Negrilla (NEG), 2116 m.....	17
8.3.Peña Lobera (LOB), 2226 m.....	17
8.4.Morca (MOR) (Alto del Corralejo o del Collado de las Piedras), 2274 m.....	17
8.5.Moncayo o Pico de San Miguel (MON), 2314 m	17
9. Resultados preliminares de los datos de temperatura de la red GLORIA-Aragón.....	18
9.1.Las temperaturas en la zona piloto ES-CPY (Pirineo calizo).....	18
9.2.Las temperaturas en la zona piloto ES-SPY (Pirineo silíceo)	25
9.3.Las temperaturas en la zona piloto ES-MON (Sistema Ibérico - Moncayo).....	32
10.Resultados preliminares. Cambios en la flora en ES-SPY	39

10.1. Diferencias entre las especies localizadas en Tres Güegas-GUE (2302 m) en 2011 y 2018	39
10.2. Diferencias entre las especies localizadas en el Vértice de Anayet-ANA (2555 m) en 2011 y 2018.....	40
10.3. Diferencias entre las especies localizadas en Bacías-BAC (2731 m) en 2011 y 2018.....	40
10.4. Diferencias entre las especies localizadas en Robiñera-Morrón de Sobresplucas-ROB (2827) en 2011 y 2018	40
10.5. Tablas de presencia/ausencia de especies de las 4 cimas ES-SPY.....	41
10.5.1. Taxones presentes en Punta de las Tres Güegas-GUE (2302 m)	41
10.5.2. Taxones presentes en Vértice de Anayet-ANA (2555 m).....	43
10.5.3. Taxones presentes en Bacías-BAC (2731 m)	45
10.5.4. Taxones presentes en Robiñera, Morrón de Sobresplucas-ROB (2827 m).....	47
10.6 Las bases de datos de GLORIA en GrassPlot	48
11. Posibles consecuencias del calentamiento global sobre la flora de alta montaña	49
11.1. El ascenso altitudinal de las especies de flora	49
11.2. Microtopografía y microclimas en alta montaña	50
11.3. La importancia del pastoreo	51
11.4. Actividad biológica del suelo.....	51
11.5. El cierre de las masas boscosas.....	52
12. Bibliografía	53
13. ANEXO FOTOGRÁFICO	57
14. ANEXO II. Fichas de campo del segundo muestreo de la ZP ES-SPY (Pirineo silíceo)	69

1. Resumen

El objetivo del proyecto de investigación *GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments* o Iniciativa para la investigación y el seguimiento global de los ambientes alpinos), es el estudio comparativo de los impactos del cambio climático en la flora vascular de la alta montaña. Para ello, se ha establecido una red de seguimiento a largo plazo, en cimas de más de 100 cordilleras de los cinco continentes. Consiste en una serie de parcelas permanentes para el muestreo de la flora, que al repetirse cada siete años nos permite hacer comparaciones y ver la evolución de la vegetación de la alta montaña. Además, incluye una red de termómetros automáticos (cuatro en cada cima) que monitorizan la temperatura del suelo, lo que nos permite saber la evolución del periodo apto para el desarrollo de las plantas, es decir, el periodo vegetativo.

Al analizar los datos de temperatura que hemos ido obteniendo todos estos años, a pesar de las variaciones interanuales vemos cómo hay una tendencia a un aumento de las temperaturas medias que se traduce en un aumento del periodo vegetativo.

En un análisis de sólo siete años que hicimos con los datos conjuntos de las cimas europeas del proyecto GLORIA (2001-2008), ya constatamos este calentamiento que ahora se ve confirmado. En aquel estudio se ponía de manifiesto que ello estaba provocando la colonización de especies de las zonas más bajas, que paulatinamente van llegando a las cimas. En las montañas del norte de Europa está provocando un enriquecimiento de la flora alpina. Sin embargo, a medida que descendemos a latitudes más bajas, como en los Pirineos o más significativamente en las montañas mediterráneas, el aumento de temperatura comporta un aumento de la evapotranspiración, por lo que algunas de las especies de la alta montaña mediterránea se están empezando a hacer más raras y pueden llegar a desaparecer, siendo sustituidas por especies de ambientes actuales más cálidos.

2. Objeto de la propuesta

Los objetivos de esta propuesta son dos: el primero, repetir los muestreos de flora alpina de la zona piloto (ZP) Valle de Tena-Pirineo Silíceo ES-SPY, que se realizó por primera vez en 2011. El segundo, descargar los datos y comprobar el correcto funcionamiento de los termómetros automáticos dispuestos en las cimas 12 de las tres ZP del Proyecto Gloria en Aragón (Ordesa-Pirineo Calizo ES-CPY, Valle de Tena-Pirineo Silíceo ES-SPY y Moncayo ES-MON, cuatro en cada una de ellas, 48 en total), lo que incluye sustituir alguno si hiciera falta, así como recolocar las estacas que se hayan perdido y repintar las marcas borradas o deterioradas.

3. Antecedentes

El incremento de temperatura atmosférica debido a causas antrópicas, sus adversas consecuencias en los procesos ecológicos y las negativas afecciones sobre nuestro modo de vida, dan lugar a la Convención Marco de Naciones Unidas de Lucha Contra el Cambio Climático, y en su desarrollo, al Protocolo de Kioto de 1997, orientado básicamente a la reducción y control de las emisiones de los llamados gases de efecto invernadero (GEI).

El Gobierno de España ha puesto en marcha, entre otras iniciativas, la Estrategia Española de Lucha contra el Cambio Climático y de Energía Limpia (EECCEL) aprobada el 11 noviembre de 2007 y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. La puesta en marcha de ambos planes implica una participación activa de las Comunidades Autónomas (CC. AA.), tanto en su elaboración como en su desarrollo, con el fin de conseguir un cambio hacia el uso eficiente de la energía por parte de toda la sociedad.

En este contexto, la Comunidad Autónoma de Aragón ha puesto en marcha la Estrategia Aragonesa de Cambio Climático y Energías Limpias (EACCEL), como referencia en Aragón en cuanto a objetivos y líneas de acción que, de modo coordinado con la Estrategia Española, contribuya desde esta comunidad autónoma a cumplir con los compromisos establecidos en la planificación nacional e internacional. Al mismo tiempo y con la misma importancia, la Estrategia debe ser la base para la elaboración de los planes de acción que las entidades aragonesas pongan en práctica.

En este sentido, una de las herramientas básicas para alcanzar el objetivo de referencia para la reducción de GEI en la comunidad autónoma de Aragón, establecidos por la EACCEL, está la de “Fomentar la investigación, el desarrollo y la innovación” en los diez sectores que contempla la actuación entre los que se encuentran los recursos naturales y biodiversidad.

Entre las líneas de actuación de adaptación a escala autonómica contempladas por la EACCEL está la número “4.3.3.1.4. Creación de una red de seguimiento ecológico de los efectos del cambio climático sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos en Aragón, tomando como referencia los hábitats y taxones a priori más sensibles y especialmente los integrados en espacios protegidos y de la Red Natura 2000”.

3.1. El proyecto GLORIA

En este sentido, el proyecto de investigación *GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments* o Iniciativa para la investigación y el seguimiento global de los ambientes alpinos), liderado por la universidad de Viena (Austria), tiene por objeto establecer una red para la observación a largo plazo y el estudio comparativo de los impactos del cambio climático en la biodiversidad de la alta montaña (Grabherr & al., 2000; Pauli & al., 2004, 2015) en las principales cordilleras de los cinco continentes (figura 1).

El objetivo final del proyecto *GLORIA* consiste en vislumbrar los riesgos de pérdidas de biodiversidad así como la vulnerabilidad de los ecosistemas de la alta montaña ante la presión del cambio climático. A este fin, las observaciones sobre las especies llevadas a cabo *in situ* nos parecen cruciales, ya que las comunidades vegetales no responderán al calentamiento climático como conjunto, sino que cada especie componente dará su propia respuesta. Lo que para una especie es demasiado cálido, para otra puede ser apropiado o allí donde una especie responde con una migración, otra puede ver muy restringidas las posibilidades de desplazarse hacia nuevos hábitats. Así pues, la migración de las especies provocada por el calentamiento del clima conduciría a nuevas combinaciones, tanto en el lugar estudiado como en nuevos parajes.

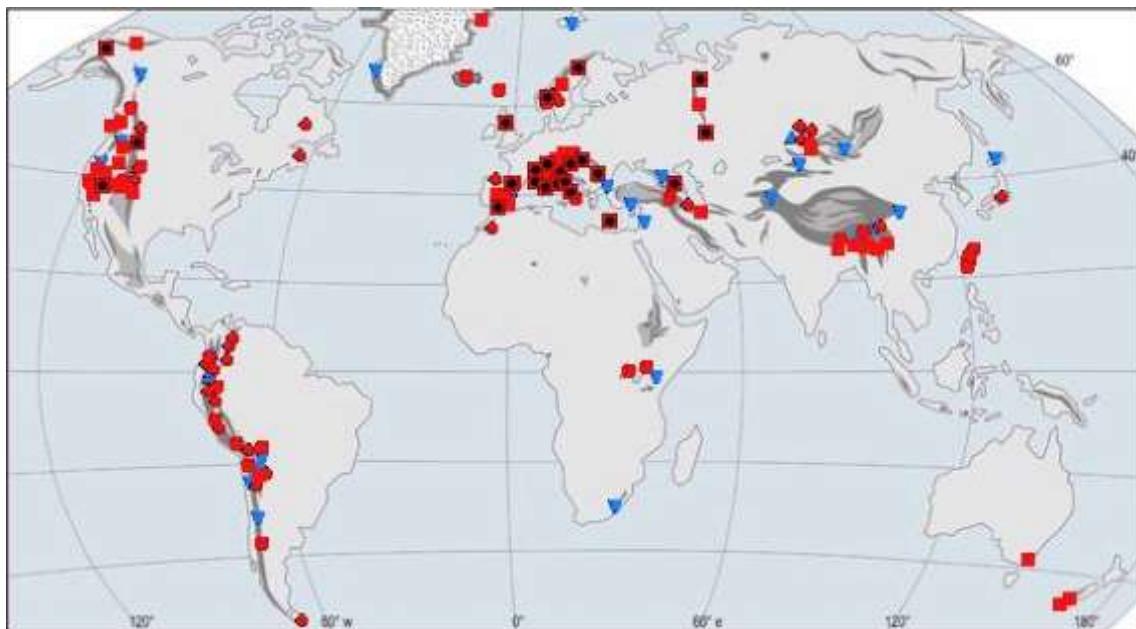


Figura 1. Mapa mundial donde están representadas las 130 zonas piloto de muestreo de flora alpina con metodología GLORIA (junio de 2017)

En consecuencia, los objetivos básicos del *Estudio de las cimas* en el ámbito de GLORIA son los siguientes:

- (a) Suministrar datos estándar cuantitativos sobre las diferencias altitudinales en la riqueza de especies, composición específica, cobertura de la vegetación, temperatura del suelo y período de innivación en las cordilleras de todo el Mundo.
- (b) Calibrar los riesgos potenciales de pérdidas de biodiversidad por causa del cambio climático mediante la comparación de los patrones actuales de distribución de las especies y sus comunidades con los factores ambientales, todo ello a lo largo de gradientes verticales y horizontales (biogeográficos).
- (c) Aportar información básica para el seguimiento y observación a largo plazo de especies y vegetación con el fin de detectar los cambios inducidos por el clima en la cobertura de la vegetación y en su composición específica, así como en la migración de las especies, a intervalos de 7 años.
- (d) Cuantificar los cambios temporales de biodiversidad y vegetación de modo que los datos obtenidos nos permitan simular situaciones ante los diversos riesgos de pérdida de biodiversidad e inestabilidad de los ecosistemas.

3.2. *Implicación de Aragón en el proyecto GLORIA*

Aragón participa en este proyecto desde 2000, primero a través del Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC de Jaca (Huesca), con el establecimiento de una zona piloto de referencia en el Pirineo central calizo (ES-CPY), concretamente en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP), habiéndose realizado hasta el momento tres campañas de estudio, en 2001 y 2008 (Villar & Benito, 2003 a, b) y 2015.

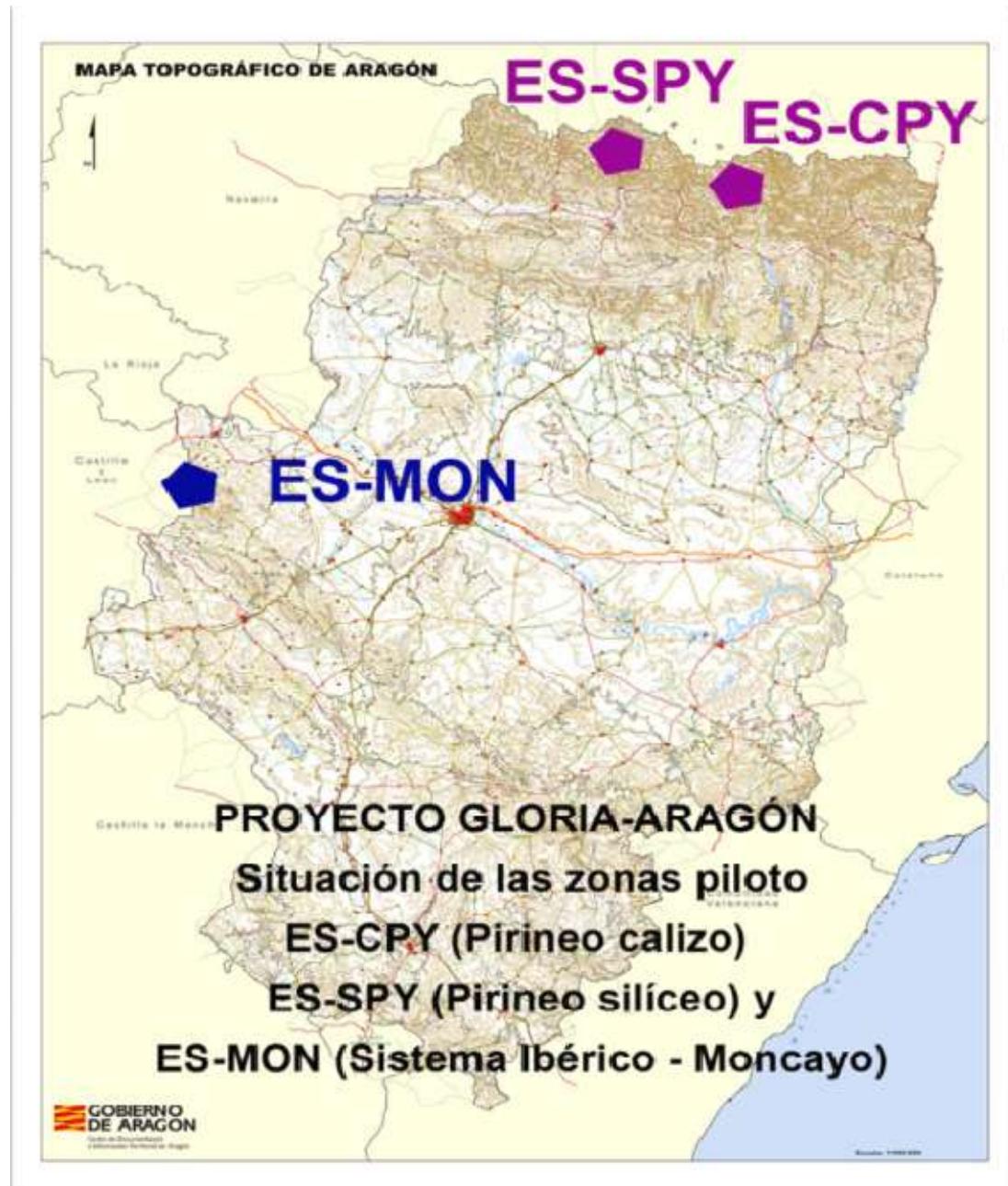


Figura 2. Ubicación en Aragón de las zonas piloto del proyecto GLORIA-ARAGÓN.

El Gobierno de Aragón se suma a esta iniciativa, en el año 2008, ayudando con la repetición de los muestreos realizados en la zona piloto ES-CPY del PNOMP, dando apoyo logístico y de personal del propio parque nacional y de la empresa pública SODEMASA, así como una pequeña ayuda económica aportada por dicha empresa¹.

¹ Benito Alonso, J.L. (2008). *Informe de actividad del Proyecto GLORIA - 2008 en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*. 47 pp. Informe inédito para la Unidad de Investigación del PNOMP. Sociedad de Desarrollo Medioambiental de Aragón, S.L.U. – Gobierno de Aragón.

Por otra parte, en 2009 el Gobierno de Aragón encarga un informe² sobre la información disponible de elementos de la biodiversidad aragonesa más vulnerables ante los efectos del cambio climático. En dicho trabajo, entre los indicadores seleccionados para el seguimiento de los efectos del CC sobre la flora se propone la ampliación de la red GLORIA.

Siguiendo dicha recomendación, en 2010 las Direcciones Generales de Calidad Ambiental y de Conservación del Medio Natural, del entonces Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón (ahora Desarrollo Rural y Sostenibilidad), encargan un informe para localizar posibles nuevas zonas piloto GLORIA en Aragón³, y completar así la red en la comunidad autónoma. En dicho informe se propone ampliar la red GLORIA-ARAGÓN al Pirineo silíceo y al Sistema Ibérico. De esta forma, en 2011 Gobierno de Aragón cofinancia, con fondos FEDER de la UE, el establecimiento de una zona piloto en el Pirineo silíceo, concretamente en los valles de Tena y Bielsa (bajo el acrónimo ES-SPY), mientras que en 2012 encarga el establecimiento de otra zona piloto en la alta montaña mediterránea, en concreto en el Sistema Ibérico-Moncayo (ES-MON).

Con estas ampliaciones, la C.A. de Aragón se pone a la cabeza de estos estudios a nivel español y europeo, ya que ninguna otra región alberga tres zonas piloto GLORIA.

3.3. Justificación de los trabajos

Hasta la puesta en marcha del proyecto GLORIA, sólo se tenían datos de estudios locales que evidenciaban muestras de efectos del calentamiento global sobre la vegetación, pero no había una red coherente y global que permitiera ver los efectos del cambio climático sobre estos ecosistemas desde una perspectiva mundial.

En estos momentos GLORIA lleva ya en marcha diecisiete años en las 17 zonas piloto (ZP) de Europa en las que se inició el estudio (incluye el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido) en 2001. Es sin duda la serie de datos sobre flora y temperatura del suelo, en alta montaña, más larga que existe, de forma simultánea y coordinada en Europa. Además, se han ido agregando muchas más montañas (como en nuestro caso las del Pirineo silíceo y el Moncayo), de forma que ahora ya hay zonas piloto GLORIA en todos los grandes macizos montañosos del mundo, hasta completar 130. Se trata sin duda de la mayor red global de estudio de un ecosistema.

En las 17 zonas piloto iniciales se repitió el muestreo en 2008 y en verano de 2015 realizamos la segunda repetición, gracias a la financiación del Gobierno de Aragón y de fondos

² *Revisión, análisis y propuesta de trabajo sobre la información disponible de elementos de la biodiversidad aragonesa más vulnerables ante los efectos del cambio climático*. Diciembre de 2009. Consultores en Biología de la Conservación, S.L. para la Dirección General de Calidad Ambiental y Cambio Climático del Gobierno de Aragón.

³ Benito Alonso, J.L. (2010). *Puesta en marcha de nuevas zonas piloto para el estudio de los efectos del cambio climático sobre la flora de la alta montaña en Aragón, con metodología GLORIA, año 2010 (GLORIA-ARAGÓN, 2010)*. 30 pp. Informe inédito para las Direcciones Generales de Desarrollo Sostenible y Biodiversidad, y Calidad Ambiental y Cambio Climático del Gobierno de Aragón.

FEDER de la Unión Europea. En 2018 hemos realizado la repetición del muestreo de la ZP Pirineo Silíceo (ES-SPY).

Gracias a la repetición cada 7 años de estos nuestros podremos ver los cambios producidos en la flora alpina, además de tener una serie continua de datos de temperatura del suelo en alta montaña.

Mientras tanto, es preciso realizar el mantenimiento de las ZP. Se trata de ir todos los años a cada cima para comprobar el correcto funcionamiento de los termómetros automáticos, descargar sus datos, cambiar baterías, así como recolocar las estacas que se hayan perdido y repintar las marcas borradas o deterioradas. Si algún termómetro fallara habría que reponerlo lo antes posible.

4. Metodología

La metodología usada para los trabajos objeto de esta propuesta es la especificada por el *Manual para el trabajo de campo del Proyecto GLORIA*⁴ en su versión 5^a, de 2015, accesible en sus versiones inglesa y española en la web del proyecto, www.gloria.ac.at.

En nuestro caso, el equipo de coordinación de GLORIA en Austria, revisó, actualizó y publicó en marzo de 2015, en inglés, la versión 5^a del Manual de campo, y nos encargó su traducción al español a José Luis Benito y Luis Villar. De esta manera desde 2015 trabajamos con la versión más actualizada del manual de campo y además en nuestro idioma.

Las modificaciones realizadas en el *Manual* han sido mejoras que han afectado tanto a la forma de hacer los recuentos de flora que se realizan en cada uno de los cuadrados de 1x1 m, como a los muestreos secundarios en las secciones de área cimera, haciéndolos más ágiles y rápidos, así como a la inclusión de actividades y muestreos complementarios que antes no estaban recogidos en la documentación del proyecto. Una parte de estas modificaciones ya las pusimos en práctica en los años 2011 y 2012 al establecer las zona piloto ES-SPY y ES-MON por en cargo del Gobierno de Aragón, con resultados satisfactorios⁵. En nuestro caso también hemos llevado a cabo una actividad complementaria como es la toma de muestras de suelo alpino gracias a la participación de Juan José Fernández, investigador ARAID del IPE-CSIC de Jaca.

⁴ Pauli, H.; Gottfried, M.; Lamprecht, A.; Niessner, S.; Rumpf, S.; Winkler, M.; Steinbauer, K. & Grabherr, G., coordinadores y editores (2015). *Manual para el trabajo de campo del proyecto GLORIA. Aproximación al estudio de las cimas. Métodos básicos, complementarios y adicionales. 5^a edición*. GLORIA-Coordinación, Academia Austriaca de Ciencias y Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida, Viena, Austria. 150 pp. Edición en español a cargo de Benito, J.L. & Villar, L., Jaca, España.

⁵ Benito Alonso, J.L. (2011). *Puesta en marcha de la zona piloto ES-SPY (Pirineo silíceo) con metodología GLORIA, para el estudio de los efectos del cambio climático sobre la flora de la alta montaña en Aragón, año 2011 (GLORIA-ARAGÓN, 2011)*. 24 pp. + 3 anexos. Informe inédito para las Direcciones Generales de Desarrollo Sostenible y Biodiversidad, y Calidad Ambiental y Cambio Climático del Gobierno de Aragón.

5. Repetición del muestreo de la zona piloto ES-SPY (Pirineo silíceo)

Siguiendo las prescripciones del *Manual para el trabajo de campo del Proyecto GLORIA* en su 5^a edición, los muestreos de flora alpina deben repetirse cada 7 años. Por ello, este año 2018 se han repetido los muestreos de campo en la zona piloto ES-SPY (Valle de Tena, Pirineo silíceo). Se incluye dentro de estos trabajos la descarga de los 16 termómetros automáticos repartidos en las cuatro cimas, así como el remarcado de las parcelas. Tres de las cuatro cimas están situadas el valle de Tena, la última en el valle de Chisagüés (Bielsa).

El trabajo de campo lo ha realizado el autor de este informe y contratista, José Luis Benito Alonso, con el apoyo de Luis Villar, Investigador Científico jubilado del Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC (IPE-CSIC), a los que se han sumado los biólogos María Jarne, Víctor Ezquerra, Héctor Miranda e Inés Carrasquer. Para la recogida de muestras de suelo hemos contado con Juan José Fernández, investigador ARAID del IPE-CSIC.

Al final del informe se puede consultar una copia de los datos que hemos tomado en las correspondientes fichas de campo. Toda esta información será incluida en una base de datos estandarizada y común para el proyecto GLORIA, albergada en la Universidad de Viena, y de la que quedará copia en el Gobierno de Aragón, en el Instituto Pirenaico de Ecología y el coordinador y responsable de este trabajo, José Luis Benito Alonso.

5.1. Desarrollo de los trabajos, resultados preliminares e incidencias reseñables



Mapa de situación de la ZP ES-SPY (Pirineo silíceo)

5.2. Pico de las Tres Güegas (GUE), 2302 m (ecotono piso subalpino-alpino)

Está situado junto al collado de Izas, que separa del valle del Aragón del Gállego. Se accede con vehículo todoterreno por la pista asfaltada de Formigal que lleva a la zona de Sarrios. Desde allí tomamos la pista de tierra que sube a la zona de Izas donde cogemos la pista

paralela al telesquí Escarra hasta donde éste acaba. Desde ese punto se llega a la cima andando en 10 minutos.

El muestreo en el Pico de las Tres Güegas (GUE), a 2302 m, se realizó los días 25 y 26 de julio sin que haya que reseñar ninguna novedad. Hemos podido descargar los datos correctamente. Se ha repuesto alguna estaca y hemos repintado marcas.

5.3. Vértice de Anayet (ANA), 2555 m (piso alpino inferior)

Se accede por la estación de Formigal, por una pista, asfaltada primero y de tierra después, desde la zona de Portalet hasta lo alto del telesilla de Batallero. Después se llega andando a la cima tras dos horas y media de caminata por la senda que pasa por los ibones de Anayet.

El muestreo en el Vértice de Anayet (ANA), 2555 m, se realizó los días 31 de julio y 3 de agosto. Hemos podido descargar los datos correctamente. Se ha repuesto alguna estaca y hemos repintado marcas.

En 2018 hemos advertido una mayor presencia de montañeros que en ocasiones anteriores. De hecho se han marcado rutas de carreras de montaña que pasan por esta cima que antes no existían.

5.4. Pico Bacías (BAC), 2758 m (piso alpino superior)

El acceso a este pico se puede realizar a pie desde el Balneario de Panticosa (1640 m), tomando la senda que sube hacia los ibones de Brazato y el collado de Batanes. Después allí nos desviamos del camino y tomamos rumbo sur sorteando el caos de bloques, sin tomar el camino que va al pico principal sino algo más hacia el este. Presenta un desnivel superior a los 1100 m y unas 5 horas de caminata. Por ello en esta ocasión hemos usado un helicóptero con base en Panticosa que nos permite optimizar el tiempo de trabajo y así poderlo realizar en un solo día.

El muestreo en el Pico Bacías (BAC), 2758 m, se realizó el día 13 de agosto, con acceso mediante helicóptero desde Panticosa, sin ninguna novedad que reseñar. En esta cima no hay cobertura de telefonía móvil por lo que concertamos una hora para que nos viniera a recoger el transporte aéreo.

Hemos podido descargar los datos correctamente. Se ha repuesto alguna estaca y hemos repintado marcas.

5.5. Robiñera-Morrón de Sobresplucas (ROB), 2827 m (ecotono piso alpino superior-subnival)

Se puede acceder por pista de tierra desde la localidad de Chisagüés, hasta un pequeño aparcamiento situado a 1900 m de altitud, en el paraje denominado fuente de Pietramula (1920 m). Al pico se llega andando por el camino que sube en dirección hacia el collado Las Puertas-La Munia. Nos desviamos del camino antes de llegar al collado, tomando la senda que va hacia el este en dirección a Robiñera. A unos 2700 m de altitud dejamos el camino y vamos a media ladera hacia el sur este en busca de esta cima secundaria de Robiñera.

Es un itinerario que cuesta algo más de 4 horas de caminata y tiene unos 1100 m de desnivel. Por ello hemos usado un helicóptero con base en Panticosa que nos permite optimizar el tiempo de trabajo y así poderlo realizar en un solo día.

El muestreo en el Robiñera-Morrón de Sobresplucas (ROB), 2827 m, se realizó el día 3 de septiembre, con acceso mediante helicóptero desde Panticosa.

Debemos reseñar que durante el mediodía en los alrededores se formó una tormenta que nos hizo temer que nos pudiera recoger el helicóptero. De hecho, aunque hay mala cobertura de telefonía móvil, conseguimos mandar un par de SMS para que el helicóptero nos viniera a buscar antes de la hora pactada con el fin de evitar la tormenta que se nos venía encima. Nos pudo recoger esquivando la tormenta y volvimos a Panticosa sin novedad.

Hemos podido descargar los datos correctamente. Se ha repuesto alguna estaca y hemos repintado marcas.

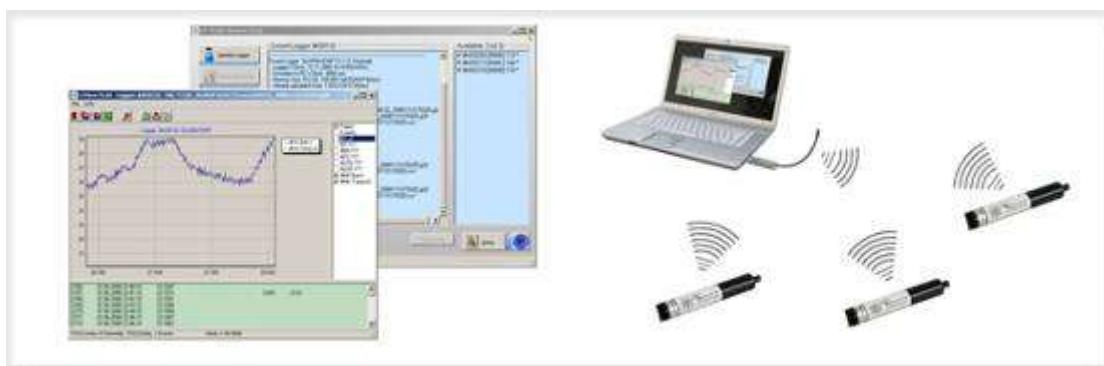
6. Trabajos de mantenimiento de la red GLORIA-ARAGÓN

Como ya hemos comentado, este estudio tiene una proyección a largo plazo y los muestreos de flora se repiten cada 7 años. Para que ello hay que hacer un mantenimiento anual de las zonas piloto para comprobar que todos los termómetros funcionen correctamente, descargar sus datos, relocalizar y en su caso reponer las estacas y marcas de las parcelas y observar cualquier otra eventualidad que surja y que pueda alterar el estudio.



6.1. Logística, material y métodos

La descarga de los termómetros de campo la hacemos con un ordenador portátil dotado de una antena de 433 MHz que permite la recogida inalámbrica de datos. El programa nos permite saber el estado en el que se encuentra la batería de los termómetros, así como hacer los ajustes que fueran precisos, como la sincronización de su reloj interno.



Estos termómetros automáticos tienen comunicación inalámbrica. Los datos se recogerán en el campo mediante un miniordenador provisto de una antena y un programa de descarga.

Las visitas a las 12 cimas de las tres zonas piloto de GLORIA-ARAGÓN (ES-CPY, ES-SPY y ES-MON) se realizaron desplazándonos en vehículo todoterreno hasta la base de las montañas y

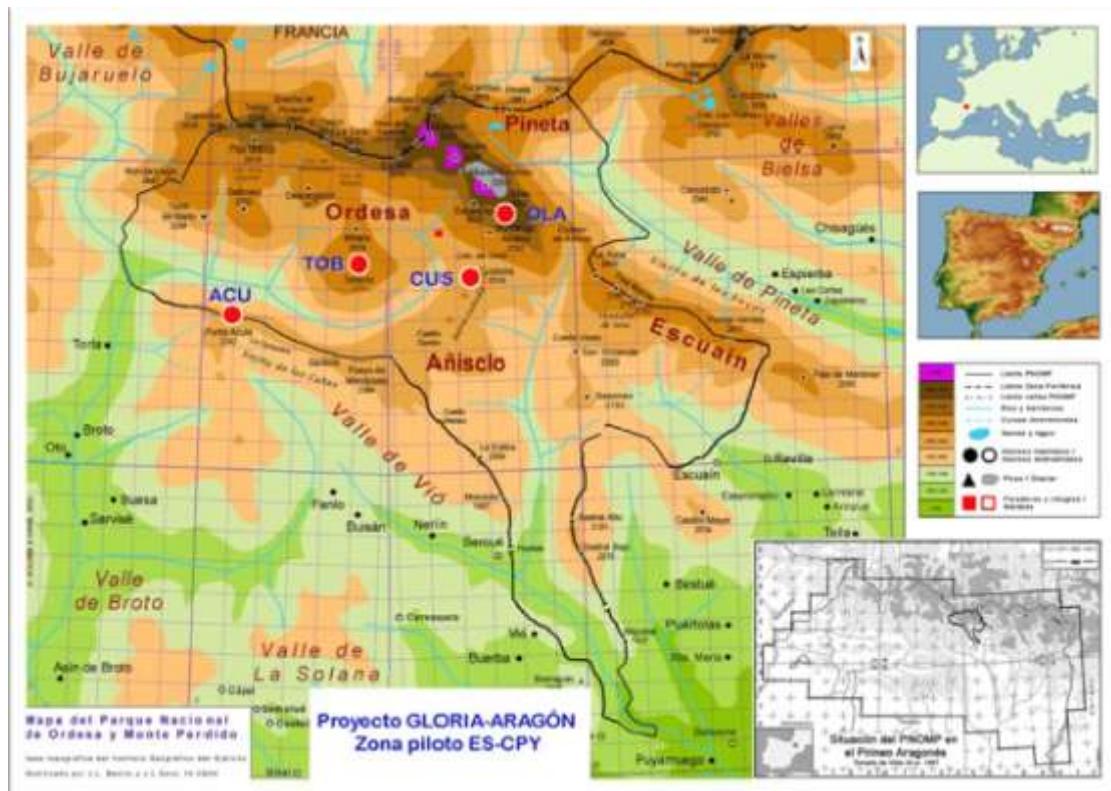
después ascendimos a pie. Como ya hemos comentado, en un par de caso aprovechamos el desplazamiento en helicóptero con motivo de la repetición de los muestreos de ES-SPY.

Como material de trabajo hemos usado cartografía básica, fotos en papel de las parcelas, formularios de localización, GPS, altímetro, termómetros de repuesto (modelo *Geo-Precision MLog5W Data logger*), cintas métricas, cámara de fotos digital, ordenador portátil, antena para comunicación con los termómetros, estacas metálicas y pintura en aerosol.

6.2. Equipo de trabajo

El trabajo de campo para descargar los termómetros de las ZP ES-CPY y ES-MON lo ha realizado el autor de este informe y contratista, José Luis Benito Alonso, con apoyo puntual de la bióloga Ana Isabel Acín Pérez, de Luis Villar, Investigador Científico jubilado del Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC (IPE-CSIC), y Juan José Fernández, investigador ARAID del IPE-CSIC.

7. Mantenimiento de la zona piloto ES-CPY (Ordesa, Pirineo calizo)



Panorámica y mapa de situación de la ZP ES-CPY (Pirineo calizo)

7.1. Punta Acuta (ACU), 2242 m, (ecotono subalpino-alpino)

Es la cima más baja a la que se accede en todoterreno por la pista de tierra que parte desde Torla y sube por Diazas en aproximadamente 45 minutos, la llamada pista de las Cutas. Se deja el vehículo al pie y en menos media hora se llega a la cima.

El día 19 de julio descargamos 3 de los 4 termómetros de Punta Acuta (ACU). Por desgracia, en la cara sur de Acuta los jabalíes hozaron en la zona de muestreo y ha desaparecido uno de los

termómetros. Es la primera vez que vemos hozadas de jabalí en los picos GLORIA, no es habitual que suban tanto.

Hemos procedido a sustituir el aparato desaparecido por otro nuevo. Los datos que faltan esperamos completarlos estimándolos a partir de la información procedente de las otras tres orientaciones.

Se ha repuesto alguna estaca y hemos repintado marcas.

Como muestreo complementario hemos recuperado las bolsas de té instaladas desde hace dos años para estudiar la actividad biológica del suelo a partir de la descomposición de la materia orgánica (Djukic & al., 2018). También hemos tomados muestras de suelo para hacer análisis de ADN que permitan determinar qué especies de flora microbiana habitan en el suelo de la alta montaña.

Desde hace dos años ya no pasta en esta zona el rebaño de cabras que venía de Torla, pues lo han trasladado al Cebollar. No obstante todavía siguen pastando ovejas.

7.2. Punta Custodia o Arrablo (CUS), 2519 m (Piso alpino inferior)

Realizamos el trabajo el día 19 de julio. Accedimos con vehículo todoterreno por la pista de tierra que parte desde Torla hasta el paraje denominado Cuello Gordo. Desde allí llegamos en hora y media a pie al pico.

Hemos podido descargar correctamente los datos de los termómetros. Se ha repuesto alguna estaca y hemos repintado marcas.

Hemos recuperado las bolsas de té instaladas desde hace dos años para estudiar la actividad biológica del suelo a partir de la descomposición de la materia orgánica (Djukic & al., 2018). También hemos tomados muestras de suelo para hacer análisis de ADN que permitan determinar qué especies de flora microbiana habitan en el suelo de la alta montaña.

Esta zona la recorren las ovejas de Casa Garcés de Fanlo, que tradicionalmente eran llevadas por el pastor Pelayo Noguero, que no dejaba que se estuvieran mucho tiempo en ninguna zona. Sin embargo, hemos constatado que desde que murió Pelayo en 2007, aunque el rebaño sigue subiendo al puerto va sin pastor, por lo que el ganado pasta sin control en el Parque, se mueve libremente por la zona y las ovejas tienen tendencia a subir a zonas cercanas a la cima, aunque por debajo de la zona de muestreo. Así, llevamos unos años viendo mayor cantidad de excrementos ladera abajo, fuera de la zona de muestreo, sobre todo en las exposiciones más soleadas, por la querencia que tiene el ganado a sestear en esta parte de la montaña.

7.3. Punta Tobacor (TOB), 2779 m (Piso alpino superior)

Se accede con vehículo todoterreno por la pista de tierra que parte desde Nerín hasta el paraje denominado Cuello Gordo. Tras una caminata de más de cuatro horas, se llega a la cima.

El día 18 de agosto se descargaron correctamente los termómetros. Se ha repuesto alguna estaca y hemos repintado marcas.

Hemos recuperado las bolsas de té instaladas desde hace dos años para estudiar la actividad biológica del suelo a partir de la descomposición de la materia orgánica (Djukic & al., 2018). También hemos tomados muestras de suelo para hacer análisis de ADN que permitan determinar qué especies de flora microbiana habitan en el suelo de la alta montaña.

7.4. Punta de las Olas (OLA), 3022 m (Piso subnival)

Se accede con vehículo todoterreno por la pista de tierra que parte desde Nerín hasta el paraje denominado Cuello Gordo. Tras una larga de más de tres horas y 800 m de desnivel, se llega a la cima.

El día 14 de septiembre se procedió a la descarga de los aparatos de Punta de las Olas (OLA), 3022 m, sin que tengamos que reseñar ninguna incidencia.

Hemos recuperado las bolsas de té instaladas desde hace dos años para estudiar la actividad biológica del suelo a partir de la descomposición de la materia orgánica (Djukic & al., 2018). También hemos tomados muestras de suelo para hacer análisis de ADN que permitan determinar qué especies de flora microbiana habitan en el suelo de la alta montaña.

8. Mantenimiento de la zona piloto ES-MON (Sistema Ibérico, Moncayo)



Panorámica y mapa de situación de la ZP ES-MON (Sistema Ibérico - Moncayo)

8.1. Desarrollo de los trabajos, resultados preliminares e incidencias reseñables

Las cuatro cimas están situadas en el Sistema Ibérico septentrional, en la Sierra del Moncayo (Zaragoza-Soria). El acceso lo realizamos desde la parte soriana de la sierra. Hay dos pistas de tierra que nos permiten llegar a las distintas cimas: una que parte desde cerca de Beratón (Soria) y que llega hasta el Collado de Santa Lucía, ideal para acceder a Peña Lobera, Morca y Moncayo. La otra pista parte desde la carretera de Ágreda a la Aldehuela de Ágreda hacia el paraje denominado Canto Hincado, ascendiendo hasta los 1900 m de altitud. Desde allí se accede andando en hora y cuarto a la cima de Peña Negrilla. Para ello nos pusimos en contacto con Rafael Pérez Romera, responsable de la Sección de Espacios Naturales y Especies Protegidas del Servicio Territorial de Medio Ambiente en Soria de la Junta de Castilla y León, que nos proporcionó los permisos de acceso así como el contacto con los Agentes Medioambientales de Ágreda-Ólvega que nos facilitaron la llave de acceso.

Como en otras ocasiones, el cierzo y además en este caso la niebla fueron los protagonistas en la recogida de datos, pues no dejó de soplar haciendo el trabajo de campo más pesado. La niebla persistente dificultó mucho la visibilidad y la orientación, aunque gracias al uso de GPS y brújula no hubo contratiempos que reseñar.

La toma de datos se realizó los días 10 y 12 de octubre de 2018. El día 10 de octubre se descargaron los termómetros de Moncayo o Pico de San Miguel (MON), 2314 m; Peña Lobera (LOB), 2226 m; y Morca (MOR) (Alto del Corralejo o del Collado de las Piedras), 2274 m. Debido a la mala meteorología, los datos de Peña Negrilla (NEG), 2116 m los tuvimos que descargar el día 12 de octubre.

8.2. Peña Negrilla (NEG), 2116 m

Hemos podido descargar el resto de los datos correctamente. Todas las estacas estaban presentes y sólo ha habido que repintar alguna marca. Hemos reubicado unos hitos para desviar a los montañeros del paso directo por alguna de las parcelas.

8.3. Peña Lobera (LOB), 2226 m

El termómetro correspondiente a la orientación oeste no funcionaba y hemos procedido a sustituirlo por uno de repuesto.

Hemos podido descargar el resto de los datos correctamente. Todas las estacas estaban presentes y sólo ha habido que repintar alguna marca. Hemos reubicado unos hitos para desviar a los montañeros del paso directo por alguna de las parcelas.

8.4. Morca (MOR) (Alto del Corralejo o del Collado de las Piedras), 2274 m

Hemos podido descargar los datos correctamente. Todas las estacas estaban presentes y sólo ha habido que repintar alguna marca.

8.5. Moncayo o Pico de San Miguel (MON), 2314 m

Hemos podido descargar los datos correctamente. Se ha repuesto alguna estaca y hemos repintado marcas.

9. Resultados preliminares de los datos de temperatura de la red GLORIA-Aragón

9.1. Las temperaturas en la zona piloto ES-CPY (Pirineo calizo)

Hemos analizado los datos de los 16 termómetros automáticos que tenemos instalados desde 2001 en la ZP del parque nacional de Ordesa y Monte Perdido.

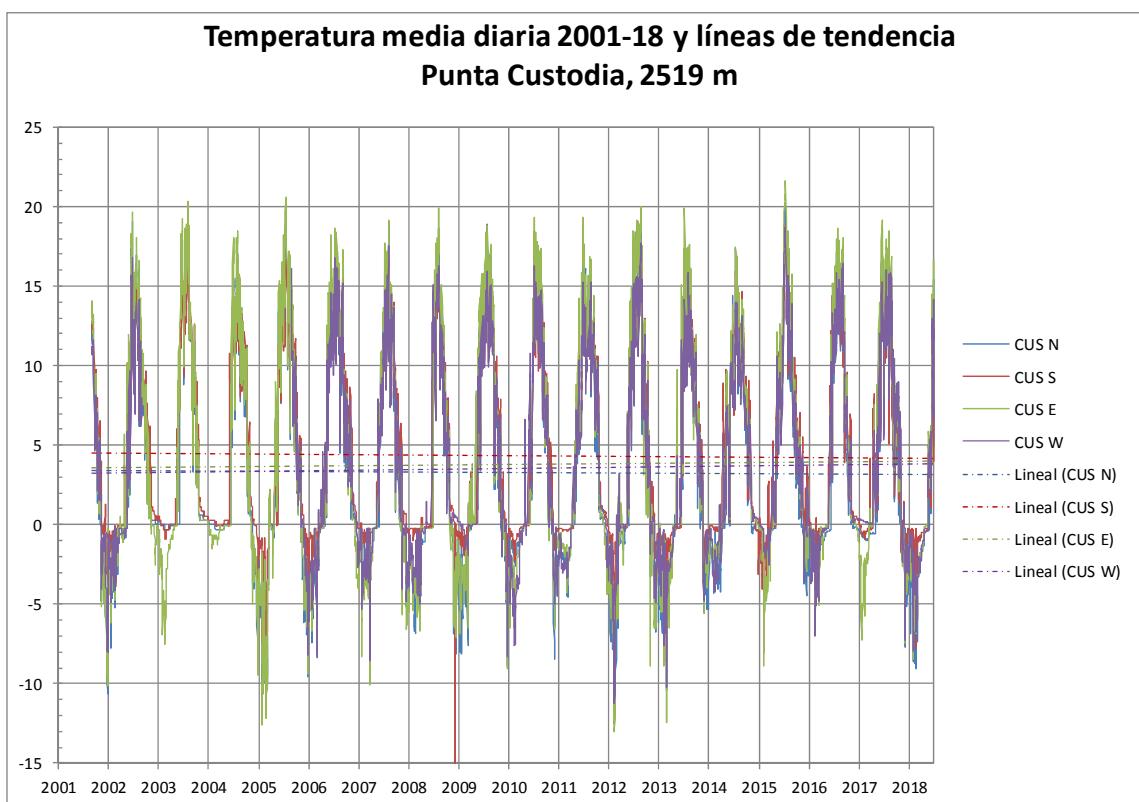
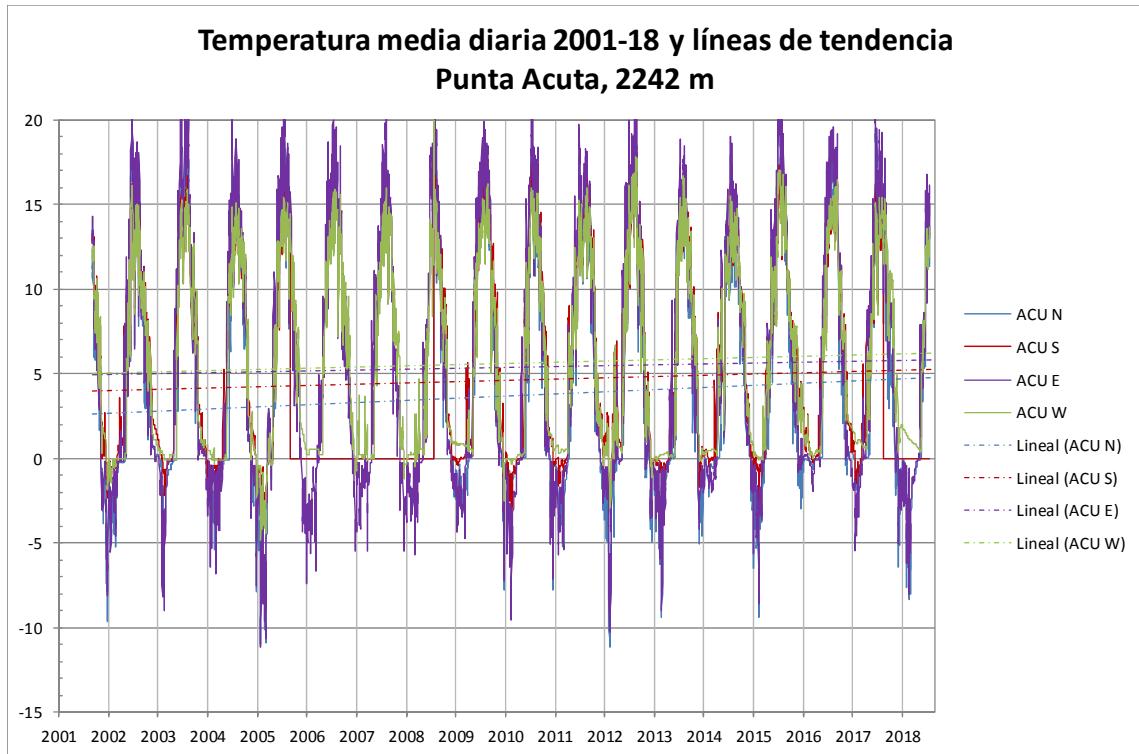
Debemos advertir que hay algunos huecos, sobre todo en los años 2005-08, pues algunos de los termómetros fallaron. A partir de 2008 cambiamos el modelo de termómetro y en la actualidad ya no se están produciendo fallos de registro.

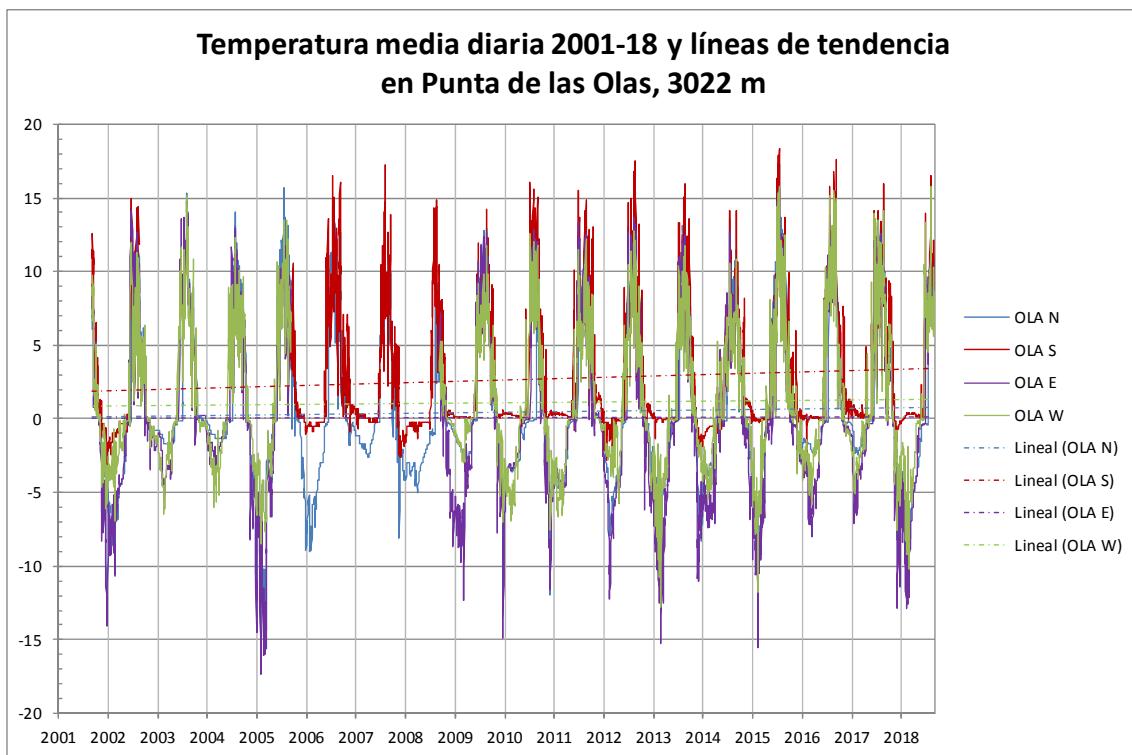
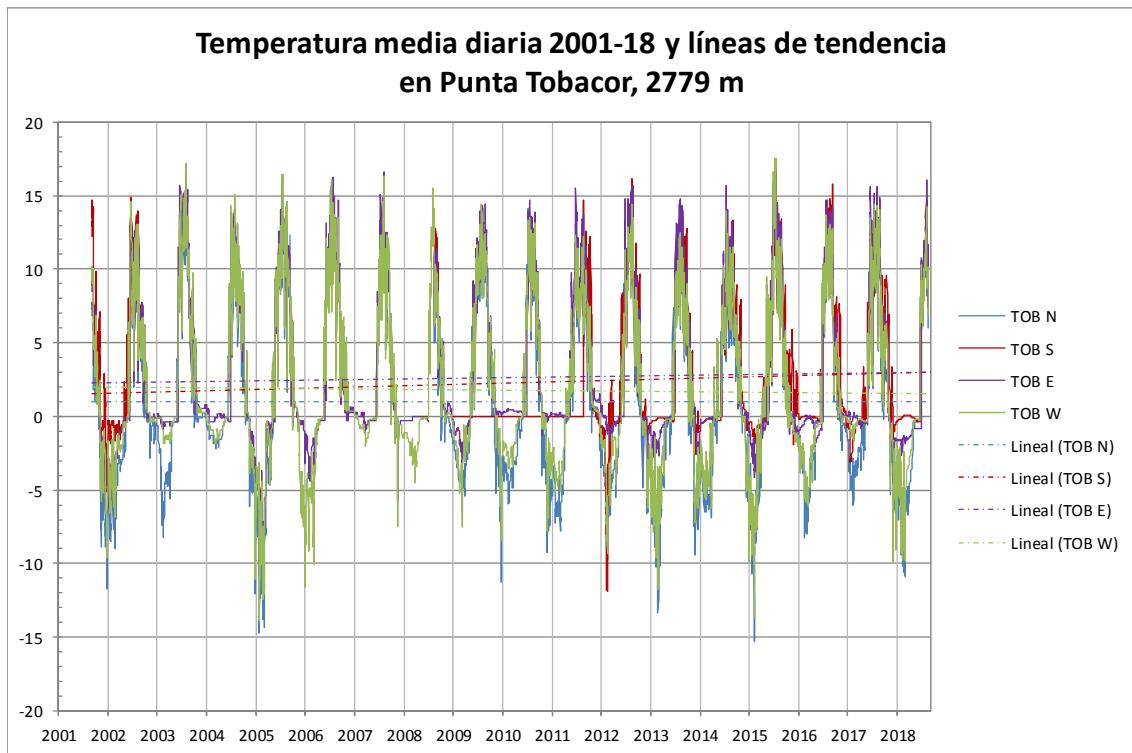
Hemos hecho un análisis de la evolución de la temperatura media diaria y del periodo vegetativo (entendido como los días en los que la media diaria supera los 4°C). En esta primera tabla podemos ver un resumen anual de la media de las temperaturas de los cuatro termómetros de cada cima.

Año	Acuta	Custodia	Tobacor	Olas
2002	5,14	3,82	1,68	0,51
2003	5,37	4,50	2,84	1,66
2004	4,56	3,59	1,93	0,82
2005	5,00	3,70	1,35	0,52
2006	6,11	4,61	2,70	1,82
2007	5,33	3,47	2,45	1,56
2008	4,93	2,68	1,80	0,16
2009	5,78	4,43	2,38	1,39
2010	4,61	3,33	1,60	0,39
2011	6,01	4,52	2,68	1,84
2012	5,54	3,78	2,06	1,11
2013	4,52	2,79	1,31	0,32
2014	5,64	4,04	2,10	1,09
2015	6,27	4,49	2,34	1,59
2016	5,74	3,91	2,08	1,71
2017	5,91	4,30	2,53	1,73

Tabla de la temperatura media anual en ES-CPY

Tal como venimos informando en trabajos anteriores, se aprecia una **tendencia de ascenso**, tanto en la temperatura media, como de la duración del periodo vegetativo (PV), tal como podemos observar en las gráficas que se pueden ver a continuación.





El **periodo vegetativo** (PV) medio (días con la temperatura media diaria $\geq 4^{\circ}\text{C}$), calculado durante el periodo 2002-17, en Punta Acuta es de menos de 6 meses (177 días); el de Custodia de 5 meses (152 días); el del Tobacor de casi 4 meses (115 días); y por último el de la Punta de las Olas de algo más de 3 meses (c. 98 días).

Hemos calculado que, cada 100 metros de altitud, el PV desciende 10,5 días (± 2).

En las gráficas que podemos ver más adelante comprobamos cómo hay una clara tendencia ascendente en el alargamiento del PV, a pesar de la variabilidad anual que se registra.

En anteriores análisis observamos que la primera nevada que se registraba en Góriz significaba la congelación del suelo a 3000 m en la Punta de las Olas. Estamos a la espera de conseguir los datos de la estación meteorológica de Góriz (2195 m) para poderlos comparar con los nuestros, sobre todo en lo referente a los datos nivológicos.

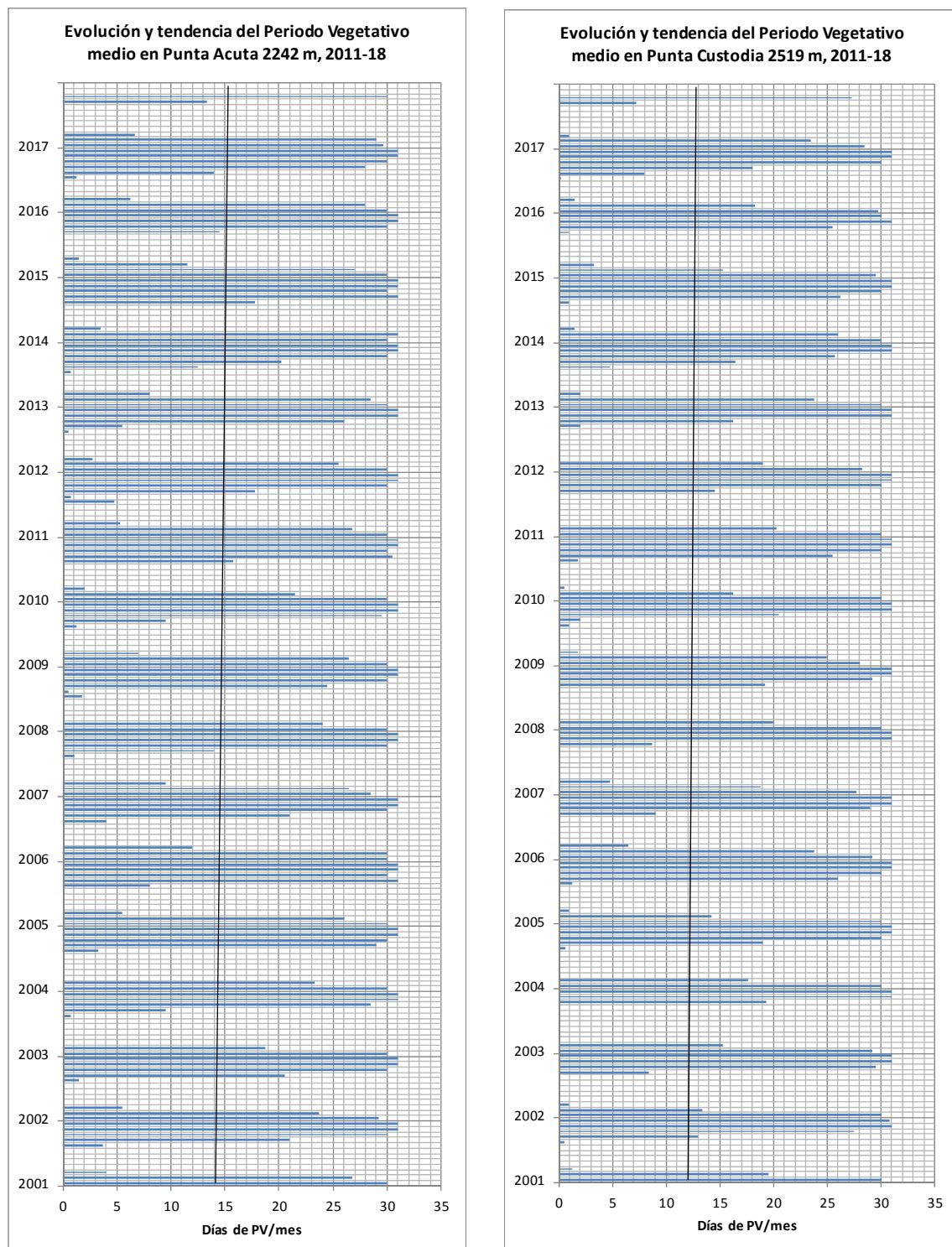
Entre los datos cabe destacar dos cortos períodos vegetativos en la cara norte de la Punta de las Olas, los años 2008 y 2010, con 39 y 27 días respectivamente (frente a la media del periodo de 97,3 días), en los que la innivación fue especialmente copiosa y se mantuvo la nieve en esta vertiente hasta el mes de agosto (días 6 y 26).

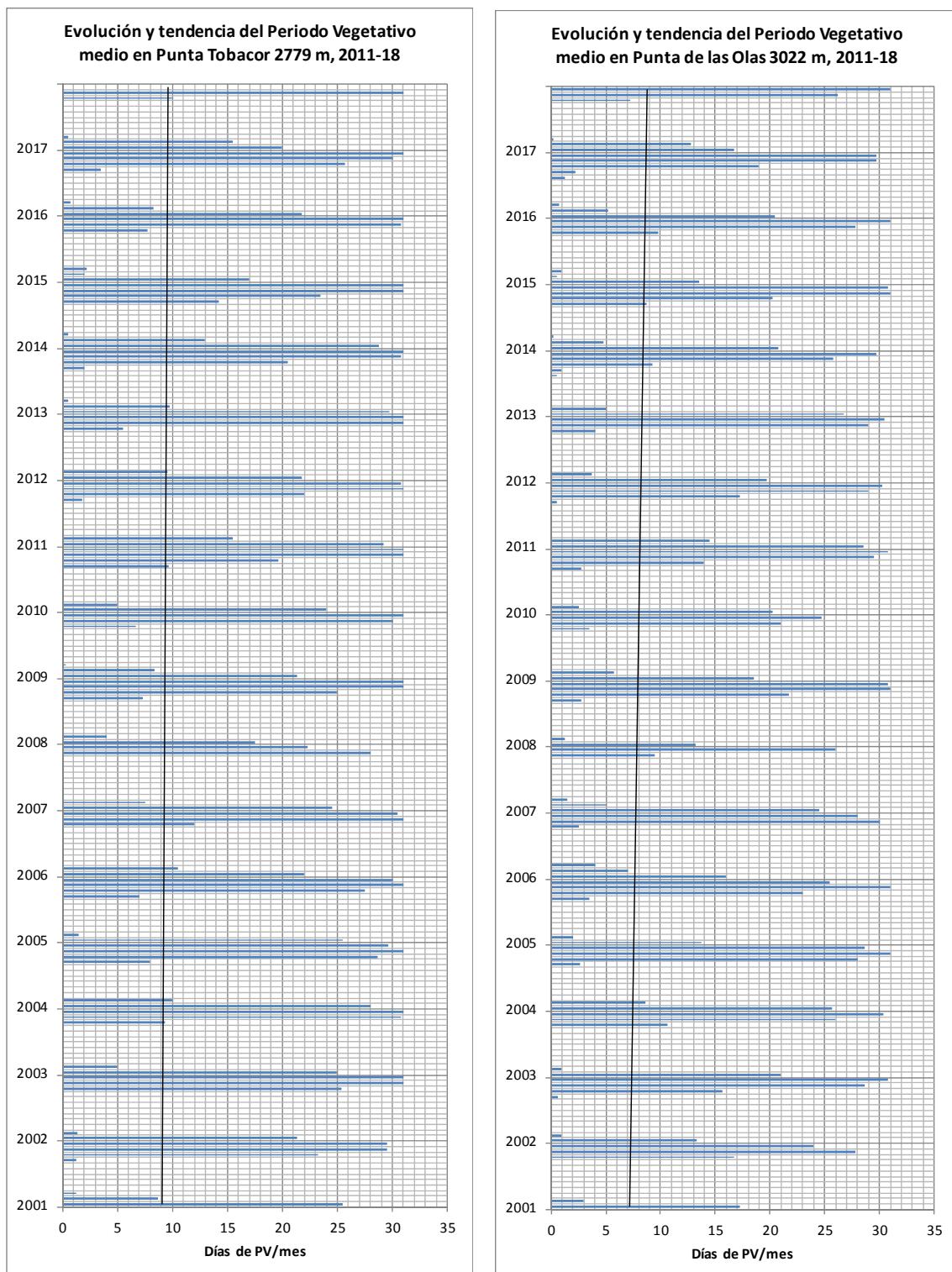
PV ANUAL Días	Punta Acuta (ACU) 2242 m				Punta Custodia (CUS) 2519 m				Tobacor (TOB) 2779 m				Punta de las Olas (OLA) 3022 m			
	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W
FECHA																
2002	153	198	174	176	136	159	152	*	97	*	105	111	86	*	87	76
2003	151	175	169	156	133	154	146	*	111	*	121	120	82	*	108	103
2004	135	168	159	154	121	140	126	*	109	*	103	115	91	*	100	113
2005	*	*	182	190	149	163	160	*	*	*	126	124	106	*	*	*
2006	*	*	202	204	165	195	171	184	*	*	120	136	100	120	*	*
2007	*	*	179	184	133	171	149	152	*	*	108	103	86	97	*	*
2008	*	*	166	160	114	127	116	126	*	*	*	84	39	76	*	*
2009	167	199	184	181	158	173	172	159	121	*	123	129	101	121	108	113
2010	134	168	162	162	126	139	121	144	94	*	91	105	27	100	73	91
2011	174	214	205	209	164	175	171	168	126	*	141	133	110	134	117	116
2012	161	190	168	176	151	159	149	154	111	134	111	111	98	109	95	100
2013	148	172	161	162	129	139	139	137	105	111	108	106	85	107	93	96
2014	170	205	190	194	158	175	164	168	112	139	124	131	88	109	89	82
2015	180	233	203	228	146	187	169	167	108	141	120	115	109	116	97	101
2016	150	185	174	174	119	149	141	139	90	120	94	97	75	126	85	94
2017	174	*	205	210	151	184	175	175	103	149	129	124	100	134	95	118
MED	158,1	185,3	179,5	181,8	142,8	164,4	153,1	156,1	104,8	132,3	114,3	114,0	88,11	117,33	94,67	101,22
DEST	15,29	29,24	17,46	23,68	17,87	21,59	20,53	17,26	10,43	14,19	13,62	14,25	23,27	16,60	11,81	13,35
MESES	5,27	6,18	5,98	6,06	4,76	5,48	5,10	5,20	3,49	4,41	3,81	3,80	2,94	3,91	3,16	3,37
MÁX	180	233	205	228	165	195	175	184	126	149	141	136	110	134	117	118
MÍN	134	117	159	154	114	127	116	126	90	111	91	84	27	76	73	76
MED. CIMA	177,21				152,27				115,29				97,73			
DEST	22,96				19,44				14,70				19,51			

Tabla del periodo vegetativo (PV) anual en la ZP ES-CPY, contado en días, desglosado por cada una de las orientaciones en cada cima ES-CPY. Se incluye la media del periodo así como el PV máximo y mínimo. En cada orientación indicamos en rojo los valores de PV máximos y en azul los mínimos.

PV ANUAL Meses	Punta Acuta (ACU) 2242 m				Punta Custodia (CUS) 2519 m				Tobacor (TOB) 2779 m				Punta de las Olas (OLA) 3022 m				
	FECHA	MED	N	S	E	W	MED	N	S	E	W	MED	N	S	E	W	
2002	5,8	5,1	6,6	5,8	5,9		5,0	4,5	5,3	5,1	*	3,5	3,2	*	3,5	3,7	
2003	5,4	5,0	5,8	5,6	5,2		4,8	4,4	5,1	4,9	*	3,9	3,7	*	4,0	4,0	
2004	5,1	4,5	5,6	5,3	5,1		4,3	4,0	4,7	4,2	*	3,6	3,6	*	3,4	3,8	
2005	6,2	*	*	6,1	6,3		5,2	5,0	5,4	5,3	*	4,05	*	*	4,2	4,1	
2006	6,75	*	*	6,7	6,8		6,0	5,5	6,5	5,7	6,1	4,25	*	*	4,0	4,5	
2007	6,05	*	*	6,0	6,1		5,0	4,4	5,7	5,0	5,1	3,5	*	*	3,6	3,4	
2008	5,4	*	*	5,5	5,3		4,0	3,8	4,2	3,9	4,2	*	*	*	*	2,8	
2009	6,1	5,6	6,6	6,1	6,0		5,5	5,3	5,8	5,7	5,3	4,1	4,0	*	4,1	4,3	
2010	5,2	4,5	5,6	5,4	5,4		4,4	4,2	4,6	4,0	4,8	3,2	3,1	*	3,0	3,5	
2011	6,7	5,8	7,1	6,8	7,0		5,7	5,5	5,8	5,7	5,6	4,4	4,2	*	4,7	4,4	
2012	5,8	5,4	6,3	5,6	5,9		5,1	5,0	5,3	5,0	5,1	3,9	3,7	4,5	3,7	3,3	
2013	5,4	4,9	5,7	5,4	5,4		4,5	4,3	4,6	4,6	4,6	3,6	3,5	3,7	3,6	3,5	
2014	6,3	5,7	6,8	6,3	6,5		5,5	5,3	5,8	5,5	5,6	4,2	3,7	4,6	4,1	4,4	
2015	7,0	6,0	7,8	6,8	7,6		5,6	4,9	6,2	5,6	5,6	4,0	3,6	4,7	4,0	3,8	
2016	5,7	5,0	6,2	5,8	5,8		4,6	4,0	5,0	4,7	4,6	3,3	3,0	4,0	3,1	3,2	
2017	5,9	5,8	3,9	6,8	7,0		5,7	5,0	6,1	5,8	5,8	4,2	3,4	5,0	4,3	4,1	
	MED	5,9	5,3	6,2	6,0	6,1	5,1	4,7	5,4	5,0	5,2	3,9	3,6	4,4	3,8	3,8	
	DEST	0,6	0,5	1,0	0,5	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,4	0,3	0,5	0,5	0,5	
	MÁX	7,0	6,0	7,8	6,8	7,6	6,0	5,5	6,5	5,8	6,1	4,2	4,2	5,0	4,7	4,5	
	MÍN	5,1	4,5	3,9	5,3	5,1	4,0	3,8	4,2	3,9	4,2	3,3	3,0	3,7	3,0	2,8	
	DIF	1,9	1,5	3,9	1,5	2,5	1,9	1,7	2,3	2,0	1,9	0,9	1,2	1,3	1,7	1,7	
	MED CIMA	5,9 ± 0,8				5,1 ± 0,6				3,8 ± 0,5				3,3 ± 0,7			

Tabla del periodo vegetativo (PV) anual en la ZP ES-CPY, contado en meses, desglosado por cada una de las orientaciones en cada cima ES-CPY. Se incluye la media del periodo así como el PV máximo y mínimo.





9.2. Las temperaturas en la zona piloto ES-SPY (Pirineo silíceo)

Tabla del periodo vegetativo (días con la temperatura media diaria $\geq 4^{\circ}\text{C}$) por mes, durante el periodo septiembre 2011-agosto 2017, por cimas y orientaciones.

PV MENSUAL	Punta de las Tres Güegas-GUE (2302 m)					Vértice de Anayet- ANA (2555 m)					Bacías-BAC (2731 m)					Robiñera, Morrón de Sobresplucas-ROB (2827 m)						
	MESES		MED	N	S	E	W	MED	N	S	E	W	MED	N	S	E	W	MED	N	S	E	W
09/2011	29,8	29	30	30	30			29,5	29	30	30	29	29,0	29	30	30	27	29,5	29	30	29	30
10/2011	20,5	11	29	19	23			16,5	6	26	25	9	13,5	7	24	23	0	11,0	1	22	0	21
11/2011	0,5	0	2	0	0			2,5	0	5	5	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
12/2011	0,0	0	0	0	0			0,3	0	1	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
01/2012	0,0	0	0	0	0			0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
02/2012	0,0	0	0	0	0			0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
03/2012	0,8	0	3	0	0			6,3	0	14	11	0	0,5	0	2	0	0	0,0	0	0	0	0
04/2012	1,0	0	4	0	0			2,3	0	5	4	0	0,8	0	2	1	0	0,0	0	0	0	0
05/2012	12,8	5	16	12	18			13,5	8	18	18	10	5,3	3	6	11	1	1,8	0	7	0	0
06/2012	29,5	29	30	30	29			29,5	29	30	30	29	28,3	27	30	29	27	17,3	14	27	6	22
07/2012	31,0	31	31	31	31			31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31
07/2012	31,0	31	31	31	31			31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31
09/2012	29,5	29	30	30	29			27,3	24	30	30	25	23,8	20	30	27	18	22,5	20	25	20	25
10/2012	21,0	12	27	22	23			16,8	8	24	25	10	11,3	5	20	15	5	9,0	5	13	5	13
11/2012	1,0	0	4	0	0			2,0	0	5	3	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
12/2012	0,0	0	0	0	0			0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
01/2013	0,0	0	0	0	0			0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
02/2013	0,0	0	0	0	0			0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
03/2013	0,0	0	0	0	0			0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
04/2013	0,0	0	0	0	0			1,5	0	0	6	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
05/2013	2,0	0	0	0	8			3,3	0	5	8	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
06/2013	16,3	0	17	25	23			18,0	13	16	22	21	9,3	11	8	8	10	2,8	0	11	0	0
07/2013	30,5	29	31	31	31			31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	25,5	24	31	29	18
08/2013	31,0	31	31	31	31			31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31
09/2013	30,0	30	30	30	30			29,3	30	30	30	27	26,8	30	30	30	17	27,0	28	29	23	28
10/2013	25,0	18	31	24	27			18,8	10	29	28	8	14,5	5	27	23	3	12,8	8	16	7	20
11/2013	4,5	0	10	3	5			2,3	0	3	6	0	1,0	0	2	2	0	0,3	0	0	0	1
12/2013	0,0	0	0	0	0			0,3	0	1	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
01/2014	0,0	0	0	0	0			0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
02/2014	0,0	0	0	0	0			0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
03/2014	0,0	0	0	0	0			0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
04/2014	1,5	0	0	0	6			3,0	0	0	12	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
05/2014	11,8	0	14	15	18			6,5	3	5	14	4	0,0	0	0	0	0	0,8	0	3	0	0
06/2014	27,3	22	27	30	30			28,0	27	30	30	25	16,5	20	19	19	8	9,3	0	18	0	19
07/2014	31,0	31	31	31	31			30,8	31	31	31	30	30,5	31	31	31	29	15,3	0	30	0	31
08/2014	31,0	31	31	31	31			31,0	31	31	31	31	30,0	31	31	31	27	26,8	18	31	27	31
09/2014	29,8	29	30	30	30			29,0	29	30	30	27	27,0	26	30	30	22	27,5	28	28	24	30
10/2014	28,8	22	31	31	31			21,8	16	28	28	15	14,8	7	26	25	1	13,5	11	16	3	24
11/2014	2,8	0	7	2	2			3,0	0	6	6	0	1,5	0	3	3	0	2,5	0	5	0	5
12/2014	0,0	0	0	0	0			0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
01/2015	0,0	0	0	0	0			0,8	0	2	1	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
02/2015	0,0	0	0	0	0			0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
03/2015	0,0	0	0	0	0			0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
04/2015	6,3	0	11	9	5			3,8	0	7	8	0	0,5	0	2	0	0	0,0	0	0	0	0
05/2015	23,8	14	27	28	26			18,3	11	28	22	12	15,8	16	24	16	7	2,0	0	8	0	0

06/2015	30,0	30	30	30	30	30,0	30	30	30	30	27,8	29	30	30	22	15,8	22	22	9	10
07/2015	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31
08/2015	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	29,5	28	31	31	28	30,0	30	31	30	29
09/2015	25,3	18	31	29	23	21,8	16	29	29	13	16,3	6	29	24	6	9,8	8	12	6	13
10/2015	13,5	3	31	9	11	12,0	1	23	22	2	3,3	1	8	4	0	0,5	0	1	0	1
11/2015	5,3	0	20	0	1	9,3	0	19	18	0	3,5	0	5	9	0	0,5	0	0	0	2
12/2015	0,0	0	0	0	0	0,5	0	1	1	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
01/2016	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
02/2016	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
03/2016	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
04/2016	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
05/2016	2,0	0	0	5	3	4,3	0	9	7	1	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
06/2016	21,5	10	29	25	22	21,8	17	26	23	21	9,0	10	9	8	9	5,8	0	14	0	9
07/2016	30,8	30	31	31	31	31,0	31	31	31	31	30,0	29	31	31	29	21,3	12	31	11	31
08/2016	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31
09/2016	29,0	26	31	30	29	25,3	21	30	30	20	20,0	13	30	24	13	17,5	14	22	14	20
10/2016	15,3	7	31	10	13	16,8	5	29	27	6	7,3	0	16	13	0	4,0	2	5	2	7
11/2016	1,8	0	7	0	0	2,3	0	5	4	0	0,8	0	3	0	0	0,0	0	0	0	0
12/2016	0,0	0	0	0	0	1,5	0	6	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
01/2017	0,0	0	0	0	0	0,3	0	1	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
02/2017	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
03/2017	0,0	0	0	0	0	1,3	0	2	3	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
04/2017	1,5	0	6	0	0	8,5	0	16	18	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
05/2017	10,3	7	14	8	12	12,0	5	16	16	11	4,5	0	8	10	0	4,0	0	8	0	8
06/2017	29,8	29	30	30	30	28,3	25	30	30	28	23,0	20	29	26	17	11,0	0	22	0	22
07/2017	30,3	29	31	31	30	29,8	29	31	30	29	29,5	29	31	29	29	25,3	20	28	25	28
08/2017	30,5	30	31	31	30	30,5	30	31	31	30	29,3	28	31	30	28	29,0	29	29	29	29
09/2017	23,3	14	30	24	25	21,0	12	29	29	14	14,8	4	29	22	4	13,0	7	19	7	19
10/2017	18,8	6	31	16	22	16,5	3	30	29	4	12,8	1	25	24	1	8,5	0	17	0	17
11/2017	2,0	0	8	0	0	3,0	0	8	4	0	0,5	0	1	1	0	0,0	0	0	0	0
12/2017	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
01/2018	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
02/2018	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
03/2018	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
04/2018	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
05/2018	6,5	0	2	14	10	4,0	0	6	8	2	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
06/2018	25,5	16	30	28	28	22,0	17	23	23	25	13,0	13	12	14	13	4,3	0	12	0	5
07/2018	25,0	25	25	25	25	31,0	31	31	31	31	30,5	30	31	31	30	19,5	12	31	5	30
08/2018																30,5	31	31	29	31
		Punta de las Tres Güegas (2302 m)				Vértice de Anayet (2555 m)				Bacías (2731 m)				Robiñera, Morrón de Sobresplucas (2827 m)						

En la siguiente tabla podemos comparar el PV promedio del periodo estudiado, 2012-18. El PV de la cima inferior, Tres Güegas (2302 m) es de poco más de cinco meses (151 días); el de Anayet (2555 m) es de algo menos de cinco meses (148 días); en Bacías (2731 m) es de poco menos de cuatro meses (118 días); y por fin en Robiñera (2827 m) es de poco más de tres meses (95). En esta zona piloto, en promedio el PV desciende 10,7 días cada 100 m de altitud.

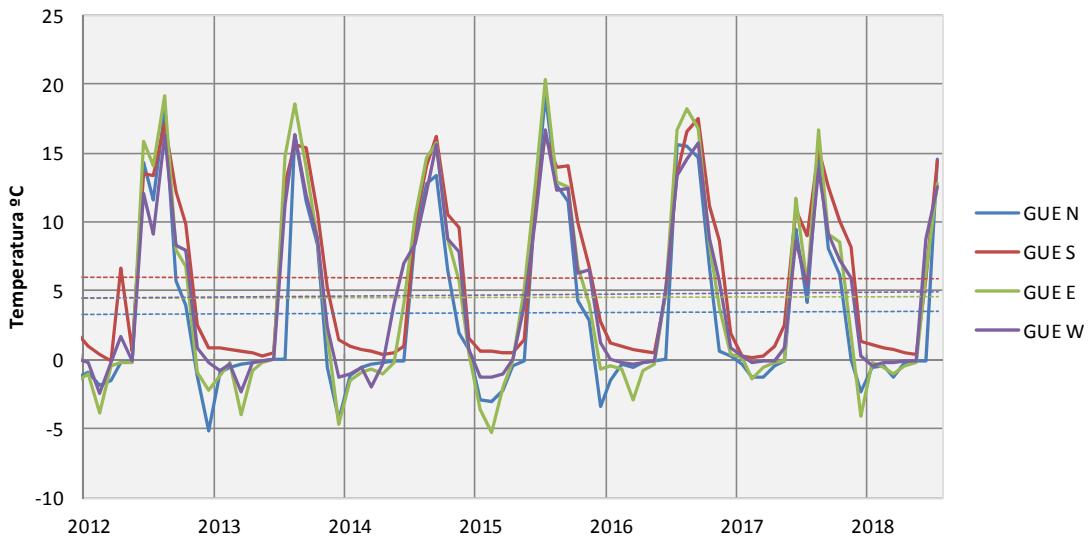
Días de PV ANUAL	Tres Güegas (2302 m)					Vértice de Anayet (2555 m)				
	N	S	E	W	MED	N	S	E	W	MED
2012	137	176	156	161	158	131	188	183	136	160
2013	108	150	144	155	139	115	146	162	118	135
2014	135	171	170	179	164	137	161	182	132	153
2015	127	212	167	158	166	120	201	193	119	158,3
2016	104	160	132	129	131,3	105	167	153	110	133,8
2017	115	181	140	149	146,3	104	194	190	116	151,0
MEDIA DÍAS	121,0	175,0	151,5	155,2	150,7	118,7	176,2	177,2	121,8	148,5
DEST	15,3	23,6	15,9	17,9	14,0	13,5	21,4	16,0	10,0	11,3
MEDIA MESES	4,0	5,8	5,1	5,2	5,0	4,0	5,9	5,9	4,1	4,9
MEDIA DÍAS CIMA	150,7 ± 25,3					148,5 ± 32,4				
MEDIA MESES CIMA	5,0					4,9				

Días de PV ANUAL	Bacías (2731 m)					Robiñera (2827 m)				
	N	S	E	W	MED	N	S	E	W	MED
2012	117	152	145	113	132	101	134	93	122	112,5
2013	108	129	125	92	114	91	118	90	98	99,2
2014	115	140	139	87	120	57	131	54	140	95,5
2015	111	160	145	94	127,5	91	105	76	86	89,5
2016	83	120	107	82	98,0	59	103	58	98	79,5
2017	82	154	142	79	114,3	56	123	61	123	90,8
MEDIA DÍAS	102,7	142,5	133,8	91,2	117,5	75,8	119,0	72,0	111,2	94,5
DEST	99,8	140,6	131,6	86,8	114,7	20,6	12,9	16,9	20,3	11,1
MEDIA MESES	98,7	4,8	4,5	3,0	27,7	2,5	4,0	2,4	3,7	3,2
MEDIA DÍAS CIMA	117,5 ± 25,7					94,5 ± 27,1				
MEDIA MESES CIMA	3,9					3,2				

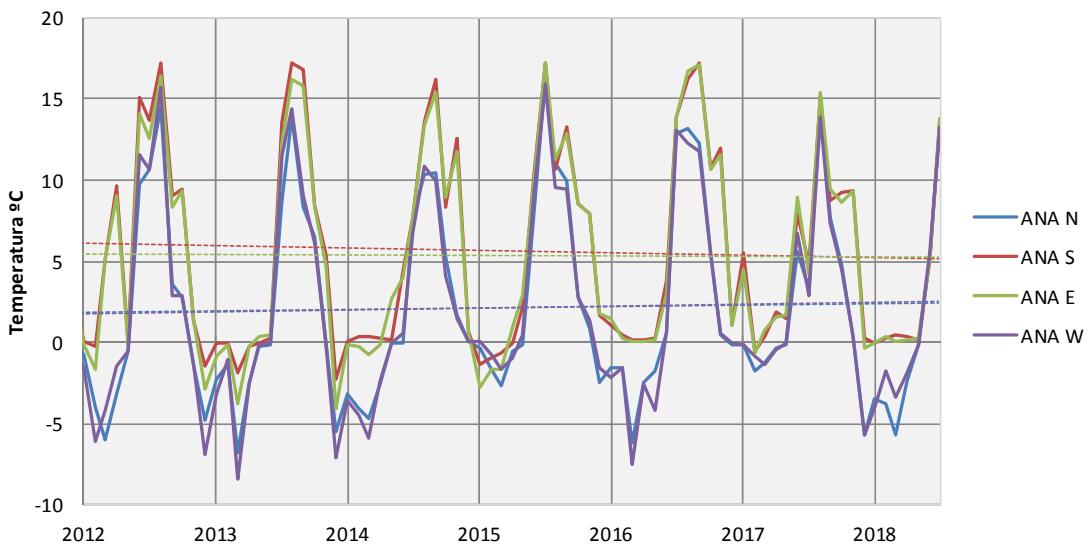
Tablas del periodo vegetativo (PV) anual en la ZP ES-SPY (2012-2017), contado en días, desglosado por cada una de las orientaciones en cada cima. Se incluye la media del periodo así como el PV máximo (rojo) y mínimo (azul).

Al observar las gráficas de tendencia de las temperaturas de las cuatro cimas, en general se observa una tendencia lenta pero sostenida hacia un aumento de la temperatura, salvo en algunas orientaciones de ANA y BAC. Sin embargo, cuando estos datos los trasladamos al periodo vegetativo (PV, temperatura media diaria $\geq 4^{\circ}\text{C}$), se ve más claramente la tendencia ascendente en las cuatro cimas, a pesar de la variación interanual que podemos ver en las tablas.

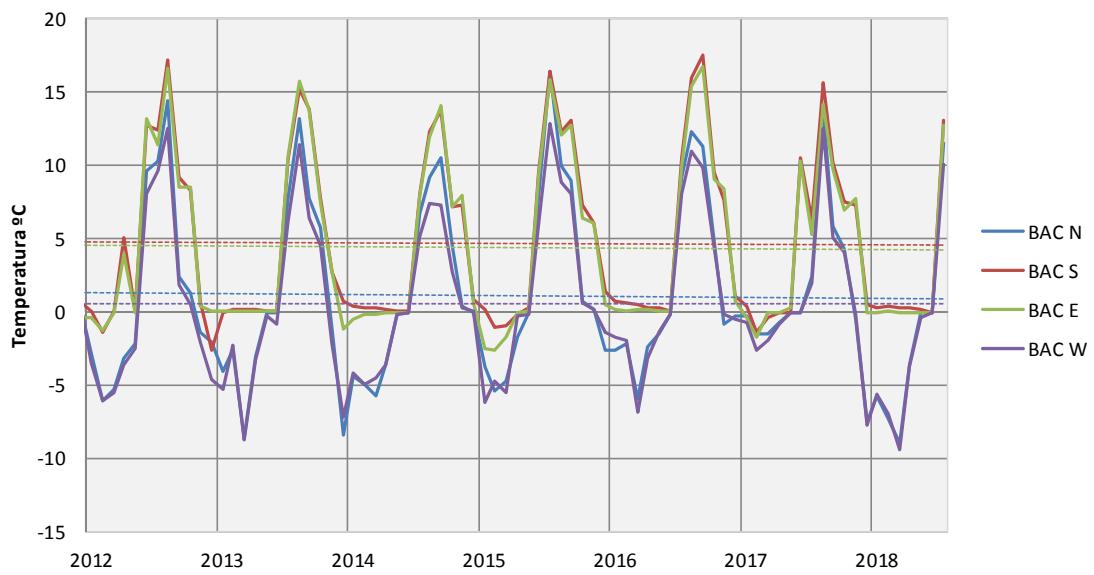
Evolución y tendencia de la temperatura en Tres Güegas 2302 m, 2011-18



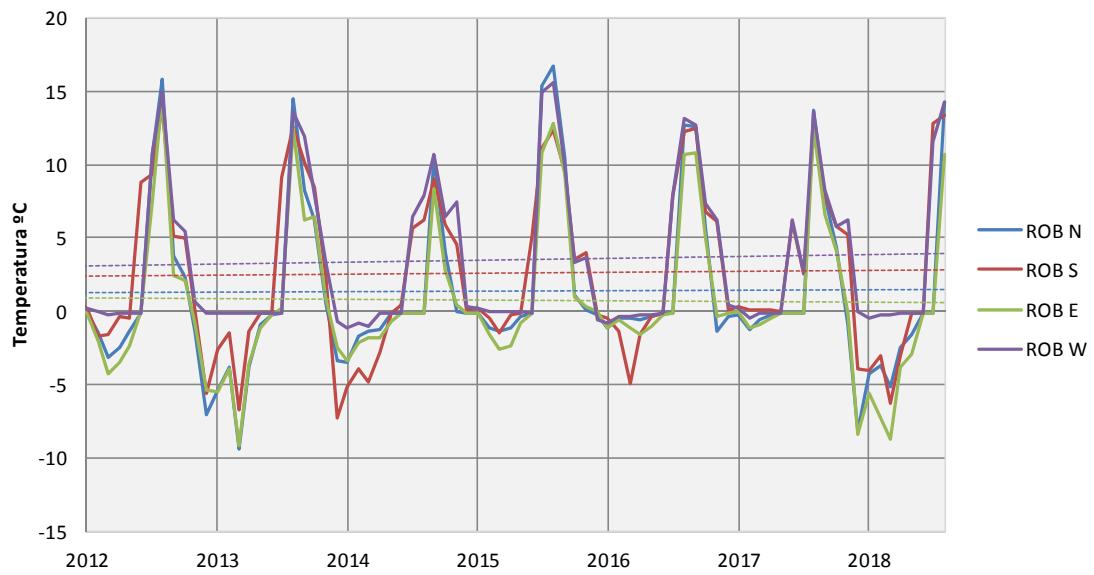
Evolución y tendencia de la temperatura en el Vértice de Anayet 2555 m, 2011-18



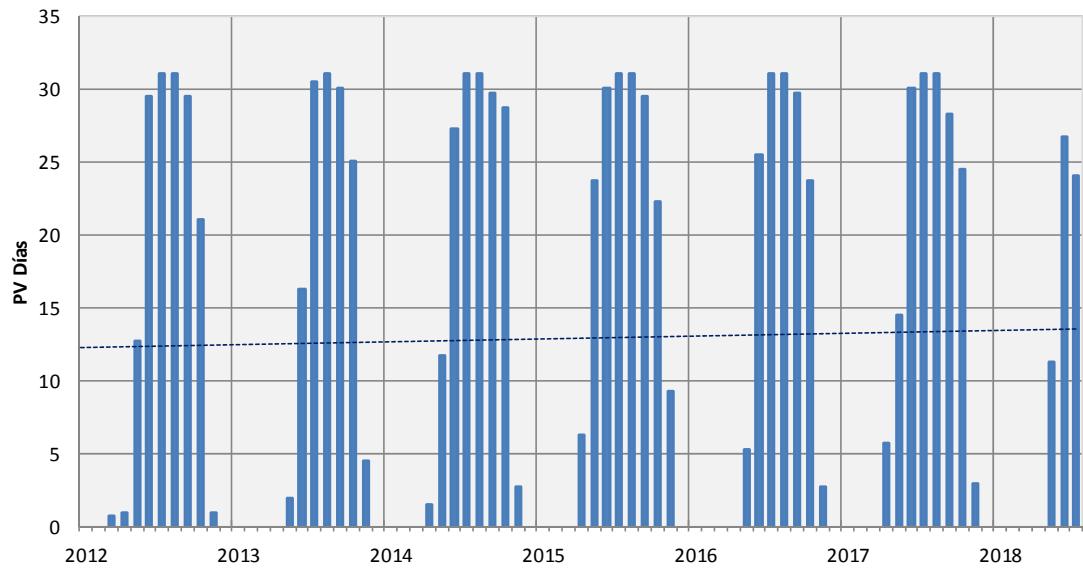
Evolución y tendencia de la temperatura en Bacías 2731 m, 2011-18



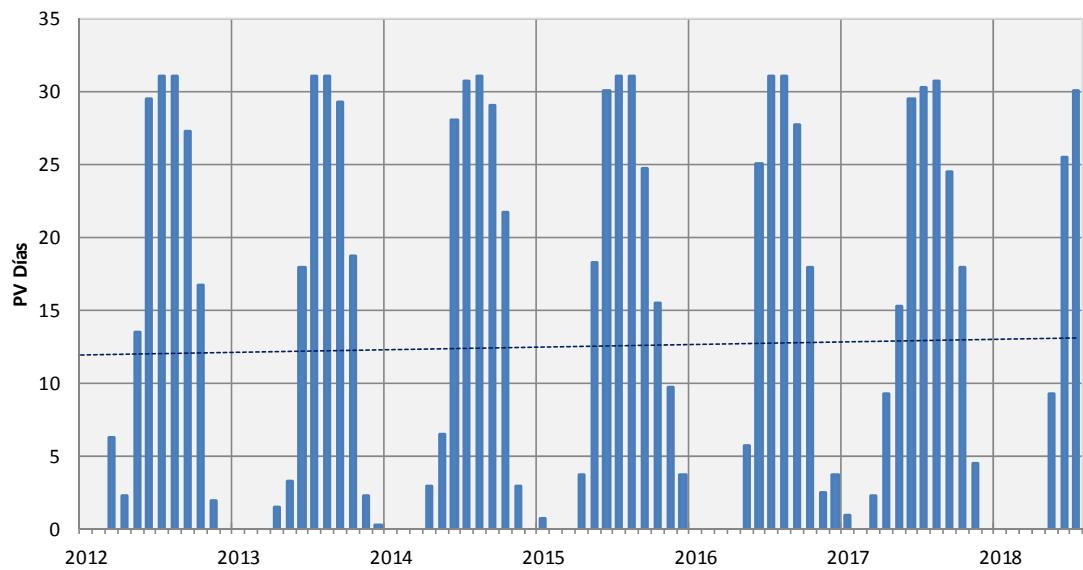
Evolución y tendencia de la temperatura en Robiñera-Morrón de Sobresplucas 2827 m, 2011-18



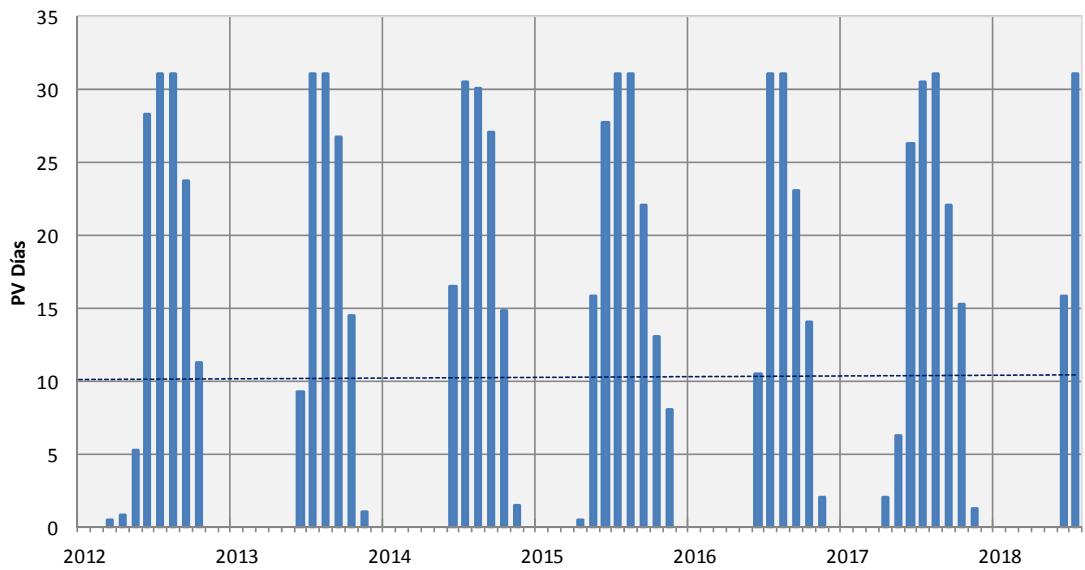
Evolución y tendencia del Periodo Vegetativo medio en Tres Güegas 2302 m, 2011-18



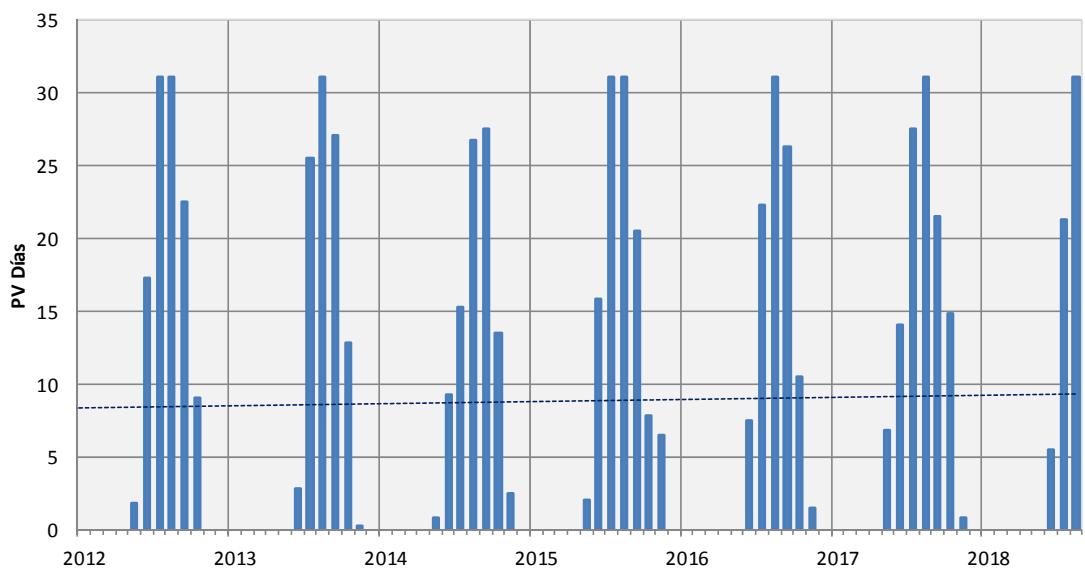
Evolución y tendencia del Periodo Vegetativo medio en Vértice de Anayet 2555 m, 2011-18



Evolución y tendencia del Periodo Vegetativo medio en Bacías 2731 m, 2011-18



Evolución y tendencia del Periodo Vegetativo medio en Robiñera-Morrón de Sobresplucas 2827 m, 2011-18



9.3. Las temperaturas en la zona piloto ES-MON (Sistema Ibérico - Moncayo)

Tablas del número de días de periodo vegetativo (PV, temperatura media diaria $\geq 4^{\circ}\text{C}$) por mes y año, durante el periodo septiembre 2012 - septiembre 2018, por cimas y orientaciones.

CIMA VERTIENTE DÍAS PV	Peña Negrilla (2118 m)				Peña Lobera (2226 m)			
	N	S	E	W	N	S	E	W
2013	163	169	156	162	162	156	159	161
2014	187	214	187	187	199	180	186	199
2015	188	209	189	187	183	169	187	181
2016	163	187	173	178	176	154	163	*
2017	183	212	174	199	194	188	187	*
MEDIA	176,8	194,8	176,3	178,5	180,0	164,8	173,8	180,3
DEST	12,7	20,8	15,3	11,8	15,4	12,1	14,8	19,0
MED CIMA DEST	183,4 16,6				176,9 14,9			
MESES PV								
2013	5,4	5,6	5,2	5,4	5,4	5,2	5,3	5,4
2014	6,2	7,1	6,2	6,2	6,6	6,0	6,2	6,6
2015	6,3	7,0	6,3	6,2	6,1	5,6	6,2	6,0
2016	5,4	6,2	5,8	5,9	5,9	5,1	5,4	*
2017	6,1	7,1	5,8	6,6	6,5	6,3	6,2	*
MEDIA	5,9	6,5	5,9	6,0	6,0	5,5	5,9	6,0
DEST	0,4	0,7	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6
MED CIMA DEST	6,1 0,5				5,9 0,5			

CIMA VERTIENTE DÍAS PV	Peña Morca (2274 m)				Moncayo (2314 m)			
	N	S	E	W	N	S	E	W
2013	141	159	137	149	138	156	148	144
2014	157	189	152	180	165	186	176	167
2015	153	181	151	175	160	175	168	150
2016	151	168	144	165	148	169	161	147
2017	155	204	156	187	172	*	186	171
MEDIA	150,5	174,3	146,0	167,3	152,8	171,5	163,3	152,0
DEST	6,8	13,4	7,0	13,7	12,1	12,5	11,9	10,3
MED CIMA DEST	162,7 17,9				162,5 14,0			
MESES PV								
2013	4,7	5,3	4,6	5,0	4,6	5,2	4,9	4,8
2014	5,2	6,3	5,1	6,0	5,5	6,2	5,9	5,6
2015	5,1	6,0	5,0	5,8	5,3	5,8	5,6	5,0
2016	5,0	5,6	4,8	5,5	4,9	5,6	5,4	4,9
2017	5,2	6,8	5,2	6,2	5,7	*	6,2	5,7
MEDIA	5,0	5,8	4,9	5,6	5,1	5,7	5,4	5,1
DEST	0,2	0,6	0,3	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4
MED CIMA DEST	5,4 0,5				5,4 0,4			

CIMA Alt. (m)	Negrilla 2118	Lobera 2226	Morca 2274	Moncayo 2314
2013	162,5	159,5	146,5	146,5
2014	193,8	191,0	169,5	173,5
2015	193,3	180,0	165,0	163,3
2016	175,3	164,3	157,0	156,3
2017	192,0	189,7	175,5	176,3
MEDIA	183,4	176,9	162,7	162,5

Promedio de días de periodo vegetativo de cada cima,
años 2013-17

PV MENSUAL	Peña Negrilla (2118 m)				Peña Lobera (2226 m)				Peña Morca (2274 m)				Moncayo (2314 m)			
	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W
09/2012	26	30	30	30	30	24	25	30	22	30	22	30	22	28	28	22
10/2012	21	27	27	24	24	22	21	25	16	23	16	24	18	23	22	16
11/2012	3	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12/2012	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01/2013	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02/2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03/2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04/2013	9	7	1	3	3	4	4	2	0	3	0	0	0	1	0	2
05/2013	9	7	5	7	7	5	7	6	1	5	0	0	2	5	2	5
06/2013	23	28	26	28	27	24	26	27	23	26	20	25	24	26	24	23
07/2013	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
08/2013	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
09/2013	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	29
10/2013	26	29	28	28	28	26	26	28	21	28	21	28	20	28	27	20
11/2013	4	6	4	4	5	4	4	6	4	5	4	4	0	4	3	3
12/2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03/2014	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04/2014	16	23	16	16	15	12	16	15	0	10	0	7	3	12	7	8
05/2014	15	28	15	15	26	16	16	24	14	20	7	18	16	18	16	15
06/2014	28	30	28	28	30	29	29	30	26	30	27	29	27	29	29	27
07/2014	31	31	31	31	31	31	31	31	29	31	30	31	31	31	31	29
08/2014	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
09/2014	30	30	30	30	30	30	30	30	28	30	28	30	30	30	30	29
10/2014	27	31	27	27	31	28	28	31	27	31	27	31	25	31	30	26
11/2014	7	10	7	7	5	3	5	7	2	6	2	3	2	4	2	2
12/2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01/2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02/2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03/2015	1	0	1	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04/2015	13	24	13	13	4	3	10	0	1	3	0	3	0	0	1	0
05/2015	22	26	22	22	26	24	24	25	17	25	18	23	22	24	23	19
06/2015	29	30	29	29	30	30	30	30	28	30	28	30	28	30	30	27
07/2015	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
08/2015	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
09/2015	29	30	29	29	30	27	30	30	28	30	25	30	28	30	30	24
10/2015	22	27	26	24	26	20	22	27	15	25	16	24	18	25	20	16
11/2015	7	10	7	7	5	3	5	7	2	6	2	3	2	4	2	2
12/2015	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01/2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

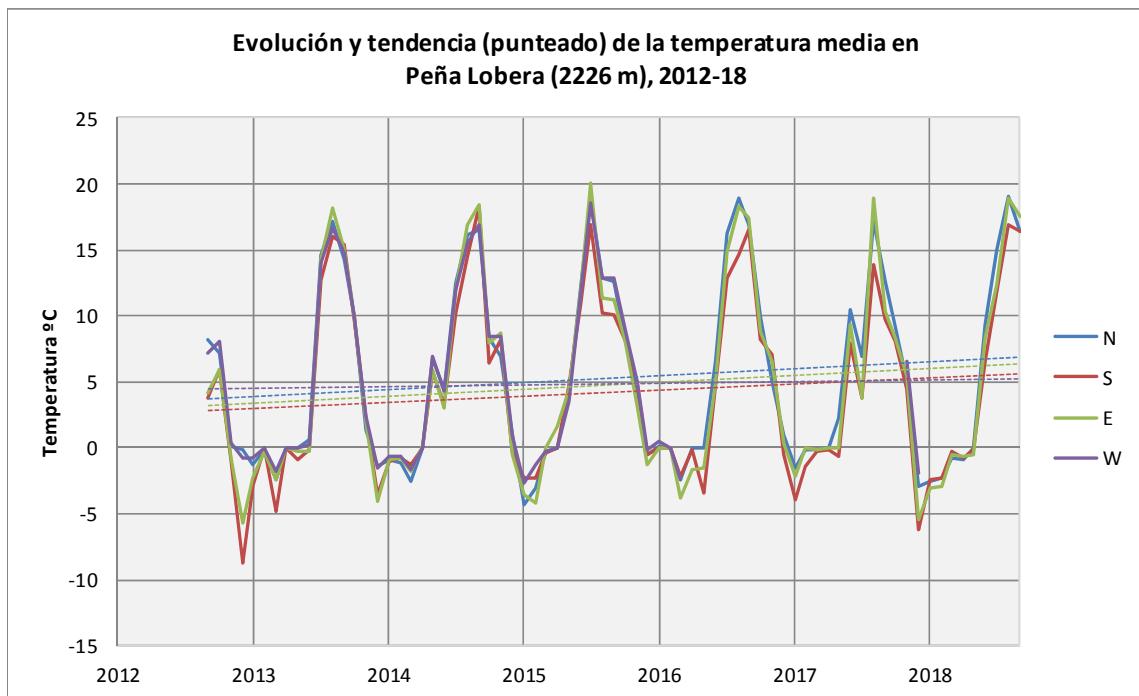
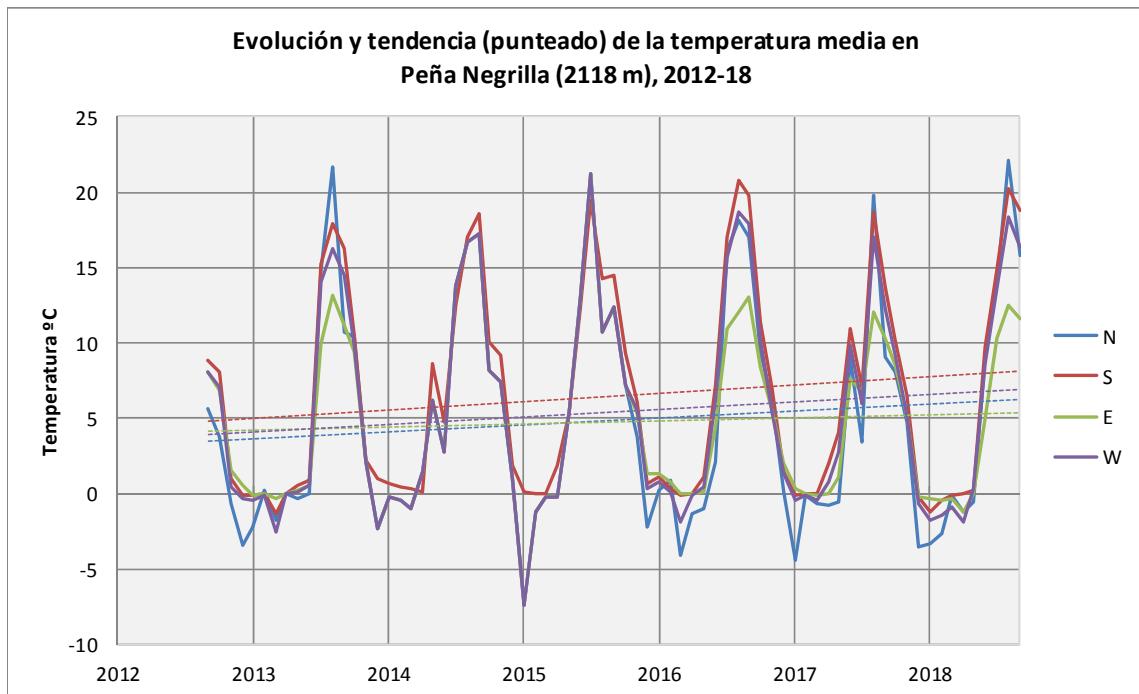
02/2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03/2016	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0
04/2016	2	3	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0
05/2016	17	24	15	20	18	10	15	*	10	13	8	7	12	14
06/2016	25	30	30	30	30	27	27	*	25	27	25	30	26	29
07/2016	31	31	31	31	31	31	31	*	31	31	31	31	31	31
08/2016	31	31	31	31	31	31	31	*	31	31	31	31	31	31
09/2016	27	30	30	30	30	27	27	*	27	30	25	30	28	30
10/2016	26	31	31	31	31	24	28	*	24	31	22	31	20	30
11/2016	4	7	5	5	5	4	4	*	3	5	2	5	0	4
12/2016	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0
01/2017	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0
02/2017	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0
03/2017	2	9	0	2	0	2	2	*	0	3	0	0	0	0
04/2017	15	20	0	18	15	17	17	*	2	18	0	9	8	17
05/2017	23	31	21	27	28	22	24	*	19	26	18	27	25	26
06/2017	29	30	30	30	30	29	29	*	29	30	28	30	30	28
07/2017	30	31	31	31	31	30	30	*	30	31	30	31	31	*
08/2017	31	31	31	31	31	31	31	*	30	31	31	31	31	*
09/2017	28	30	30	30	30	30	28	*	24	30	26	30	29	*
10/2017	23	26	26	26	25	24	23	*	21	32	22	25	18	*
11/2017	2	4	5	4	4	3	3	*	0	3	1	4	0	3
12/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01/2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02/2018	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0
03/2018	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0
04/2018	10	0	0	6	4	3	5	*	0	0	0	0	0	0
05/2018	18	23	3	22	23	17	20	*	10	21	7	11	13	13
06/2018	29	30	30	30	30	29	28	*	25	30	27	30	28	30
07/2018	31	31	31	31	31	31	31	*	31	31	31	31	31	30
08/2018	31	31	31	31	31	31	31	*	31	31	31	31	31	30
09/2018	30	30	30	30	30	30	30	*	30	30	30	30	30	30

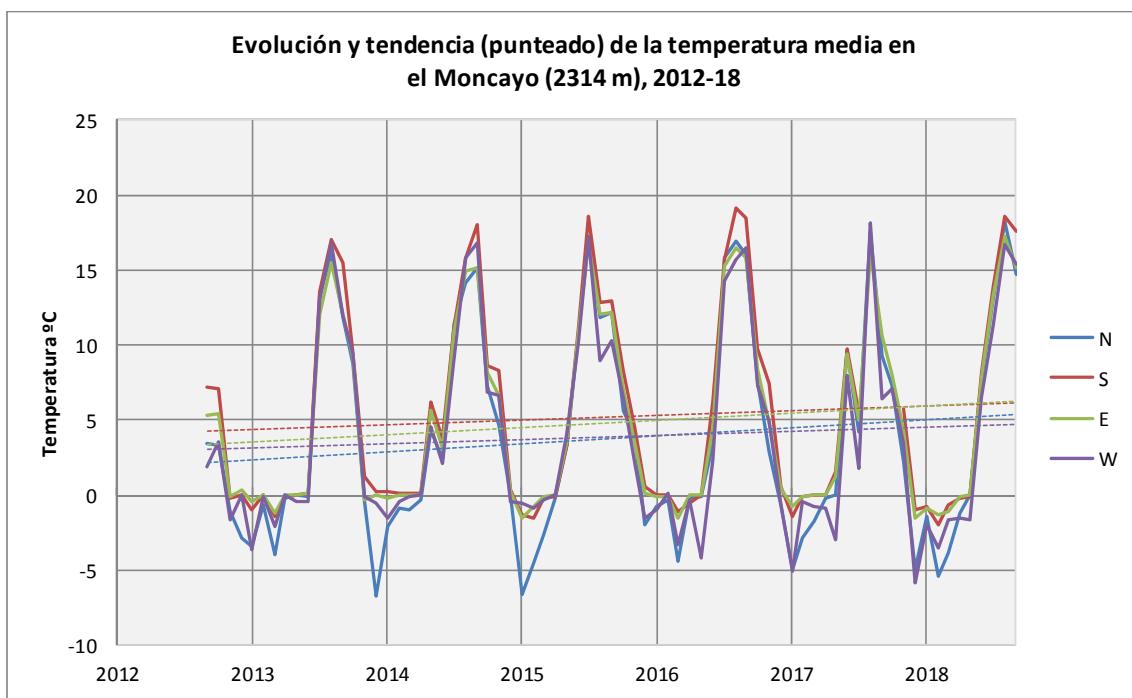
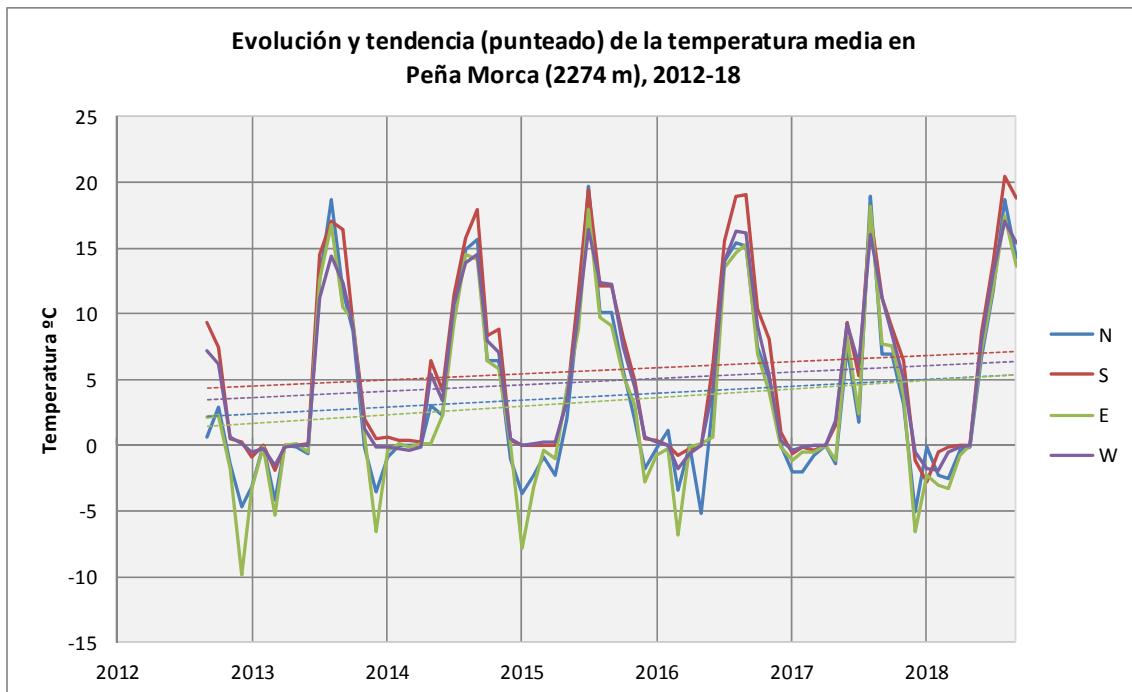
En las dos cimas inferiores, Peña Negrilla y Lobera, el PV es de alrededor de seis meses (6 y 5,8 meses o 181 y 174 días, respectivamente). Las dos cimas superiores, Morca y Moncayo, tienen un PV similar de 5,4 meses (algo más de 162 días).

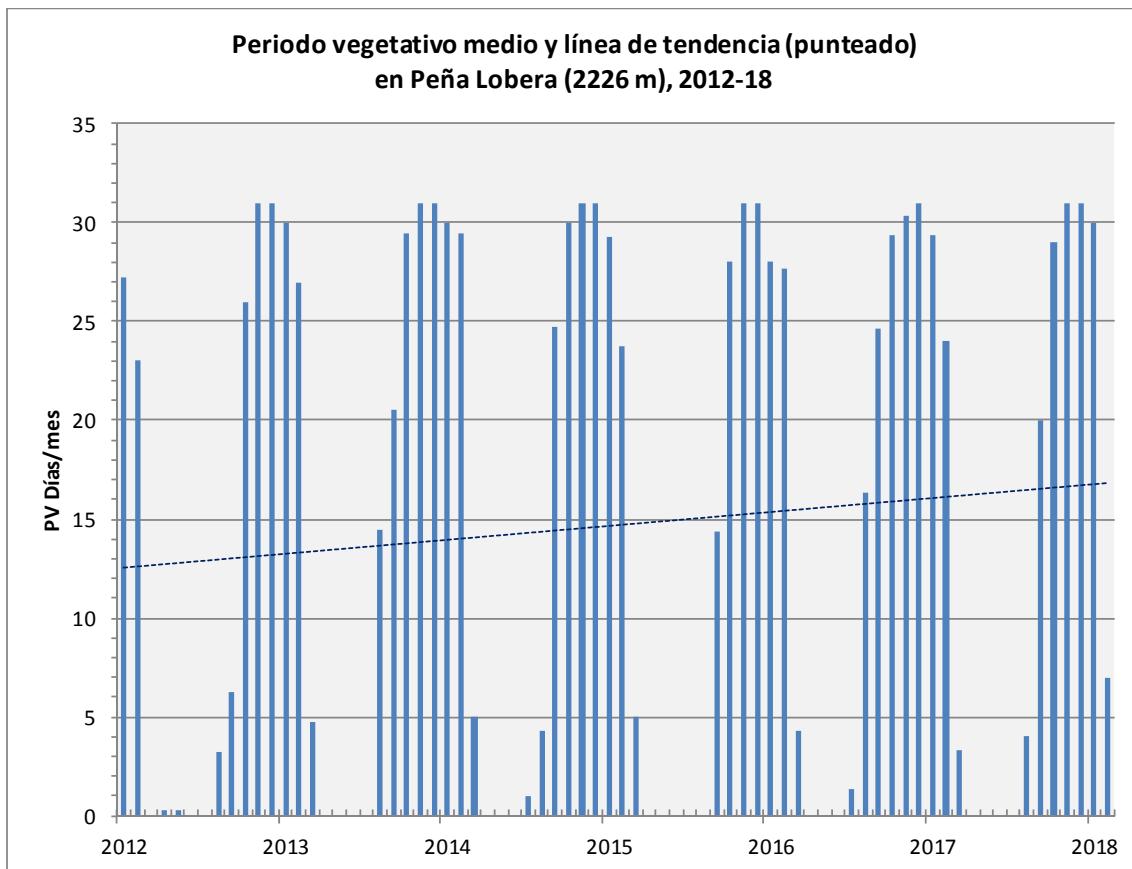
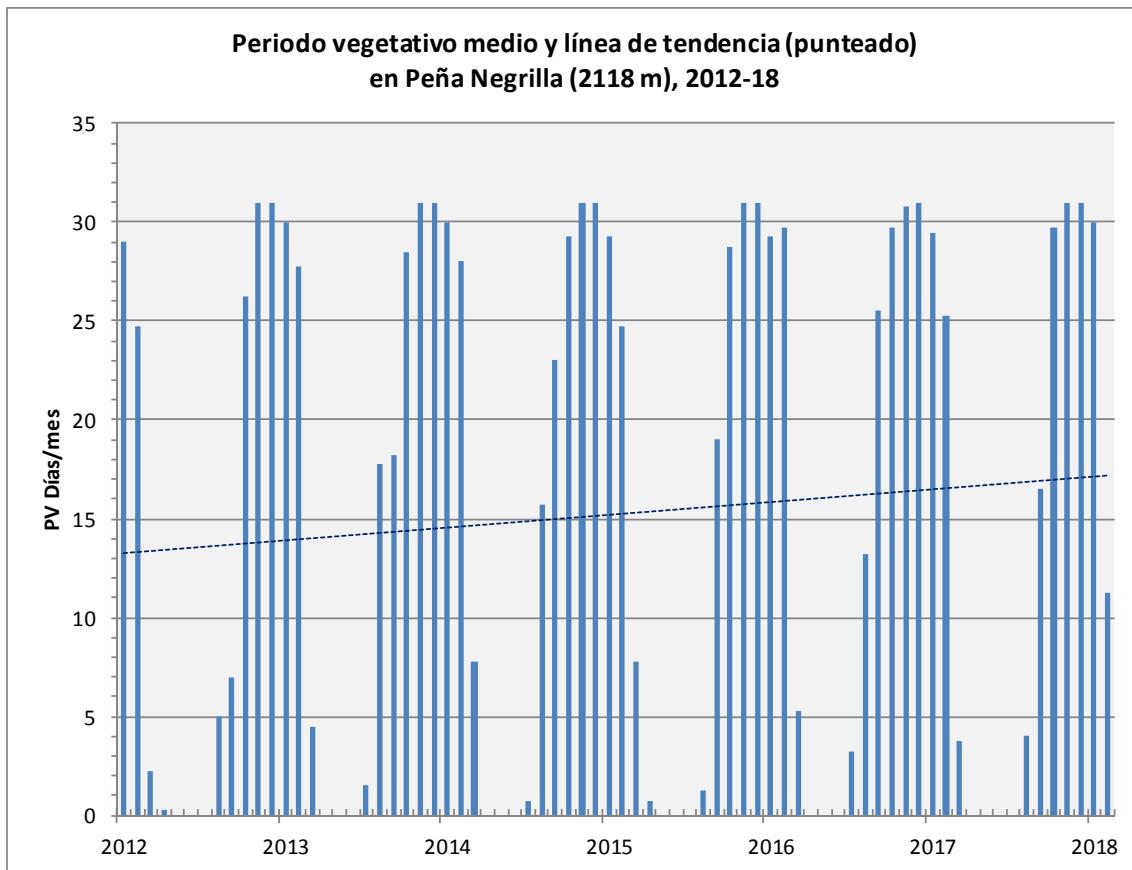
En la zona piloto del Moncayo, el PV desciende a razón de 9,25 días cada 100 m de altitud.

A continuación, gráficas de la evolución y la tendencia de la temperatura en las cuatro cimas de la ZP del Moncayo y del periodo vegetativo, desde septiembre de 2012 hasta septiembre 2018.

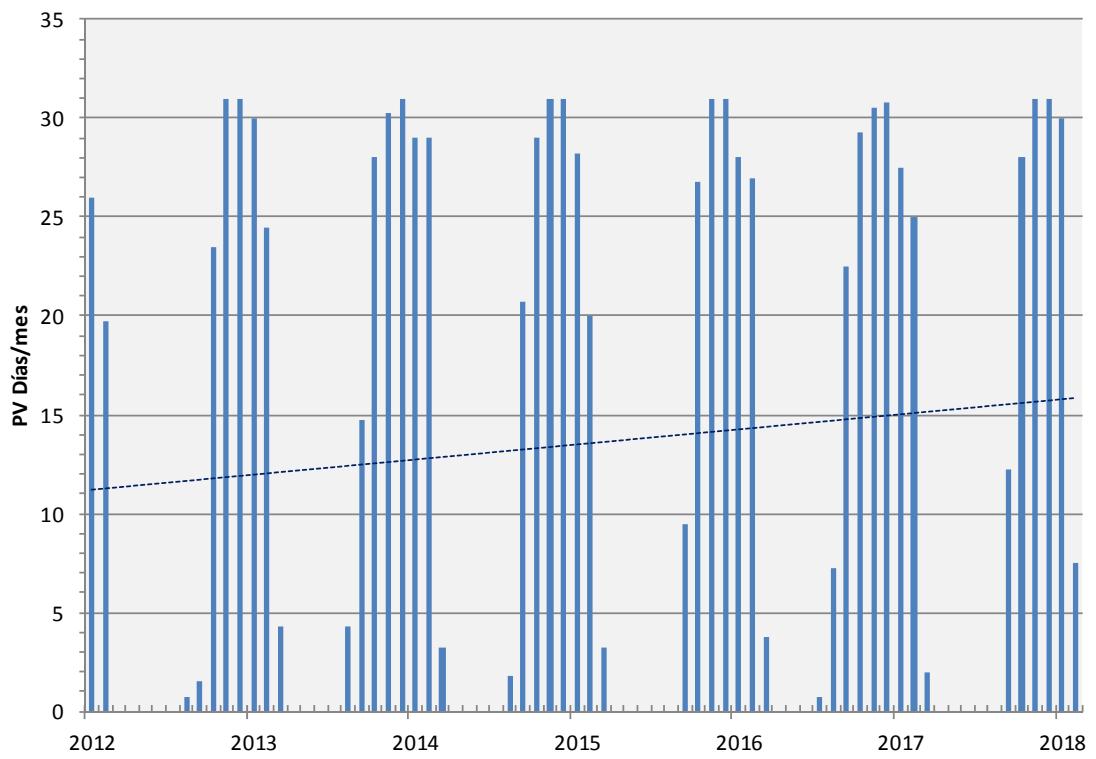
En todas las cimas se observa una **tendencia acusado ascendente** de la temperatura y el PV.



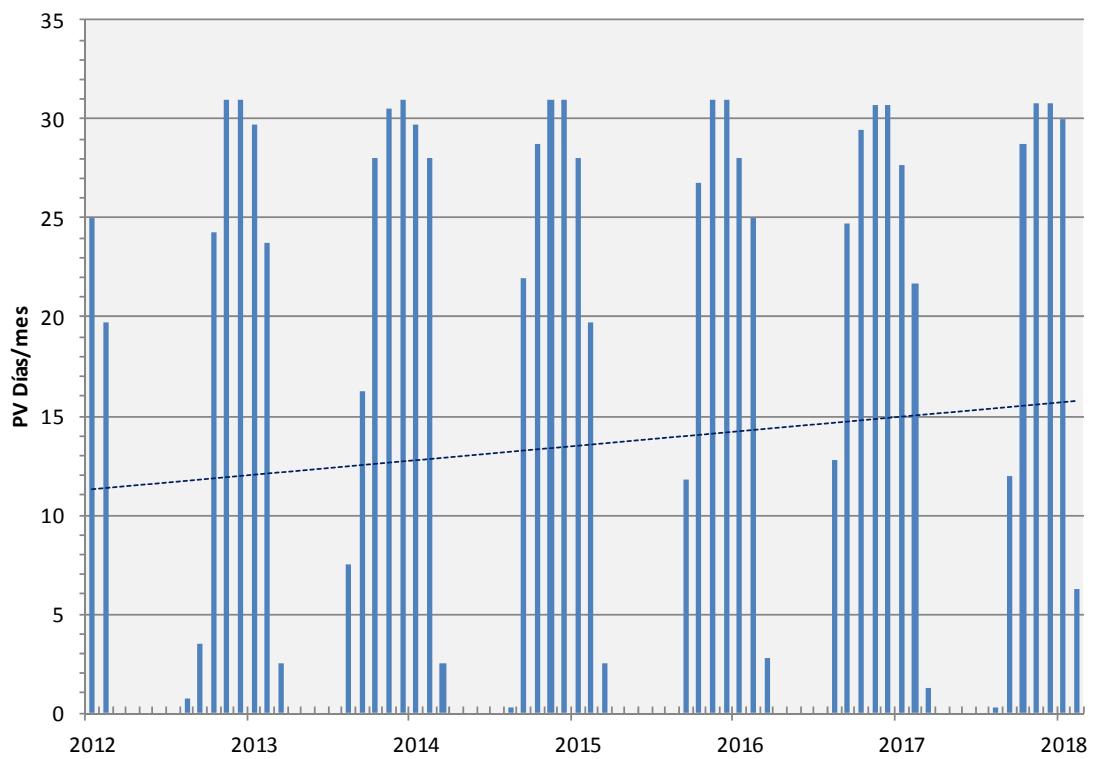




**Periodo vegetativo medio y línea de tendencia (punteado)
en Peña Morca (2274 m), 2012-18**



**Periodo vegetativo medio y línea de tendencia (punteado)
en el Moncayo (2314 m), 2012-18**



10. Resultados preliminares. Cambios en la flora en ES-SPY

En este apartado aportar algunos resultados preliminares sobre los cambios en la flora vascular de las cimas GLORIA del Pirineo silíceo (ES-SPY), concretados por el momento en la presencia/ausencia en 2018 de especies que inventariamos en 2011 y la aparición de taxones nuevos. Podemos decir que **en todas las cimas hemos hallado más especies en el muestreo de 2018 que en el precedente de 2011**, y si bien han desaparecido algunas, las nuevas incorporaciones las compensan.

Hay un dato que debemos tener en cuenta, y es que la primavera de 2018 ha sido muy lluviosa y el verano no ha sido especialmente cálido, al contrario de lo que ocurrió en 2011. No obstante, la gran mayoría de las especies de alta montaña son vivaces, por lo que se pueden localizar a lo largo del verano. En teoría las diferencias meteorológicas sólo deberían afectar a la visibilidad de las especies anuales, por su pequeño tamaño y su vida efímera, como *Botrychium lunaria* o *Euphrasia* sp. pl. También es cierto que esta humedad, por encima de la media, provocó una mayor explosión floral y más duradera de lo que es habitual, lo que siempre ayuda a identificar las plantas más fácilmente. Por ello queremos resaltar la importancia de las especies que han desaparecido en 2018 y que pudimos anotar en 2011:

- 5 especies en Tres Güegas (GUE)
- 4 especies en el Vértice de Anayet (ANA)
- 1 especies en Bacías (BAC)
- 6 especies en Robiñera (ROB).

Debemos advertir que para tener unos resultados más finos y consistentes, todavía se debe realizar el análisis de los datos conjunto con el resto de ZP de GLORIA en Europa. Normalmente estos análisis estadísticos los realiza el equipo de coordinación de GLORIA en Viena (Austria), en estrecho contacto con los participantes. Son análisis que suelen costar varios años hasta que son publicados. A continuación damos el detalle de las especies de flora vascular, nuevas y desaparecidas, en cada cima.

10.1. Diferencias entre las especies localizadas en Tres Güegas-GUE (2302 m) en 2011 y 2018

En el año 2011 se pudieron localizar 74 especies de flora vascular, por 76 en el año 2018. Siete de ellas son nuevas para 2018:

- *Acinos alpinus* (L.) Moench subsp. *alpinus*
- *Anthoxanthum odoratum* L.
- *Cerastium arvense* L.
- *Crepis pygmaea* L.
- *Dactylorhiza sambucina* (L.) Soó
- *Hieracium ramondii* Griseb.
- *Hypochaeris radicata* L.

Por otra parte, cinco especies que vimos en 2011 no han vuelto a aparecer en 2018:

- *Androsace vitaliana* (L.) Lapeyr. subsp. *vitaliana*
- *Antennaria carpatica* (Wahlenb.) Bluff & Fingerh.
- *Botrychium lunaria* (L.) Sw.
- *Galium aparine* L. subsp. *aparine*
- *Phyteuma orbiculare* L.

10.2. Diferencias entre las especies localizadas en el Vértice de Anayet-ANA (2555 m) en 2011 y 2018

En el año 2011 se pudieron localizar 75 especies de flora vascular, por 81 en el año 2018. Diez de ellas son nuevas para 2018:

- *Anthyllis vulneraria* L. subsp. *alpestris* (Kit. ex Schult.) Asch. & Graebn.
- *Arenaria grandiflora* L.
- *Cardamine resedifolia* L
- *Festuca pyrenaica* Reut.
- *Hieracium pilosella* L.
- *Murbeckiella pinnatifida* (Lam.) Rothm.
- *Phyteuma orbiculare* L.
- *Scleranthus perennis* L.
- *Sedum atratum* L. subsp. *atratum*
- *Valeriana apula* Poir.

Por otra parte, cuatro especies que vimos en 2011 no han vuelto a aparecer en 2018:

- *Alchemilla alpina* L.
- *Crepis pygmaea* L.
- *Sedum alpestre* Vill.
- *Veronica bellidiodoides* L.

10.3. Diferencias entre las especies localizadas en Bacías-BAC (2731 m) en 2011 y 2018

En el año 2011 se pudieron localizar 54 especies de flora vascular, por 63 en el año 2018. Diez de ellas son nuevas para 2018:

- *Arenaria ciliata* subsp. *moehringioides* (Murr) Braun-Blanq.
- *Arenaria grandiflora* L.
- *Carduus carlinoides* Gouan subsp. *carlinoides*
- *Cerastium alpinum* L.
- *Draba aizoides* L. subsp. *aizoides*
- *Erigeron uniflorus* L.
- *Festuca gautieri* (Hack.) K.Richt.
- *Saxifraga intricata* Lapeyr.
- *Sedum anglicum* Huds. subsp. *pyrenaicum* Lange
- *Sedum atratum* L. subsp. *atratum*

Por otra parte, una especie que vimos en 2011 no han vuelto a aparecer en 2018:

- *Hieracium lactucella* Wallr.

10.4. Diferencias entre las especies localizadas en Robiñera-Morrón de Sobresplucas-ROB (2827) en 2011 y 2018

En el año 2011 se pudieron localizar 48 especies de flora vascular, por 55 en el año 2018. Trece de ellas son nuevas para 2018:

- *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh.
- *Doronicum grandiflorum* Lam.
- *Epilobium anagallidifolium* Lam.
- *Euphrasia minima* Jacq. ex DC.
- *Hieracium glanduliferum* Hoppe
- *Hieracium pilosella* L.

- *Leontodon pyrenaicus* Gouan subsp. *pyrenaicus*
- *Minuartia verna* (L.) Hiern subsp. *verna*
- *Myosotis alpestris* F.W.Schmidt
- *Pedicularis pyrenaica* J. Gay
- *Poa cenisia* All. subsp. *sardoa* Em. Schmid
- *Potentilla brauniana* Hoppe
- *Potentilla neumanniana* Rchb.

Por otra parte, seis especies que vimos en 2011 no han vuelto a aparecer en 2018:

- *Carex curvula* All.
- *Gentiana verna* L. subsp. *verna*
- *Helictotrichon sedenense* (DC.) Holub
- *Minuartia sedoides* (L.) Hiern
- *Sedum alpestre* Vill.
- *Sibbaldia procumbens* L.

10.5. Tablas de presencia/ausencia de especies de las 4 cimas ES-SPY

10.5.1. Taxones presentes en Punta de las Tres Güegas-GUE (2302 m)

Taxones presentes en Punta de las Tres Güegas-GUE (2302 m)	2011	2018
<i>Acinos alpinus</i> (L.) Moench subsp. <i>alpinus</i>	NO	SI
<i>Agrostis capillaris</i> L.	SI	SI
<i>Agrostis rupestris</i> All.	SI	SI
<i>Ajuga pyramidalis</i> L.	SI	SI
<i>Alchemilla alpina</i> L.	SI	SI
<i>Androsace laggeri</i> A. Huet	SI	SI
<i>Androsace vitaliana</i> (L.) Lapeyr. subsp. <i>vitaliana</i>	SI	NO
<i>Antennaria carpatica</i> (Wahlenb.) Bluff & Fingerh.	SI	NO
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	NO	SI
<i>Bellardiochloa violacea</i> (Bellardi) Chiov.	SI	SI
<i>Botrychium lunaria</i> (L.) Sw.	SI	NO
<i>Campanula agg. scheuchzeri</i> Vill.	SI	SI
<i>Carduus carlinoides</i> Gouan subsp. <i>carlinoides</i>	SI	SI
<i>Cardamine resedifolia</i> L	SI	SI
<i>Carlina acanthifolia</i> All.	SI	SI
<i>Cerastium alpinum</i> L.	SI	SI
<i>Cerastium arvense</i> L.	NO	SI
<i>Crepis pygmaea</i> L.	NO	SI
<i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend.	SI	SI
<i>Cryptogramma crispa</i> (L.) R. Br. ex Hook.	SI	SI
<i>Dactylorhiza sambucina</i> (L.) Soó	NO	SI
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	SI	SI
<i>Dianthus furcatus</i> Balb.	SI	SI
<i>Erigeron uniflorus</i> L.	SI	SI
<i>Euphrasia salisburgensis</i> Funck	SI	SI
<i>Festuca eskia</i> Ramond ex DC.	SI	SI
<i>Festuca nigrescens</i> Lam.	SI	SI
<i>Festuca ovina</i> L. s.l. (incl. <i>F. altopyrenaica</i>)	SI	SI
<i>Festuca rubra</i> L. s.l.	SI	SI
<i>Galium aparine</i> L. subsp. <i>aparine</i>	SI	NO
<i>Galium cespitosum</i> Lam	SI	SI
<i>Galium marchandii</i> Roem. & Schult.	SI	SI

<i>Galium verum</i> L. subsp. <i>verum</i>	SI	SI
<i>Gentiana acaulis</i> L.	SI	SI
<i>Gentiana lutea</i> L. subsp. <i>lutea</i>	SI	SI
<i>Geranium cinereum</i> Cav.	SI	SI
<i>Helictotrichon sedenense</i> (DC.) Holub	SI	SI
<i>Hieracium amplexicaule</i> L.	SI	SI
<i>Hieracium piliferum</i> Hoppe	SI	SI
<i>Hieracium lactucella</i> Wallr.	SI	SI
<i>Hieracium pilosella</i> L.	SI	SI
<i>Hieracium ramondii</i> Griseb.	NO	SI
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	NO	SI
<i>Jasione laevis</i> Lam. subsp. <i>laevis</i>	SI	SI
<i>Juniperus communis</i> L. subsp. <i>alpina</i> (Suter) Celak.	SI	SI
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan subsp. <i>pyrenaicus</i>	SI	SI
<i>Leucanthemopsis alpina</i> (L.) Heywood	SI	SI
<i>Linaria alpina</i> (L.) Mill.	SI	SI
<i>Lotus alpinus</i> (DC.) Schleich. ex Ramond	SI	SI
<i>Luzula nutans</i> (Vill.) Duval-Jouve	SI	SI
<i>Luzula spicata</i> (L.) DC.	SI	SI
<i>Lychnis alpina</i> L.	SI	SI
<i>Meum athamanticum</i> Jacq.	SI	SI
<i>Minuartia verna</i> (L.) Hiern subsp. <i>verna</i>	SI	SI
<i>Nardus stricta</i> L.	SI	SI
<i>Nardus stricta</i> L.	SI	SI
<i>Paronychia polygonifolia</i> (Vill.) DC. in Lam. & DC.	SI	SI
<i>Pedicularis pyrenaica</i> J. Gay	SI	SI
<i>Phyteuma hemisphaericum</i> L.	SI	SI
<i>Phyteuma orbiculare</i> L.	SI	NO
<i>Plantago alpina</i> L.	SI	SI
<i>Poa alpina</i> L.	SI	SI
<i>Poa cenisia</i> All. subsp. <i>sardoa</i> Em. Schmid	SI	SI
<i>Poa nemoralis</i> L.	SI	SI
<i>Polygala alpestris</i> Rchb.	SI	SI
<i>Primula hirsuta</i> All.	SI	SI
<i>Ranunculus amplexicaulis</i> L.	SI	SI
<i>Saxifraga moschata</i> Wulfen	SI	SI
<i>Saxifraga paniculata</i> Mill.	SI	SI
<i>Scleranthus perennis</i> L.	SI	SI
<i>Sedum anglicum</i> Huds. subsp. <i>pyrenaicum</i> Lange	SI	SI
<i>Sedum brevifolium</i> DC.	SI	SI
<i>Sempervivum arachnoideum</i> L.	SI	SI
<i>Sempervivum montanum</i> L. subsp. <i>montanum</i>	SI	SI
<i>Silene acaulis</i> (L.) Jacq.	SI	SI
<i>Silene rupestris</i> L.	SI	SI
<i>Thymus praecox</i> Opiz subsp. <i>polytrichus</i> (A.Kern. ex Borbás) Jalas	SI	SI
<i>Trifolium alpinum</i> L.	SI	SI
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	SI	SI
<i>Veronica bellidioides</i> L.	SI	SI
<i>Veronica fruticulosa</i> L.	SI	SI
	74	76

10.5.2. Taxones presentes en Vértice de Anayet-ANA (2555 m)

Taxones presentes en Vértice de Anayet-ANA (2555 m)	2011	2018
<i>Agrostis rupestris</i> All.	SI	SI
<i>Alchemilla alpina</i> L.	SI	NO
<i>Alchemilla flabellata</i> Buser	SI	SI
<i>Androsace ciliata</i> DC.	SI	SI
<i>Androsace vitaliana</i> (L.) Lapeyr. subsp. <i>vitaliana</i>	SI	SI
<i>Antennaria carpatica</i> (Wahlenb.) Bluff & Fingerh.	SI	SI
<i>Anthyllis vulneraria</i> L. subsp. <i>alpestris</i> (Kit. ex Schult.) Asch. & Graebn.	NO	SI
<i>Arenaria moehringioides</i> J. Murr	SI	SI
<i>Arenaria grandiflora</i> L.	NO	SI
<i>Armeria alpina</i> Willd.	SI	SI
<i>Botrychium lunaria</i> (L.) Sw.	SI	SI
<i>Cardamine resedifolia</i> L	NO	SI
<i>Carduus carlinoides</i> Gouan subsp. <i>carlinoides</i>	SI	SI
<i>Carex curvula</i> All.	SI	SI
<i>Carex parviflora</i> Host	SI	SI
<i>Carlina acaulis</i> L.	SI	SI
<i>Cerastium alpinum</i> L.	SI	SI
<i>Crepis pygmaea</i> L.	SI	NO
<i>Draba aizoides</i> L subsp. <i>aizoides</i>	SI	SI
<i>Draba siliquosa</i> subsp. <i>carinthiaca</i> (Hoppe) O. Bolòs & Vigo	SI	SI
<i>Erigeron uniflorus</i> L.	SI	SI
<i>Euphrasia minima</i> Jacq. ex DC. in Lam. & DC.	SI	SI
<i>Euphrasia salisburgensis</i> Funck	SI	SI
<i>Festuca eskia</i> Ramond ex DC.	SI	SI
<i>Festuca gautieri</i> (Hack.) K. Richt. subsp. <i>scoparia</i> (A.Kerner & Hack) Kerguélen	SI	SI
<i>Festuca glacialis</i> (Miégev. ex Hack.) K. Richt.	SI	SI
<i>Festuca nigrescens</i> Lam.	SI	SI
<i>Festuca ovina</i> L. s.l. (incl. <i>F. altopyrenaica</i>)	SI	SI
<i>Festuca pyrenaica</i> Reut.	NO	SI
<i>Festuca rubra</i> L. s.l.	SI	SI
<i>Galium cespitosum</i> Lam	SI	SI
<i>Galium marchandii</i> Roem. & Schult.	SI	SI
<i>Gentiana nivalis</i> L.	SI	SI
<i>Gentiana verna</i> L. subsp. <i>verna</i>	SI	SI
<i>Gentianella campestris</i> (L.) Börner	SI	SI
<i>Geranium cinereum</i> Cav.	SI	SI
<i>Globularia repens</i> Lam.	SI	SI
<i>Helictotrichon sedenense</i> (DC.) Holub	SI	SI
<i>Hieracium pilosella</i> L.	NO	SI
<i>Juniperus communis</i> L. subsp. <i>alpina</i> (Suter) Celak.	SI	SI
<i>Kobresia myosuroides</i> (Vill.) Fiori in Fiori & Paol.	SI	SI
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan subsp. <i>pyrenaicus</i>	SI	SI
<i>Leucanthemopsis alpina</i> (L.) Heywood	SI	SI
<i>Linaria alpina</i> (L.) Mill.	SI	SI
<i>Lotus alpinus</i> (DC.) Schleich. ex Ramond	SI	SI
<i>Luzula spicata</i> (L.) DC.	SI	SI
<i>Minuartia verna</i> (L.) Hiern subsp. <i>verna</i>	SI	SI
<i>Murbeckiella pinnatifida</i> (Lam.) Rothm.	NO	SI
<i>Myosotis alpestris</i> F.W. Schmidt	SI	SI
<i>Paronychia kapela</i> (Hacq.) A. Kern. subsp. <i>serpyllifolia</i> (Chaix) Graebner	SI	SI

<i>Phyteuma hemisphaericum</i> L.	SI	SI
<i>Phyteuma orbiculare</i> L.	NO	SI
<i>Poa alpina</i> L.	SI	SI
<i>Poa cenisia</i> All. subsp. <i>sardoa</i> Em. Schmid	SI	SI
<i>Poa nemoralis</i> L.	SI	SI
<i>Polygonum viviparum</i> L.	SI	SI
<i>Potentilla crantzii</i> (Crantz) Beck ex Fritsch	SI	SI
<i>Potentilla nivalis</i> Lapeyr.	SI	SI
<i>Potentilla tabernaemontani</i> Asch.	SI	SI
<i>Primula hirsuta</i> All.	SI	SI
<i>Primula integrifolia</i> L.	SI	SI
<i>Salix reticulata</i> L.	SI	SI
<i>Saxifraga bryoides</i> L.	SI	SI
<i>Saxifraga moschata</i> Wulfen	SI	SI
<i>Saxifraga oppositifolia</i> L. s.l.	SI	SI
<i>Saxifraga paniculata</i> Mill.	SI	SI
<i>Saxifraga pubescens</i> Pourr. s.l.	SI	SI
<i>Scleranthus perennis</i> L.	NO	SI
<i>Scutellaria alpina</i> L. subsp. <i>alpina</i>	SI	SI
<i>Sedum alpestre</i> Vill.	SI	NO
<i>Sedum atratum</i> L. subsp. <i>atratum</i>	NO	SI
<i>Sedum brevifolium</i> DC.	SI	SI
<i>Sempervivum arachnoideum</i> L.	SI	SI
<i>Sempervivum montanum</i> L. subsp. <i>montanum</i>	SI	SI
<i>Sideritis hyssopifolia</i> L. s.l.	SI	SI
<i>Silene acaulis</i> (L.) Jacq.	SI	SI
<i>Silene rupestris</i> L.	SI	SI
<i>Taraxacum</i> agg. <i>dissectum</i> (Lebed.) Lebed. (<i>T. pyrenaicum</i> Reut.)	SI	SI
<i>Thalictrum alpinum</i> L.	SI	SI
<i>Thymus praecox</i> Opiz subsp. <i>polytrichus</i> (A.Kern. ex Borbás) Jalas	SI	SI
<i>Trifolium alpinum</i> L.	SI	SI
<i>Trifolium thalii</i> Vill.	SI	SI
<i>Urtica dioica</i> L.	SI	SI
<i>Valeriana apula</i> Poir.	NO	SI
<i>Veronica bellidioides</i> L.	SI	NO
	75	81

10.5.3. Taxones presentes en Bacías-BAC (2731 m)

Taxones presentes en Bacías-BAC (2731 m)	2011	2018
<i>Agrostis rupestris</i> All.	SI	SI
<i>Alchemilla alpina</i> L.	SI	SI
<i>Antennaria carpatica</i> (Wahlenb.) Bluff & Fingerh.	SI	SI
<i>Arenaria ciliata</i> subsp. <i>moehringioides</i> (Murr) Braun-Blanq.	NO	SI
<i>Arenaria grandiflora</i> L.	NO	SI
<i>Armeria alpina</i> Willd.	SI	SI
<i>Campanula</i> agg. <i>scheuchzeri</i> Vill.	SI	SI
<i>Carduus carlinoides</i> Gouan subsp. <i>carlinoides</i>	NO	SI
<i>Cardamine resedifolia</i> L	SI	SI
<i>Carex curvula</i> All.	SI	SI
<i>Cerastium alpinum</i> L.	NO	SI
<i>Cryptogramma crispa</i> (L.) R. Br. ex Hook.	SI	SI
<i>Draba aizoides</i> L. subsp. <i>aizoides</i>	NO	SI
<i>Erigeron uniflorus</i> L.	SI	SI
<i>Erigeron uniflorus</i> L.	NO	SI
<i>Euphrasia minima</i> Jacq. ex DC. in Lam. & DC.	SI	SI
<i>Euphrasia salisburgensis</i> Funck	SI	SI
<i>Festuca eskia</i> Ramond ex DC.	SI	SI
<i>Festuca gautieri</i> (Hack.) K.Richt.	NO	SI
<i>Festuca glacialis</i> (Miégev. ex Hack.) K. Richt.	SI	SI
<i>Festuca ovina</i> L. s.l. (incl. <i>F. altopyrenaica</i>)	SI	SI
<i>Festuca rubra</i> L. s.l.	SI	SI
<i>Galium cespitosum</i> Lam	SI	SI
<i>Gentiana alpina</i> Vill.	SI	SI
<i>Gentiana nivalis</i> L.	SI	SI
<i>Gentiana verna</i> L. subsp. <i>verna</i>	SI	SI
<i>Helictotrichon sedenense</i> (DC.) Holub	SI	SI
<i>Hieracium lactucella</i> Wallr.	SI	NO
<i>Hieracium pilosella</i> L.	SI	SI
<i>Hieracium piliferum</i> Hoppe	SI	SI
<i>Jasione laevis</i> Lam. subsp. <i>laevis</i>	SI	SI
<i>Juniperus communis</i> L. subsp. <i>alpina</i> (Suter) Celak.	SI	SI
<i>Leontodon pyrenaicus</i> Gouan subsp. <i>pyrenaicus</i>	SI	SI
<i>Leucanthemopsis alpina</i> (L.) Heywood	SI	SI
<i>Linaria alpina</i> (L.) Mill.	SI	SI
<i>Luzula spicata</i> (L.) DC.	SI	SI
<i>Minuartia verna</i> (L.) Hiern subsp. <i>verna</i>	SI	SI
<i>Omalotheca supina</i> (L.) DC.	SI	SI
<i>Oreochloa blanka</i> Deyl	SI	SI
<i>Pedicularis pyrenaica</i> J. Gay	SI	SI
<i>Phyteuma hemisphaericum</i> L.	SI	SI
<i>Poa alpina</i> L.	SI	SI
<i>Poa cenisia</i> All. subsp. <i>sardoa</i> Em. Schmid	SI	SI
<i>Potentilla neumanniana</i> Rchb.	SI	SI
<i>Potentilla nivalis</i> Lapeyr.	SI	SI
<i>Primula hirsuta</i> All.	SI	SI
<i>Rhododendron ferrugineum</i> L.	SI	SI
<i>Saxifraga bryoides</i> L.	SI	SI
<i>Saxifraga moschata</i> Wulfen	SI	SI
<i>Saxifraga intricata</i> Lapeyr.	NO	SI

<i>Sedum alpestre</i> Vill.	SI	SI
<i>Sedum anglicum</i> Huds. subsp. <i>pyrenaicum</i> Lange	NO	SI
<i>Sedum atratum</i> L. subsp. <i>atratum</i>	NO	SI
<i>Sedum brevifolium</i> DC.	SI	SI
<i>Sempervivum montanum</i> L. subsp. <i>montanum</i>	SI	SI
<i>Sibbaldia procumbens</i> L.	SI	SI
<i>Silene acaulis</i> (L.) Jacq.	SI	SI
<i>Silene rupestris</i> L.	SI	SI
<i>Solidago virgaurea</i> L.	SI	SI
<i>Thesium pyrenaicum</i> Pourr. subsp. <i>pyrenaicum</i>	SI	SI
<i>Thymus praecox</i> Opiz subsp. <i>polytrichus</i> (A.Kern. ex Borbás) Jalas	SI	SI
<i>Trifolium alpinum</i> L.	SI	SI
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	SI	SI
<i>Vaccinium uliginosum</i> L. subsp. <i>microphyllum</i> Lange	SI	SI
<i>Veronica fruticulosa</i> L.	SI	SI
	55	64

10.5.4. Taxones presentes en Robiñera, Morrón de Sobresplucas-ROB (2827 m)

Taxones presentes en Robiñera, Morrón de Sobresplucas-ROB (2827 m)	2011	2018
Androsace ciliata DC.	SI	SI
Anthyllis vulneraria L. subsp. alpestris (Kit. ex Schult.) Asch. & Graebn.	SI	SI
Armeria alpina Willd.	SI	SI
Arenaria ciliata subsp. moehringioides (Murr) Braun-Blanq.	SI	SI
Artemisia umbelliformis Lam.	SI	SI
Botrychium lunaria (L.) Sw.	SI	SI
Campanula cochlearifolia Lam.	SI	SI
Carduus carlinoides Gouan subsp. carlinoides	SI	SI
Carex curvula All.	SI	NO
Cerastium alpinum L.	SI	SI
Crepis pygmaea L.	SI	SI
Cystopteris fragilis (L.) Bernh.	NO	SI
Doronicum grandiflorum Lam.	NO	SI
Draba aizoides L subsp. aizoides	SI	SI
Epilobium anagallidifolium Lam.	NO	SI
Erigeron uniflorus L.	SI	SI
Euphrasia alpina subsp. alpina Lam.	SI	SI
Euphrasia minima Jacq. ex DC.	NO	SI
Euphrasia salisburgensis Funck	SI	SI
Euphrasia stricta J.P. Wolff ex J.F. Lehm.	SI	SI
Festuca gautieri (Hack.) K. Richt. subsp. scoparia (A.Kerner & Hack) Kerguélen	SI	SI
Festuca glacialis (Miégev. ex Hack.) K. Richt.	SI	SI
Festuca pyrenaica Reut.	SI	SI
Galium cespitosum Lam	SI	SI
Galium cometerhizon Lapeyr.	SI	SI
Gentiana verna L. subsp. verna	SI	NO
Helictotrichon sedenense (DC.) Holub	SI	NO
Hieracium glanduliferum Hoppe	NO	SI
Hieracium lactucella Wallr.	SI	SI
Hieracium pilosella L.	NO	SI
Iberis spathulata DC. in Lam. & DC.	SI	SI
Leontodon pyrenaicus Gouan subsp. pyrenaicus	NO	SI
Leucanthemopsis alpina (L.) Heywood	SI	SI
Linaria alpina (L.) Mill.	SI	SI
Lotus alpinus (DC.) Schleich. ex Ramond	SI	SI
Minuartia verna (L.) Hiern subsp. verna	NO	SI
Minuartia sedoides (L.) Hiern	SI	NO
Myosotis alpestris F.W.Schmidt	NO	SI
Oxyria digyna (L.) Hill	SI	SI
Oxytropis pyrenaica Godr. & Gren.	SI	SI
Paronychia kapela (Hacq.) A. Kern. subsp. serpyllifolia (Chaix) Graebner	SI	SI
Pedicularis pyrenaica J. Gay	NO	SI
Poa alpina L.	SI	SI
Poa cenisia All. subsp. sardoa Em. Schmid	NO	SI
Potentilla brauniana Hoppe	NO	SI
Potentilla crantzii (Crantz) Beck ex Fritsch	SI	SI
Potentilla neumanniana Rchb.	NO	SI
Potentilla nivalis Lapeyr.	SI	SI
Pritzelago alpina (L.) Kuntze subsp. alpina	SI	SI
Saxifraga moschata Wulfen	SI	SI

Saxifraga oppositifolia L. s.l.	SI	SI
Saxifraga paniculata Mill.	SI	SI
Saxifraga pubescens Pourr. s.l.	SI	SI
Sedum alpestre Vill.	SI	NO
Sedum atratum L. subsp. atratum	SI	SI
Sedum brevifolium DC.	SI	SI
Sibbaldia procumbens L.	SI	NO
Silene acaulis (L.) Jacq.	SI	SI
Taraxacum agg. dissectum (Lebed.) Lebed. (T. pyrenaicum Reut.)	SI	SI
Thymus praecox Opiz subsp. polytrichus (A.Kern. ex Borbás) Jalas	SI	SI
Veronica nummularia Gouan	SI	SI
	48	55

10.6 Las bases de datos de GLORIA en GrassPlot

Desde 2018, las bases de datos del proyecto GLORIA-Aragón han sido incorporadas a **GrassPlot (Database of Scale-Dependent Phylogenetic Patterns in Palaearctic Grasslands)** (Dengler & al., 2018). Se trata de una plataforma que reúne los datos de parcelas de estudios sobre vegetación del hemisferio Norte. Está organizada por el *Eurasian Dry Grassland Group* (www.EDGG.org) y listada en el *Global Index of Vegetation-Plot Databases* (www.GIVD.info/ID/EU-00-003). *GrassPlot* recoge registros de parcelas (inventarios) de pastos y otros hábitats abiertos del reino biogeográfico Paleártico. Se centra en parcelas delimitadas con exactitud, con ocho tamaños de muestreo estándar (desde 0,0001 hasta los 1.000 m²) y en series de parcelas con al menos cuatro tamaños diferentes.

Se trata de la mayor base de datos mundial de este tipo de vegetación, los pastos. En nuestro caso hemos contribuido con los datos de los inventarios de flora del proyecto GLORIA-Aragón de sus tres zonas piloto.

El uso de *GrassPlot* está regulado por estatutos que pretenden equilibrar los intereses de los contribuyentes y usuarios de datos. La versión actual (v. 1.00) contiene datos de aproximadamente 170.000 parcelas de diferentes tamaños y 2.800 series.

Alrededor de 18.000 parcelas tienen registros casi completos de briofitas terrícolas y líquenes, además de plantas vasculares. En la actualidad, *GrassPlot* contiene datos de 36 países del Paleártico, muchos de ellos realizados a lo largo de laderas de las montañas y en ella se recogen los tipos de pastos más importantes de esta región del mundo. *GrassPlot*, con su enfoque multiescala y multitaxón, complementa las bases de datos internacionales de parcelas de vegetación más grandes, como el *Archivo Europeo de Vegetación* (EVA) y la base de datos global "sPlot". Su objetivo principal es facilitar los estudios sobre la escala y la dependencia de los taxones en los patrones de biodiversidad y de los generadores de cambio a lo largo de los gradientes macroecológicos. *GrassPlot* es una base de datos dinámica que se ampliará mediante la recopilación de nuevos datos coordinados por la Junta Coordinadora elegida.

11. Posibles consecuencias del calentamiento global sobre la flora de alta montaña

El calentamiento global es un hecho científico incontestable, que ya está teniendo consecuencias medibles en todos los ecosistemas de la Tierra. En este mismo informe vemos una tendencia ascendente de la temperatura, en las tres zonas piloto estudiadas en el proyecto GLORIA-Aragón, reflejada en nuestro caso en un aumento del periodo vegetativo.

11.1. *El ascenso altitudinal de las especies de flora*

En el ámbito que nos ocupa desde el proyecto GLORIA, la flora vascular de alta montaña, ya estamos observando las consecuencias del calentamiento global a nivel europeo. En tan sólo siete años (2001-2008), además del aumento de la temperatura, hemos visto una respuesta muy rápida de la flora alpina en forma de ascenso altitudinal de las plantas amantes del calor o termófilas hacia las partes altas de las montañas (Gottfried & al., 2012; Pauli & al., 2012). Es lo que hemos llamado la “termofilización” de la montaña. El análisis de los datos del seguimiento que hicimos en 2015 de la zona piloto de Ordesa (ES-CPY), permitirá confirmar si sigue esta tendencia. Se trata de un hecho sorprendente, dada la inercia que tienen estos ecosistemas y la menor capacidad de desplazamiento que tienen estos organismos si los comparamos, por ejemplo, con los animales.

Por otra parte, en un estudio a lo largo de 20 años en los Apeninos y los Alpes (Rogora & al., 2018), también han observado esta rápida respuesta de los ecosistemas montañosos al cambio climático. A medida que las temperaturas aumentaron, la cubierta vegetal en cumbres alpinas y subalpinas también aumentó.

Esto nos podría hacer pensar en que las plantas de zonas bajas podrían desplazar a las plantas más frioleras ya que, en su desplazamiento en altitud, llegaría un momento en el que las especies de ecosistemas más fríos ya no tuvieran un espacio físico que colonizar con condiciones de temperatura y humedad adecuadas y que llegaran a extinguirse.

A este respecto, nuestros estudios apuntan en dos direcciones: en las montañas del centro y norte de Europa se aprecia un aumento de la biodiversidad, ya que las especies de zonas más bajas colonizan la alta montaña, mientras que las especies más frioleras mantienen su estatus. Sin embargo, en las montañas mediterráneas se está evidenciando una pérdida de diversidad vegetal, probablemente consecuencia de un aumento de la evapotranspiración durante el periodo vegetativo por el aumento del calor, con una menor disposición de agua para las plantas (Gottfried & al., 2012; Pauli & al., 2012). Este hecho no afecta a las montañas del norte donde no se produce este déficit hídrico. Para el ámbito aragonés, en las cumbres pirenaicas encontramos también un aumento de la diversidad vegetal, aunque no tan acusado como en las montañas del norte de Europa. En el Moncayo, como montaña mediterránea, parece previsible un retroceso del número de especies, pero no podremos confirmarlo hasta que no se realice a repetición del muestreo GLORIA en el año 2019.

Otra de las conclusiones del proyecto GLORIA es que, a escala de nuestro continente, las laderas que más exposición solar reciben son, por orden, este, sur, oeste y norte, si bien en el Pirineo la ladera que más energía recibe es la sur, mientras que la este y la oeste van más o

menos parejas. Al parecer, en las montañas del centro y norte de Europa la formación de nubes a partir de media mañana haría que la exposición este fuera la que recibiera la mayor radiación, mientras que en el Pirineo las nubes evolucionan más tarde, pasado el mediodía o ya de tardes.

Es precisamente en las orientaciones con mayor radiación solar donde se están observando la mayor parte de los desplazamientos de las plantas (Winkler & al, 2016). En las cumbres mediterráneas, la sequía estival puede limitar el número de especies en las laderas más cálidas.

11.2. Microtopografía y microclimas en alta montaña

¿Por qué en las montañas del norte de Europa las especies frioleras no son desplazadas por las que ascienden desde parte bajas?

La alta montaña alpina suele ser un ambiente con poca cobertura vegetal, donde dominan la piedra y el suelo desnudo sobre la vegetación, por tanto tiene muchos “huecos” potencialmente colonizables. Nosotros ya demostramos que en una misma montaña, a la misma altitud, la exposición norte tiene un periodo vegetativo alrededor de un mes más corto que la sur (Benito, 2006). Recientes estudios más finos sobre microtopografía de alta montaña con termómetros de rayos infrarrojos (Scherrer & Körner, 2010, 2011), han demostrado que los contrastes térmicos a pequeña escala, de metros, superan significativamente las proyecciones de calentamiento del IPCC para los próximos 100 años. Dicho de otro modo, en alta montaña hay microhabitats generados por la microtopografía con grandes diferencias térmicas, en apenas pocos metros de distancia, mucho mayores que las de los escenarios de calentamiento del IPCC, cuyas características térmicas permitirían la supervivencia de especies frioleras por desplazamiento hacia estos nichos vacíos.

Eso supone que los modelos basados sólo en isoterma podrían sobreestimando las pérdidas de hábitat alpino. Por tanto, en teoría, muchas especies podrían encontrar hábitats de “escape” térmicamente adecuados en distancias cortas. No obstante, eso provocará una mayor competencia por los lugares más fríos de la ladera de la montaña. Por otra parte, hay un riesgo cierto de extinción o de rarefacción de algunas especies que ya en la actualidad dependen de los microhabitats más raros y más fríos y que cada vez se van a hacer más escasos.

Por otra parte, en un reciente estudio realizado en 11 cumbres de los Alpes suizos (Kulones & al., 2018), sobre el cambio en las ocurrencias de especies de flora alpina durante el siglo pasado, teniendo en cuenta el rango de altitudes en las cumbres, así como las características locales del microhabitad (temperatura, tipo de sustrato), han visto que, durante el siglo pasado, las especies con una frecuencia cada vez mayor eran más abundantes en los pedregales y las pendientes más cálidas. Las especies con tendencias de frecuencia negativas o estables eran más abundantes en el suelo orgánico y en las laderas más frías. Los microhabitats preferidos de estos últimos eran los más raros en general, disminuyeron con la altitud y tenían los vecinos más competitivos.

Por lo tanto, en un mundo cálido, es probable que los paisajes alpinos, debido a su variabilidad topográfica, sean lugares más seguros para la mayoría de las especies frioleras que los terrenos de tierras bajas, sin descartar algunas extinciones o rarefacciones.

11.3. La importancia del pastoreo

El pastoreo de ovejas, cabras, vacas o caballos en las montañas aragonesas es secular y ha moldeado los ecosistemas de alta montaña, de hecho recientemente se ha hallado en el puerto bajo de Góriz, en el parque Nacional de Ordesa, restos de actividad humana asociada al pastoralismo datados en el Neolítico, hace unos 4500 años (Laborda & al., 2017). El abandono o el cambio de uso de muchos de los pastos es un factor más a tener en cuenta a la hora de valorar los efectos del calentamiento global en la flora de alta montaña, tal como dijimos en su momento (Villar & Benito, 2003b). En puertos de pasto como los de Góriz en Ordesa, se está viendo cómo está cambiando el manejo de los rebaños de ovejas y está disminuyendo su carga ganadera ovina, que ha pasado de las más de 30.000 cabezas a principios del s. XX (Revilla, 1987), a unas 5000 en la actualidad (Alados & al., 2017). Además el manejo también tiene gran importancia, pues los rebaños que llevan pastor aprovechan los pastos de forma más homogénea, mientras que cuando las ovejas y cabras van sueltas, a su aire, tienen querencia por ciertos lugares que pueden llegar a nitrificarse, como ya estamos viendo con las ovejas de Fanlo sin pastor en la cara sur de la Sierra Custodia, las cabras de Torla en la cara sur del Punta Acuta o las vacas en el valle de Otal, en Bujaruelo (Benito, 2018: 381).

Un reciente estudio realizado en pastos de montañas de Noruega durante 10 años, a diferentes altitudes y presiones ganaderas (Speed & al., 2012, 2013), presenta evidencias de que el pastoreo de las ovejas disminuye o incluso frena el avance en altitud de la comunidad vegetal, y sugiere esta actividad puede limitar la ascensión de la vegetación.

Este trabajo (Speed & al., 2013) nos muestra que, cuando cesó el pastoreo, la riqueza de especies disminuyó en 3,7 especies a baja altitud y se incrementó en hasta 3,5 especies a alta altitud, mientras que en los lugares donde se mantuvo o aumentó el pastoreo, los cambios fueron menos extremos a lo largo del gradiente de elevación. La estabilidad temporal de las comunidades vegetales fue más alta en altitudes bajas y más baja en zonas altas donde el pastoreo se redujo. No hubo diferencias claras en la homogeneización espacial entre los tratamientos de pastoreo, aunque la rotación espacial de especies aumentó en los brezales donde disminuyó el pastoreo.

Esto implica que la gestión del pastoreo tiene el potencial de amortiguar los cambios climáticos en las comunidades vegetales. A la inversa, los recientes cambios generalizados en los uso de la tierra y del ganado, con reducciones en las grandes densidades de herbívoros en las zonas alpinas, podrían aumentar aún más la vulnerabilidad de las comunidades alpinas al calentamiento.

11.4. Actividad biológica del suelo

Esta actividad está incluida dentro de GLORIA, una metodología adicional que hemos puesto en marcha en 2016 en las cuatro cimas de la zona piloto de Ordesa, gracias al investigador Juan José Fernández, investigador ARAID del IPE, conjuntamente con otros 336 sitios en todo el mundo. Con ella estamos estudiando la actividad microbiana del suelo a

través de la descomposición de la materia orgánica, mediante el uso de sustratos estandarizados (roibos y té verde) para comparar la pérdida de masa en diferentes ecosistemas (Djukic & al., 2018).

En un reciente trabajo (Rogora & al., 2018), donde se ha estudiado la microbiota del suelo, se ha visto que, en los años en los que la nieve duró menos, se observó un aumento de la temperatura del suelo y de la biomasa microbiana durante la época de crecimiento. Es importante conocer este dato pues la descomposición de la materia orgánica emite una enorme cantidad de carbono a la atmósfera.

11.5. El cierre de las masas boscosas

Por último, quisiéramos reseñar un artículo de los efectos microclimáticos provocados por el cierre del dosel forestal (DeFrenne & al., 2013) en bosques templados europeos y norteamericanos. Aunque este ejemplo no sea de aplicación para las zonas piloto GLORIA del Pirineo, dado que se encuentran por encima del límite del bosque, puede ser de interés para la ZP del Moncayo, ya que allí se aprecia una matorralización de la cima más baja y una previsible colonización y avance en altitud de la masa arbórea.

En muchos de los bosques analizados en dicho estudio se ha encontrado una significativa termofilización de las comunidades vegetales de la capa de suelo. Estos cambios reflejan disminuciones concurrentes en especies adaptadas a condiciones más frescas y aumentos en especies adaptadas a condiciones más cálidas, en paralelo con lo que estamos viendo en la alta montaña.

Sin embargo, la termofilización, en particular el aumento de especies adaptadas al calor, se atenúa en los bosques cuyas copas se han vuelto más densas, lo que probablemente refleja temperaturas del suelo más frescas en la estación de crecimiento debido al aumento de la sombra. Es un hecho que en las últimas décadas está aumentando la masa arbórea en bosques templados, con una densificación, y los efectos microclimáticos locales pueden estar moderando los impactos del calentamiento macroclimático en los sotobosques. A la inversa, el aumento de la extracción de biomasas leñosas -por ejemplo, para la bioenergía- puede abrir las cubiertas forestales y acelerar la termofilización de la biodiversidad forestal templada.

12. Bibliografía

- Alados, A., M. Gartzia, M. Castillo & Y. Pueyo (2017). Estudio para la conservación de los pastos en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. In *III Jornada de Investigación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*. Pp. 51-59. Torla. [En <https://goo.gl/rAXnWK>].
- Ammann, B. (1995). *Paleorecords of plant biodiversity in the Alps*. In: Chapin III, F.S. & Körner, C. (eds.). *Arctic y Alpine Biodiversity: Patterns, Causes y Ecosystem Consequences*. Ecological Studies. Springer, Berlín 113: 137-149.
- Benito Alonso, J.L.** (2006). *Catálogo florístico del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Sobrarbe, Pirineo central aragonés)*. 383 pp. Colección Pius Font i Quer, n.º 4. Institut d'Estudis Illerdencs. Diputación de Lérida. Disponible en www.jolube.es.
- Benito Alonso, J.L.** Coord. (2005-2010). *Cartografía de los hábitats CORINE de Aragón a escala 1: 25.000. II. Lista de hábitats de Aragón (versión 4.08)*. 90 pp. Jolube Consultor Botánico y Editor y Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón. Disponible en www.jolube.es.
- Benito Alonso, J.L.** (2018). *Mapa de vegetación actual, a escala 1: 10.000, del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y su zona periférica de protección. Manual de interpretación de los hábitats Corine-Mapa de Hábitats de Aragón y de Importancia Comunitaria*. Mapa sintético a escala 1: 50.000. 450 pp. Serie técnica. Organismo Autónomo Parque Nacionales, Madrid. Disponible en www.jolube.es.
- Breiner, F., G.-R. Walther & M. Camenisch (2011). Neue Gipfelstürmer unter den Pflanzen. *Cratschla Informationen aus dem Schweizerischen Nationalpark* 2/2011: 4-5.
- Cuesta, F., P. Muriel, S. Beck, R.I. Meneses, S. Halloy, S. Salgado, E. Ortiz & M.T. Becerra, Eds. (2012). *Biodiversidad y Cambio Climático en los Andes Tropicales - Conformación de una red de investigación para monitorear sus impactos y delinear acciones de adaptación*. 180 pp. Red Gloria-Andes. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina Lima-Quito.
- De Frenne, P., F. Rodríguez-Sánchez, D.A. Coomes, L. Baeten, G. Verstraeten, M. Vellend, M. Bernhardt-Römermann & al. (2013). Microclimate moderates plant responses to macroclimate warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **110**: 18561-18565.
- Dengler, J., V. Wagner, I. Dembicz, I. García-Mijangos, A. Naqinezhad, S. Boch, A. Chiarucci, T. Conradi, G. Filibeck, R. Guarino, **J.L. Benito Alonso** & al. (2018). *GrassPlot - a database of multi-scale plant diversity in Palaearctic grasslands*. *Phytocoenologia* **48** (3): 331-347. [DOI:10.1127/phyto/2018/0267].
- Djukic, I., S. Kepfer-Rojas, I. Kappelschmidt, K. Steenberg Larsen, C. Beier, B. Berg, K. Verheyend, [...], **J.L. Benito Alonso, J.J. Jiménez, L. Villar** & al. (2018). *Early stage litter decomposition across biomes*. *Science of the Total Environment* **628-629**: 1369-1394. [<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.012>].
- Erschbamer, B., M. Mallaun, P. Unterluggauer, O. Abdaladze, M. Akhalkatsi & G. Nakhutsrishvili (2010). Plant diversity along altitudinal gradients in the Central Alps (South Tyrol, Italy) and in the Central Greater Caucasus (Kazbegi region, Georgia). *Tuxenia* **30**: 11-29.
- Erschbamer, B., P. Unterluggauer, E. Winkler & M. Mallaun (2011). Changes in plant species diversity revealed by long-term monitoring on mountain summits in the Dolomites (northern Italy). *Preslia* **83**: 387-401.
- Fernández Calzado, M.R. & J. Molero Mesa (2011). The cartography of vegetation in the cryromediterranean belt of Sierra Nevada: a tool for biodiversity conservation. *Lazaroa* **30**: 101-115.
- Friedmann, B., H. Pauli, M. Gottfried & G. Grabherr (2011). Suitability of methods for recording species numbers and cover in alpine long-term vegetation monitoring. *Phytocoenologia* **41** (2): 143-149.
- García, M.B., C.L. Alados, R. Antor, **J.L. Benito Alonso**, J.J. Camarero, F. Carmena, P. Errea, F. Fillat, R. García-González, J.M. García-Ruiz, **L. Villar** & al. (2016). *Integrando escalas y métodos LTER para comprender la dinámica global de un espacio protegido de montaña: el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*. *Ecosistemas* **25**(1): 19-30.
- Gobierno de Aragón (2009). *Estrategia Aragonesa de Cambio Climático y Energías Limpias*. 190 pp. Departamento de Medio Ambiente. Zaragoza.

- Gottfried, M., H. Pauli, A. Futschik, M. Akhalkatsi, P. Barančok, **J.L. Benito Alonso, L. Villar & al.** (2012). **Continent-wide response of mountain vegetation to climate change.** *Nature Climate Change* 2: 111-115 (10 de enero de 2012) [doi:10.1038/nclimate1329](https://doi.org/10.1038/nclimate1329). Disponible en www.jolube.es.
- Gottfried, M., M. Hantel, C. Maurer, R. Toechterle, H. Pauli & G. Grabherr (2011). Coincidence of the alpine-nival ecotone with the summer snowline. *Environmental Research Letters* 6.
- Grabherr, G., Gottfried M. & Pauli, H. (2001). Long-term monitoring of mountain peaks in the Alps. In: C. A. Burga & A. Kratochwil (eds.). *Biomonitoring: General y applied aspects on regional y global scales. Tasks for Vegetation Science* 35, Kluwer, pp. 153-177.
- Grabherr, G., Gottfried, M. & Pauli, H. (1994). Climate effects on mountain plants. *Nature* 369: 448.
- Grabherr, G., Gottfried, M. & Pauli, H. (2000a). GLORIA: A Global Observation Research Initiative in Alpine Environments. *Mountain Research y Development* 20(2): 190-191.
- Grabherr, G., Gottfried, M. & Pauli, H. (2000b). Hochgebirge als "hot spots" der Biodiversität – dargestellt am Beispiel der Phytodiversität. *Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges.* 12: 101-112.
- Grabherr, G., Gottfried, M., Gruber, A. & Pauli, H. (1995). *Patterns y Current Changes in Alpine Plant Diversity.* In: Chapin III, F. S. y Körner, C. (eds.). *Arctic y Alpine Biodiversity: Patterns, Causes y Ecosystem Consequences. Ecological Studies* 113: 167-181. Springer, Berlín.
- Grabherr, G., M. Gottfried & H. Pauli (2010). Climate Change Impacts in Alpine Environments. *Geography Compass* 4/8: 1133-1153.
- Gutiérrez-Girón, A. & R.-G. Gavilán (2010). Spatial patterns and interspecific relations analysis help to better understand species distribution patterns in a Mediterranean high mountain grassland. *Plant Ecol* 210: 137-151.
- Haeberli, W., Hoelzle, M. & Suter, S. (1996). *Glacier Mass Balance Bulletin. A contribution to the Global Environment Monitoring System (GEMS) y the International Hydrological Programme.* Compiled by the World Glacier Monitoring Service, IAHS (ICSI), UNEP, UNESCO 4 (1994-1995): 88 pp.
- Halloy, S., K. Yager, C. García, S. Beck, J. Carilla, A. Tupayachi, J. Jácome, R.I. Meneses, J. Farfán, A. Seimon & al. (2010). South America: Climate Monitoring and Adaptation Integrated across Regions and Disciplines. In: Al., S.E. (Ed.) *Atlas of Biodiversity Risk.* Pensoft Publishers, Sofia (EU FP-6 Integrated Project ALARM).
- Holzinger, B., K. Hülber, M. Camenisch & G. Grabherr (2008). Changes in plant species richness over the last century in the eastern Swiss Alps: elevational gradient, bedrock effects and migration rates. *Plant Ecology* 195: 179–196.
- Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Nouger, M., van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K. & Johnson, C.A., eds. (2001). *Climate change 2001: the scientific basis. Intergovernmental Panel on Climate Change, Working group I.* Cambridge University Press, Cambridge.
- Kohler, T., Wehrli, A. & Jurek, M., eds. (2014). *Mountains and Climate Change. A Global Concern.* Centre for Development and Environment (CDE), Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC) and Geographica Bernensia. 136 pp.
- Körner, C. (2002). Mountain biodiversity, its causes y function: an overview. In: Körner, C. & Spehn, E.M. (eds.) *Mountain Biodiversity – A Global Assessment*, pp. 3-20. Parthenon, Londres y Nueva York.
- Kulonen, A., R.A. Imboden, C. Rixen, S.B. Maier & S. Wipf (2018). Enough space in a warmer world? Microhabitat diversity and small-scale distribution of alpine plants on mountain summits. *Diversity and Distributions* 24(2): 252-261. [doi: 10.1111/ddi.12673].
- Laborda, R., V. Villalba-Mouco, P. Lanau, M. Gisbert, M. Sebastián, R. Domingo & L. Montes (2017). El Puerto Bajo de Góriz (Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido). Ocupación y explotación de un paisaje de alta montaña desde la prehistoria hasta el siglo XX. *Bolskan* 26: 9-30.
- Loureiro, J., M. Castro, J.C.D. Oliveira, L. Mota & R. Torices (2013). Genome size variation and polyploidy incidence in the alpine flora from Spain. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 70(1): 39-47.
- McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J. & White, K.S., eds. (2001). *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability. Intergovernmental Panel on Climate Change, Working group II.* Cambridge University Press, Cambridge.
- Michelsen, O., A.O. Syverhuset, B. Pedersen & J.I. Holten (2011). The Impact of Climate Change on Recent Vegetation Changes on Dovrefjell, Norway *Diversity* 3: 91-111.

- Nagy, L., F.-W. Badeck, S. Pompe, M. Gottfried, H. Pauli & G. Grabherr (2010). Is Atmospheric Nitrogen Deposition a Cause for Concern in Alpine Ecosystems? *In: Al., S.E. (Ed.) Atlas of Biodiversity Risk.* Pensoft Publishers, Sofia (EU FP-6 Integrated Project ALARM).
- Nagy, L., H. Pauli, M. Gottfried & G. Grabherr (2010). Climate Change Impacts on the Future Extent of the Alpine Climate Zone. *In: Al., S.E. (Ed.) Atlas of Biodiversity Risk.* Pensoft Publishers, Sofia (EU FP-6 Integrated Project ALARM).
- Nagy, L., N. Dendoncker, A. Butler, I. Reginster, M. Rounsevell, G. Grabherr, M. Gottfried & H. Pauli (2010). Where Have All the Flowers Gone? From Natural Vegetation to Land Use - Land Cover Types: Past Changes and Future Forecasts. *In: Al., S.E. (Ed.) Atlas of Biodiversity Risk.* Pensoft Publishers, Sofia (EU FP-6 Integrated Project ALARM).
- Norooz, J., H. Pauli, G. Grabherr & S.-W. Breckle (2011). The subnival-nival vascular plant species of Iran: a unique high-mountain flora and its threat from climate warming. *Biodiv. and Cons.* 20: 1319-1338.
- Parmesan, C. & Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421: 37-42.
- Pauli, H., Gottfried, M., Dirnböck, T., Dullinger, S. & Grabherr, G. (2003). Assessing the long-term dynamics of endemic plants at summit habitats. In: Nagy, L., Grabherr, G., Körner, C. & Thompson, D.B.A. (eds.). *Alpine Biodiversity in Europe - A Europe-wide Assessment of Biological Richness y Change.* *Ecological Studies* 167: 195-207, Springer, Heidelberg.
- Pauli, H., M. Gottfried & G. Grabherr (2011). Nemorale und mediterrane Hochgebirge: Klima, Vegetationsstufen, Artenvielfalt und Klimawandel am Beispiel der Alpen und der spanischen Sierra Nevada. *In: Ökozonen im Wandel, Passauer Kontaktstudium Geographie.* Pp. 145-158.
- Pauli, H., M. Gottfried, C. Klettner & G. Grabherr (2010). Mount Schrankogel (3497 m, Stubai Alps, Tyrol) - the GLORIA pioneer master site. *In: Borsdorf, A., G. Grabherr, K. Heinrich, B. Scott & J. Stötter (Ed.) Challenges for Mountain Regions - Tackling Complexity.* Böhlau Verlag, Viena.
- Pauli, H., M. Gottfried, Hohenwallner, K. Reiter, G. Grabherr & L. Villar, Eds. (2003). *Manual para el trabajo de campo del Proyecto GLORIA. Iniciativa para la investigación y el seguimiento global de los ambientes alpinos, como contribución al sistema terrestre de observación global (GTOS).* 70 pp. Universidad de Viena e Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC, Jaca (Huesca).
- Pauli, H., M. Gottfried, S. Dullinger, O. Abdaladze, M. Akhalkatsi, **J.L. Benito Alonso, L. Villar** & al. (2012). **Recent Plant Diversity Changes on Europe's Mountain Summits.** *Science* 336(6079): 353-355 (20 de Abril de 2012). DOI: 10.1126/science.1219033. Disponible en www.jolube.es.
- Pauli, H.; Gottfried, M.; Lamprecht, A.; Niessner, S.; Rumpf, S.; Winkler, M.; Steinbauer, K. & Grabherr, G., coords. & eds. (2015). **Manual para el trabajo de campo del proyecto GLORIA. Aproximación al estudio de las cimas. Métodos básicos, complementarios y adicionales. 5ª edición.** 150 pp. Global Observation Research Initiative in Alpine Environments (GLORIA). Editor: GLORIA-Coordinación, Academia Austriaca de Ciencias y Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida, Viena, Austria. Edición en español a cargo de **Benito, J.L. & Villar, L.** Jaca, España. ISBN: 978-92-79-47948-9. DOI: 10.2777/37575.
- Pauli, H.; Gottfried, M.; Lamprecht, A.; Niessner, S.; Rumpf, S.; Winkler, M.; Steinbauer, K. & Grabherr, G., coords. & eds. (2015). **The GLORIA Field Manual Standard Multi-Summit Approach, supplementary methods and extra approaches. 5th edition.** 150 pp. Global Observation Research Initiative in Alpine Environments (GLORIA), Editor: GLORIA-Coordination, Austrian Academy of Sciences & University of Natural Resources and Life Sciences, Viena, Austria. ISBN: 978-92-79-45694-7. DOI: 10.2777/095439.
- Price, M. F. & Barry, R. G. (1997). *Climate change. Mountains of the World.* In: Messerli, B. y Ives, J. D. (eds.). The Parthenon Publishing Group, Nueva York, pp. 409-445.
- Revilla, E. (1987). *Las zonas de montaña y su entorno económico. Análisis estructural y bases técnicas para la planificación de la ganadería en los Altos Valles del Sobrarbe.* Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Zaragoza.
- Rogora, M. & al. (2018) Assessment of climate change effects on mountain ecosystems through a cross-site analysis in the Alps and Apennines. *Science of The Total Environment* 624: 1429-1442. [DOI10.1016/j.scitotenv.2017.12.155].

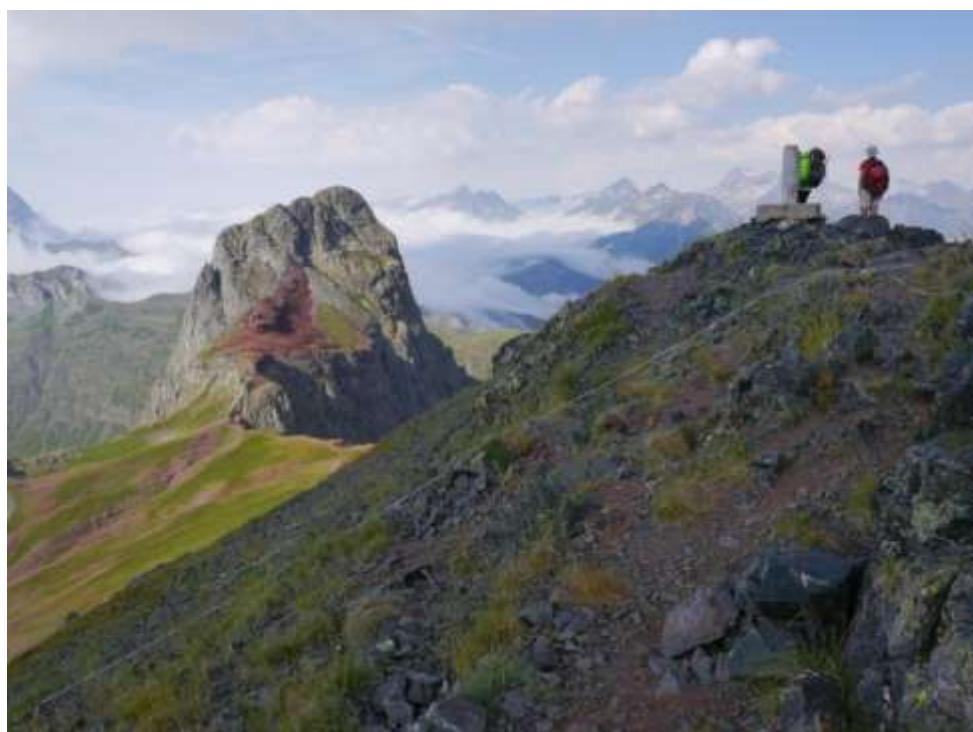
- Root, T.L., Price, J.T., Hall, K.R., Schneider, S.H., Rosenzweig, C. & Pounds, J.A. (2003). Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* **421**: 57-60.
- Scherrer, D. & C. Körner (2010). Infra-red thermometry of alpine landscapes challenges climatic warming projections. *Global Change Biology* **16**: 2602–2613.
- Scherrer, D. & C. Körner (2011). Topographically controlled thermal-habitat differentiation buffers alpine plant diversity against climate warming. *Journal of Biogeography* **38**: 406-416.
- Serrano-Notivolí, R., S.T. Buisán Sanz, L.M. Abad Pérez, E. Sierra Álvarez, C. Rodríguez Ballesteros, J.I. López Moreno & J.M. Cuadrat (2018). Tendencias recientes en precipitación, temperatura y nieve de alta montaña en los Pirineos (refugio de Góriz, Huesca). In: *Climatología*, A.E.D. (Ed.) *El clima: aire, agua, tierra y fuego (Actas del XI Congreso Internacional AEC)*. Pp. 267-280. Asociación Española de Climatología. [<http://hdl.handle.net/20.500.11765/9907>].
- Speed, J.D.M., G. Austrheim & A. Mysterud (2013). The response of plant diversity to grazing varies along an elevational gradient. *Journal of Ecology* **101**: 1225–1236.
- Speed, J.D.M., G. Austrheim, A.J. Hester & A. Mysterud (2012). Elevational advance of alpine plant communities is buffered by herbivory. *Journal of Vegetation Science* **23**: 617–625.
- Sundstol, S.A. & A. Odland (2017). Responses of alpine vascular plants and lichens to soil temperatures. *Ann. Bot. Fennici* **54**: 17-28.
- Venn, S., C. Pickering & K. Green (2012). Short-term variation in species richness across an altitudinal gradient of alpine summits. *Biodiversity and Conservation* : 3157-3186.
- Villar, L. & **J.L. Benito Alonso** (2003a). La flora alpina y el cambio climático: el caso del Pirineo central (Proyecto GLORIA-Europe). In: Aeet (Ed.) *España ante los compromisos del Protocolo de Kyoto: Sistemas Naturales y Cambio Climático*. Pp. 92-105. VII Congreso Nacional de la Asociación Española de Ecología Terrestre, Barcelona. 84-688-2620-0.
- Villar, L. & **J.L. Benito Alonso** (2003b). *Pastoreo y excrementos en el piso alpino del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Proyecto GLORIA-Europe)*. In: ROBLES, A.B., M.E. RAMOS, M.C. MORALES, E. SIMÓN, J.L. GONZÁLEZ REBOLLAR & J. BOZA (Ed.). **Pastos, desarrollo y conservación**. Pp. 507-511. Sociedad Española para el Estudio de Pastos y Consejería de Agricultura y Pesca (Junta de Andalucía). Granada. ISBN: 84-8474-100-1.
- Vittoz, P., M. Camenisch, R. Mayor, L. Miserere, M. Vust & J.-P. Theurillat (2012). Subalpine-nival gradient of species richness for vascular plants, bryophytes and lichens in the Swiss Inner Alps. *Botanica Helvetica* **120**(2): 139-149. [<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00035-010-0079-8>].
- Walther, G.-R., L. Nagy, R.K. Heikkinen, J. Peñuelas, J. Ott, H. Pauli, J. Pöyry, S. Berger & T. Hickler (2010). Observed Climate-Biodiversity Relationships In: Al., S.E. (Ed.) *Atlas of Biodiversity Risk*. Pensoft Publishers, Sofia (EU FP-6 Integrated Project ALARM).
- Walther, G.-R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin, J.-M., Hoegh-Guldberg, O. & Bairlein, F. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature* **416**: 389-395.
- Winkler, M., A. Lamprecht, K. Steinbauer, K. Hülber, J.-P. Theurillat, F. Breiner, P. Choler, S. Ertl, A. Gutiérrez-Girón, G. Rossi, **J.L. Benito Alonso**, L. Villar & al. (2016). **The rich sides of mountain summits – a pan-European view on aspect preferences of alpine plants**. *J. Biogeogr.* **43**: 2261–2273.
- Wipf, S., V. Stöckli, K. Herz & C. Rixen (2013). The oldest monitoring site of the Alps revisited: accelerated increase in plant species richness on Piz Linard summit since 1835. *Plant Ecology & Diversity* DOI:10.1080/17550874.2013.764943.

13. ANEXO FOTOGRÁFICO

Presentamos una pequeña muestra de fotos que se complementa con un álbum fotográfico físico con más de 700 imágenes, así como una copia de las mismas y su base de datos asociada incluida en los DVDs anexos.



Muestreo en Tres Güegas (ES-SPY-GUE). Marcaje y delimitación de parcelas



Cima del Vértice de Anayet (ES-SPY-ANA). Al fondo el pico de Anayet



Parcela de muestreo N31 en el Bacías (ES-SPY-BAC)



Equipo de trabajo en el Bacías (ES-SPY-BAC), al fondo el Vignemale



Acceso con helicóptero al Morrón de Sobresplucas, Robiñera (ES-SPY-ROB)



Equipo de trabajo en el Morrón de Sobresplucas, Robiñera (ES-SPY-ROB)



Recogida de muestras del suelo y descarga de termómetros en Punta Acuta (ES-CPY-ACU)



Hozadas de jabalí, que ha hecho desaparecer el termómetro automático de la cara sur de Punta Acuta (ES-CPY-ACU)



Termómetro de recambio en la cara sur de Punta Acuta (ES-CPY-ACU)



Instalación del termómetro de recambio en la cara sur de Punta Acuta (ES-CPY-ACU)



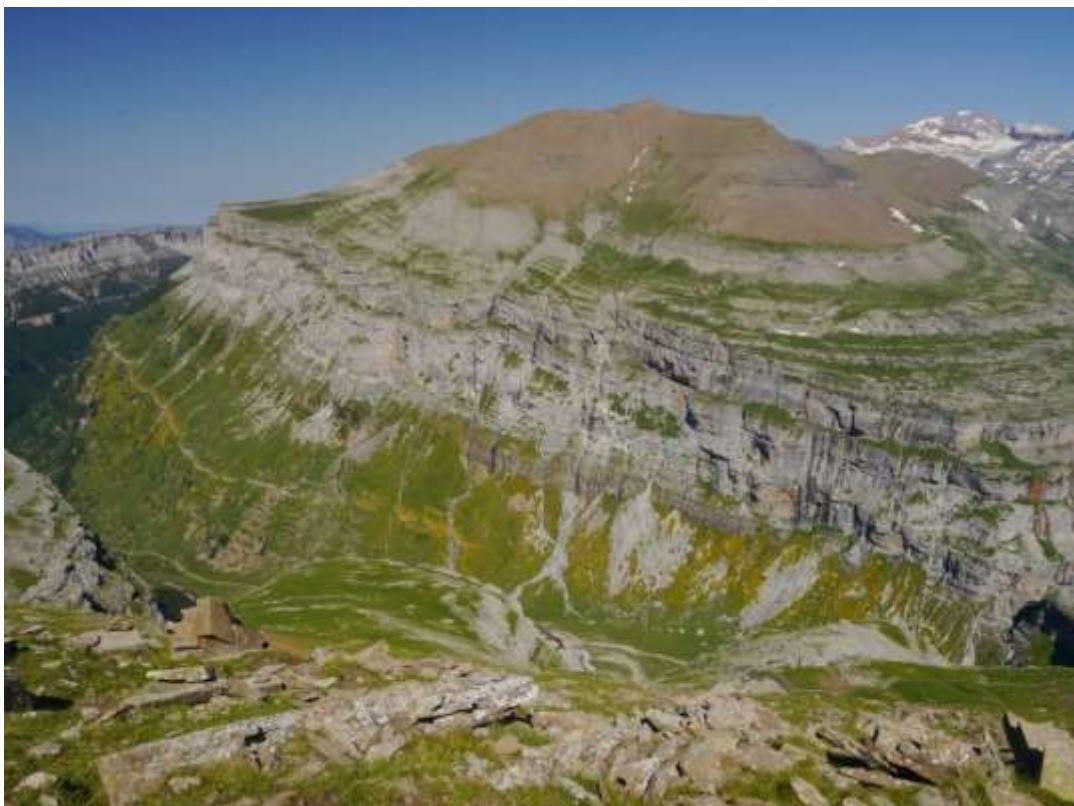
Ubicación del termómetro de recambio en la cara sur de Punta Acuta (ES-CPY-ACU)



Sierra Custodia (ES-CPY-CUS), parte media-alta de la ladera sur, fuera de la zona de muestreo, frecuentada por las ovejas para sestear, con abundantes excrementos, colonizada por *Geranium cinereum*



Remarcado de parcelas y descarga de termómetros en Sierra Custodia (ES-CPY-CUS)



La Punta del Tobacor (ES-CPY-TOB) desde la Sierra Custodia



Cima (HSP) del Moncayo (ES-MON-MON)



Cima (HSP) de la Peña Negrilla (ES-MON-NEG)



Instalación del termómetro de recambio en la cara oeste de Peña Lobera (ES-MON-LOB)



Geranium cinereum



Hieracium pilosella



Leontopodium alpinum



Myosotis alpestris



Arenaria moehringioides



Arenaria purpurascens



Galium pyrenaicum

14. ANEXO II. Fichas de campo del segundo muestreo de la ZP ES-SPY (Pirineo silíceo)

Los datos correspondientes a las fichas de campo se han incorporado a una base de datos en formato Access, incluida en los DVDs anexos.