

Informe del CONTRATO MENOR 2017/07
«Descarga y revisión de los sensores y el marcado de las
tres zonas piloto de GLORIA-ARAGÓN, 2017»



José Luis Benito Alonso

Doctor en Biología

Jolube Consultoría Ambiental



Jaca, noviembre de 2017



UNIÓN EUROPEA
FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO REGIONAL



Expte. CONTRATO MENOR 2017/07. Descarga y revisión de los sensores y el marcado de las tres zonas piloto de GLORIA-ARAGÓN, 2017

Unidad administrativa que lo propone:

Servicio de Cambio Climático y Educación Ambiental

Dirección General de Sostenibilidad del Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Gobierno de Aragón

Realiza: José Luis Benito Alonso (Jolube Consultoría Ambiental)



UNIÓN EUROPEA
FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO REGIONAL



Departamento de Desarrollo Rural
y Sostenibilidad

Contenido

1. Objeto de la propuesta	5
2. Antecedentes	5
2.1. El proyecto GLORIA	6
2.2. Implicación de Aragón en el proyecto GLORIA	7
2.3. Justificación de los trabajos	8
3. Metodología	9
4. Trabajos de mantenimiento de la red GLORIA-ARAGÓN	10
4.1. Logística, material y métodos	10
4.2. Equipo de trabajo	11
5. Mantenimiento de la zona piloto ES-CPY (Ordesa, Pirineo calizo)	11
Punta Acuta (ACU), 2242 m, (ecotono subalpino-alpino)	11
Punta Custodia o Arrablo (CUS), 2519 m (Piso alpino inferior).....	11
Punta Tobacor (TOB), 2779 m (Piso alpino superior).....	12
Punta de las Olas (OLA), 3022 m (Piso subnival)	12
6. Mantenimiento de la zona piloto ES-SPY (Valle de Tena, Pirineo silíceo)	13
6.1. Desarrollo de los trabajos, resultados preliminares e incidencias reseñables	13
Pico de las Tres Güegas (GUE), 2302 m (ecotono piso subalpino-alpino)	13
Vértice de Anayet (ANA), 2555 m (piso alpino inferior)	13
Pico Bacías (BAC), 2758 m (piso alpino superior).....	14
Robiñera-Morrón de Sobresplucas (ROB), 2827 m (ecotono piso alpino superior-subnival). 14	
7. Mantenimiento de la zona piloto ES-MON (Sistema Ibérico, Moncayo)	15
7.1. Desarrollo de los trabajos, resultados preliminares e incidencias reseñables	15
Peña Negrilla (NEG), 2116 m	15
Peña Lobera (LOB), 2226 m	16
Morca (MOR) (Alto del Corralejo o del Collado de las Piedras), 2274 m	16
Moncayo o Pico de San Miguel (MON), 2314 m	16
8. Resultados preliminares. Datos de temperatura	17
8.1. Las temperaturas en la zona piloto ES-CPY (Pirineo calizo)	17
8.2. Las temperaturas en la zona piloto ES-SPY (Pirineo silíceo)	24
8.3. Las temperaturas en la zona piloto ES-MON (Sistema Ibérico - Moncayo)	31
9. Bibliografía	38
10. Agradecimientos	41
11. ANEXO FOTOGRÁFICO	42

Descarga y revisión de los sensores y el marcado de las tres ZP GLORIA-ARAGÓN, 2017

1. Objeto de la propuesta

El objetivo de esta propuesta es realizar las visitas técnicas precisas para comprobar el correcto funcionamiento de los termómetros automáticos dispuestos en las cimas 12 de las tres zonas piloto (ZP) del Proyecto Gloria en Aragón (Ordesa-Pirineo Calizo ES-CPY, Valle de Tena-Pirineo Silíceo ES-SPY y Moncayo ES-MON). Ello supone descargar los datos de temperatura, sustituir alguno si hiciera falta, así como recolocar las estacas que se hayan perdido y repintar las marcas borradas o deterioradas.

2. 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 (EECCCEL) 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”.

2.1. 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) en las principales cordilleras de los cinco continentes (figura 1).

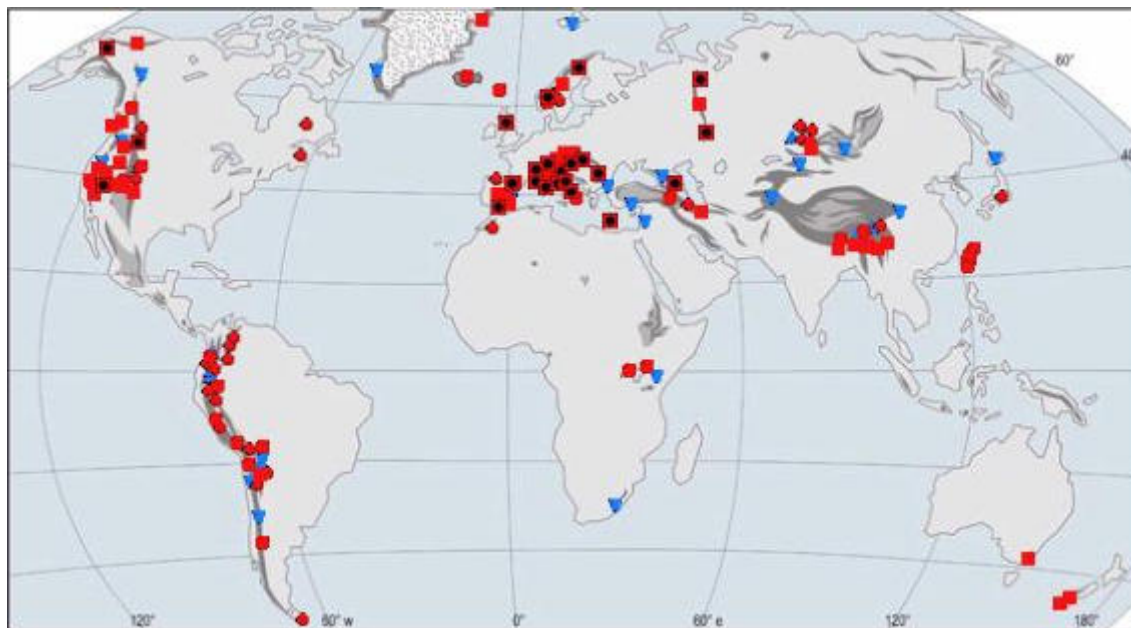


Figura 1. Mapa mundial donde están representadas las 130 zonas piloto de muestreo de flora alpina con metodología GLORIA (junio de 2017)

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.

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 5 a 10 años e incluso más, si fuera necesario).

(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.

2.2. 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.

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.

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 la de Conservación del Medio Natural del entonces Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, encargan un informe para localizar posibles nuevas zonas piloto GLORIA en Aragón³ para 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-

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.

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.

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).



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

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.

2.3. *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 dieciséis 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 2017 realizamos la segunda repetición, gracias a la financiación del Gobierno de Aragón y de la unión Europea. De esta forma que podremos evaluar los cambios producidos en la flora alpina a lo largo de 14 años 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.

3. 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 5ª, 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 5ª 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 zonas piloto ES-SPY y ES-MON por encargo 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.

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 básico, complementarios y adicionales. 5ª 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,*

4. 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.

El fabricante de los termómetros nos ha indicado que, aunque en condiciones normales las baterías suelen durar al menos ocho años, en el entorno extremo en el que se usan en el proyecto GLORIA podrían gastarse antes. Por ello, como medida de precaución cambiamos las baterías de los termómetros cada cinco años.

De hecho en la ZP del PN de Ordesa y Monte Perdido (ES-CPY) las sustituimos en 2013.



4.1. Logística, material y métodos

La descarga de los termómetros de campo la hacemos con un ordenador portátil dotado de una antena 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.

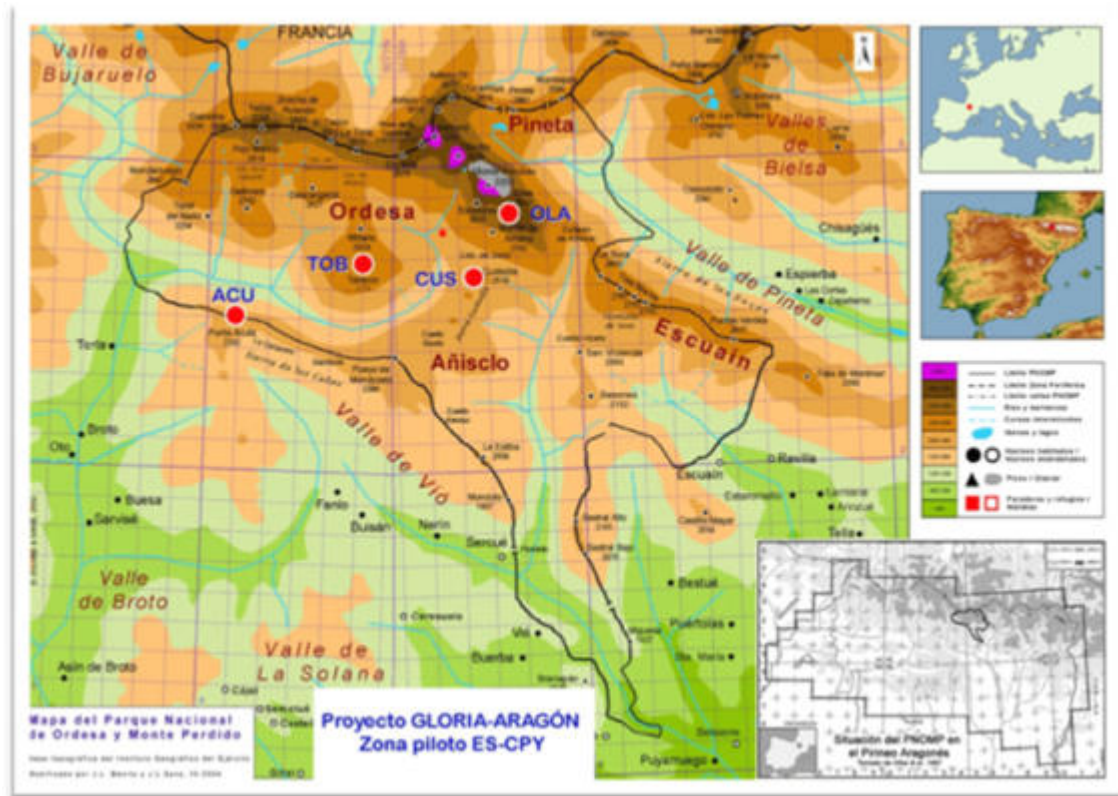
Como material de trabajo hemos usado cartografía básica, fotos en papel de las parcelas, formularios de localización, GPS, altímetro, termómetros de repuesto (modelo *Geo-Precision MLog5W Data logger*), cintas métricas, cámara de fotos digital, ordenador portátil, antena para comunicación con los termómetros,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

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.

4.2. Equipo de trabajo

El trabajo de campo lo ha realizado el autor de este informe y contratista, José Luis Benito Alonso, con el apoyo de la bióloga Ana Isabel Acín Pérez y de Luis Villar, Investigador Científico jubilado del Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC (IPE-CSIC).

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



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

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.

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

Hemos advertido un aumento de la presión pastoral, con presencia de gran cantidad de excrementos de cabra y en menor medida de oveja, sobre todo en la cara sur, la más cálida y con mayor cobertura de pastos de *Festuca eskia*.

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

Accedimos con vehículos todoterreno por la pista de tierra que parte desde Nerín, hasta el paraje denominado Cuello Gordo. Desde allí llegamos en hora y media a pie al pico.

Hemos podido apreciar que desde que murió el pastor Pelayo Noguero de Casa Garcés de Fanlo, las ovejas pastan sin control en el Parque, se mueven libremente por la zona y tienen mayor tendencia a subir a la cima. Se aprecia mayor cantidad de excrementos sobre todo en las exposiciones más soleadas. No obstante, en la actualidad ha descendido la carga, pues de un rebaño de casi 4000 cabezas se ha pasado a menos de la mitad.

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

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

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

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

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

6. Mantenimiento de la zona piloto ES-SPY (Valle de Tena, Pirineo silíceo)

Tres de las cuatro cimas están situadas el valle de Tena, la última en el valle de Chisagüés (Bielsa).

6.1. *Desarrollo de los trabajos, resultados preliminares e incidencias reseñables*



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

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 éstem acaba. Desde ese punto se llega a la cima andando en 10 minutos.

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

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.

Hemos advertido una mayor presencia de montañeros que en ocasiones anteriores.

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

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

El acceso a este pico se realiza 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.

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

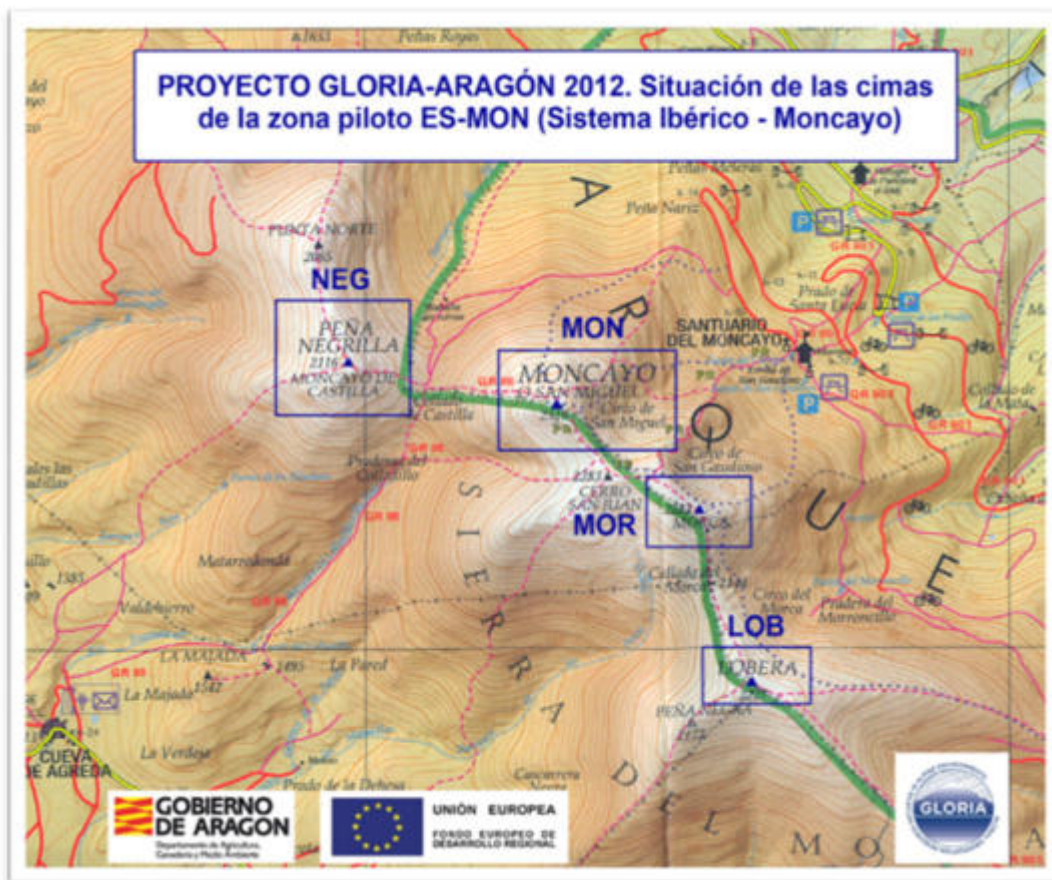
Robiñera-Morrón de Sobresplucas (ROB), 2827 m (ecotono piso alpino superior-subnival)

Se accede 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 alrededor de 4 horas de caminata y tiene unos 1100 m de desnivel.

En esta ocasión nos hemos encontrado nieve en la cima, concretamente en las orientaciones norte y este, donde los termómetros estaban cubiertos con una capa de unos 40 cm de nieve. No obstante lo cual, hemos podido descargar los datos correctamente. Se ha repuesto alguna estaca y hemos repintado marcas en las orientaciones sur y oeste.

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



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

7.1. 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 del Moncayo. 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 cerca del 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 facilitó 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 fue el protagonista en la recogida de datos, pues no dejó de soplar haciendo el trabajo de campo más pesado.

Peña Negrilla (NEG), 2116 m

Hemos podido descargar 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.

Peña Lobera (LOB), 2226 m

El termómetro correspondiente a la orientación oeste no funcionaba y hemos procedido a sustituirlo por uno de repuesto. En el laboratorio hemos cambiado la batería para recuperar los datos que tuviera almacenados y hemos podido descargar registros que tenía hasta el 11 de marzo de 2016, momento en que queda registrado un reinicio del aparato, posiblemente producto de un rayo, pues en el historial del voltaje no se observa un descenso significativo, y a partir de entonces ha dejado de funcionar.

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.

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.

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

El termómetro correspondiente a la orientación sur no funcionaba y lo hemos sustituido por uno de repuesto. En el laboratorio hemos cambiado la batería para recuperar los registros que tuviera almacenados y hemos podido descargar datos hasta el 24 de julio de 2017, momento en que queda registrado un reinicio del aparato y a partir de entonces ha dejado de funcionar. Tras examinar el registro del voltaje de la batería, se observa un descenso paulatino de su rendimiento desde el mes anterior.

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

8. Resultados preliminares. Datos de temperatura

8.1. 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.

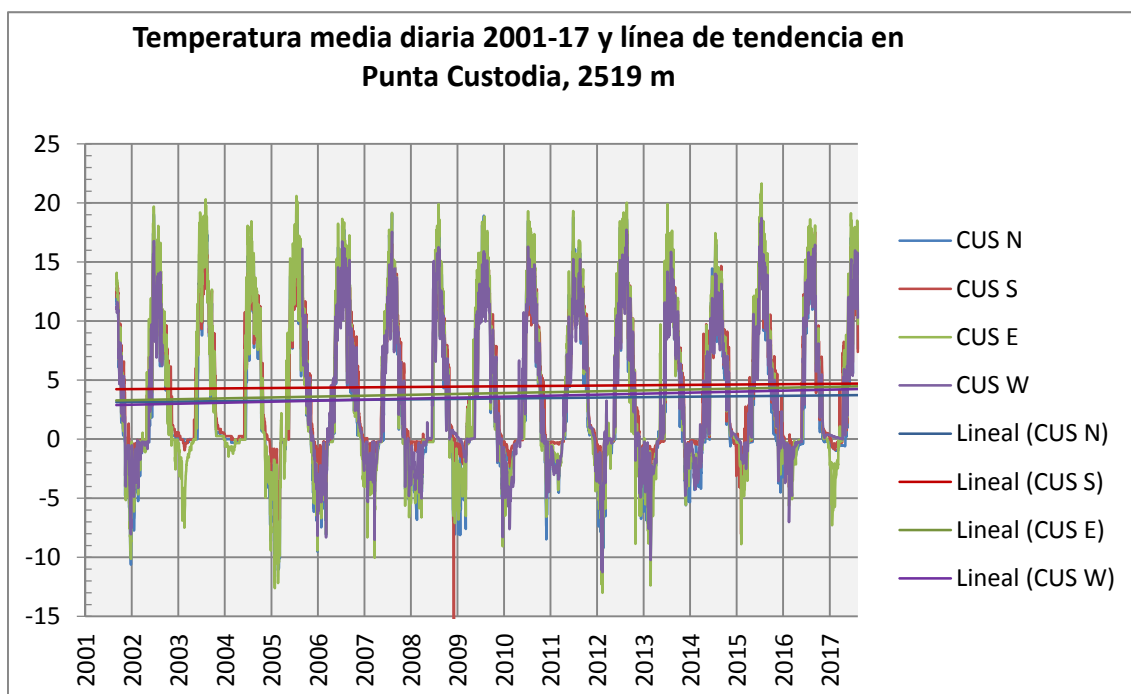
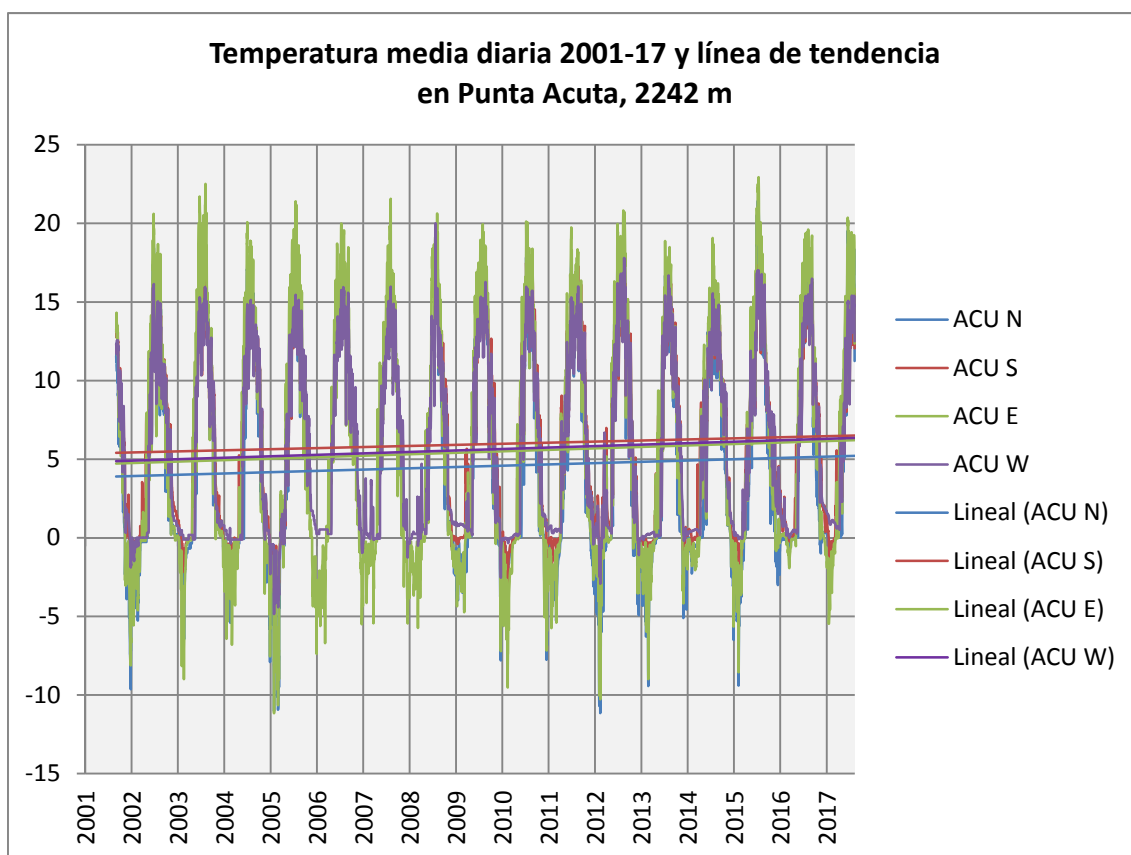
Debemos advertir que hay algunos huecos, sobre todo en los años 2005-08, pues algunos de los termómetros fallaron. A partir de 2008 cambiamos el modelo de termómetro y en la actualidad ya no se está produciendo fallos de registro.

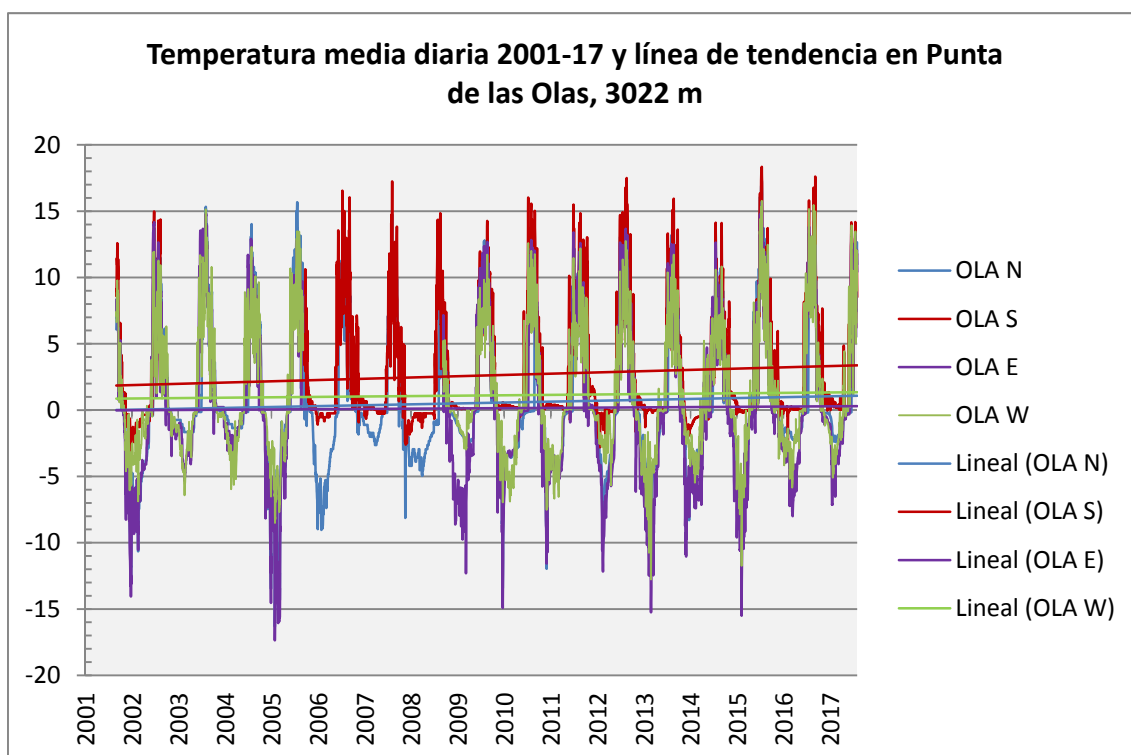
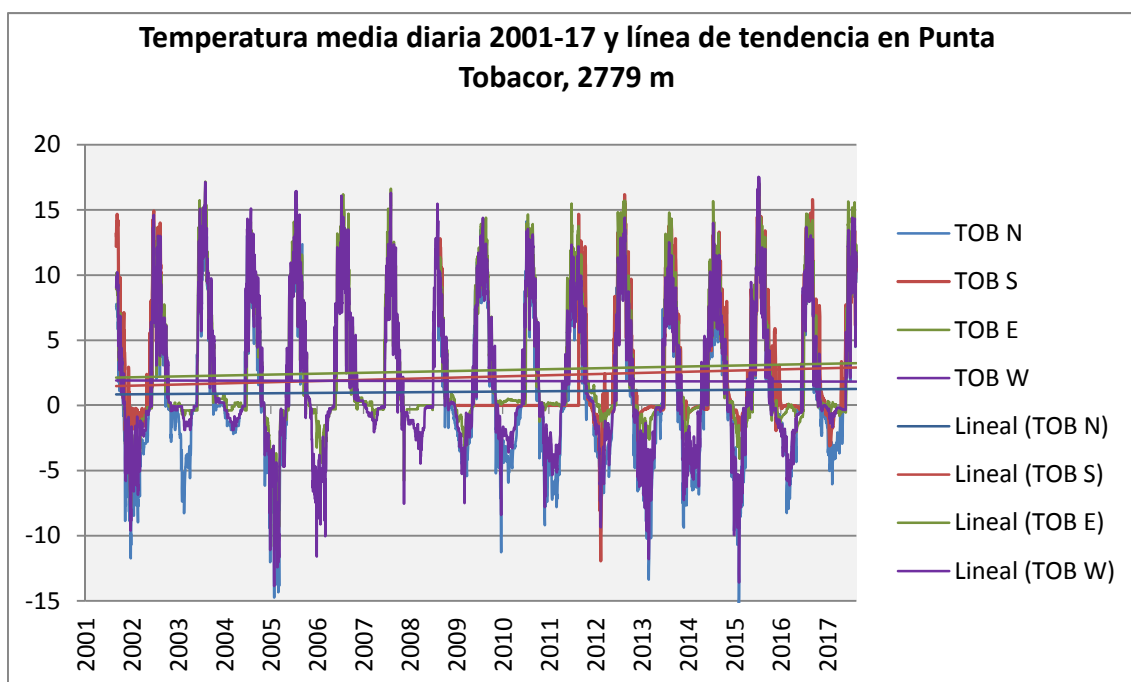
Hemos hecho un análisis de la evolución de la temperatura media diaria y del periodo vegetativo (entendido como los días en los que la media diaria supera los 4°C). En esta primera tabla podemos ver un resumen anual de la media de las temperaturas de los cuatro termómetros de cada cima.

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

Tabla de la temperatura media anual

Tal como informamos en 2015, se aprecia una tendencia ascendente, 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 ≥ 4 °C), calculado durante el periodo 2002-16, en Punta Acuta es de menos de 6 meses (177 días); el de Custodia de 5 meses (151 días); el del Tobacor de casi 4 meses (114 días); y por último el de la Punta de las Olas de algo más de 3 meses (96 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.

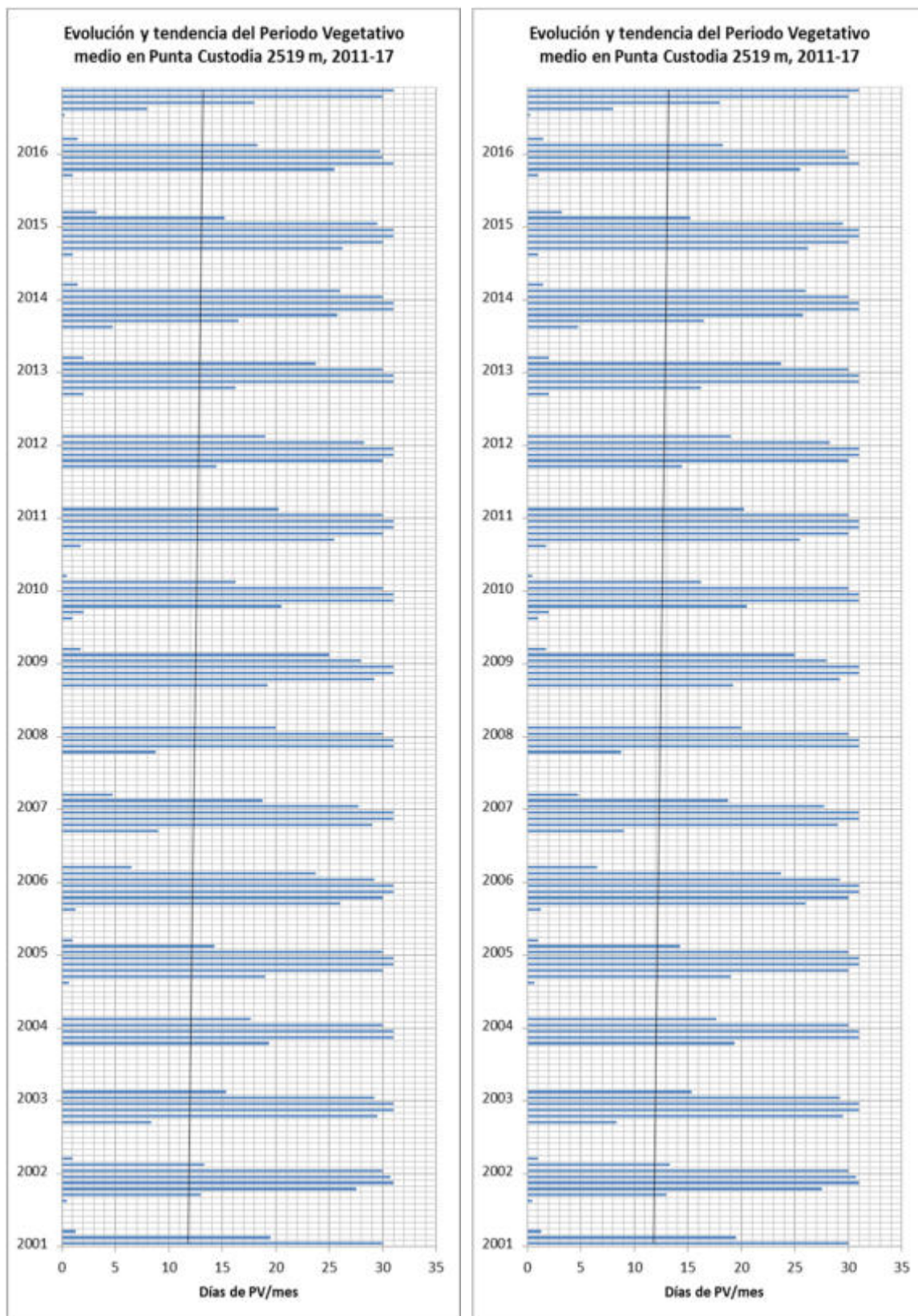
Entre los datos cabe destacar dos cortos periodos vegetativos en la cara norte de la Punta de las Olas, los años 2008 y 2010, con 39 y 27 días respectivamente (frente a la media del periodo de 96,5 días), en los que la innivación fue especialmente copiosa y se mantuvo la nieve en esta vertiente hasta el mes de agosto (días 6 y 26).

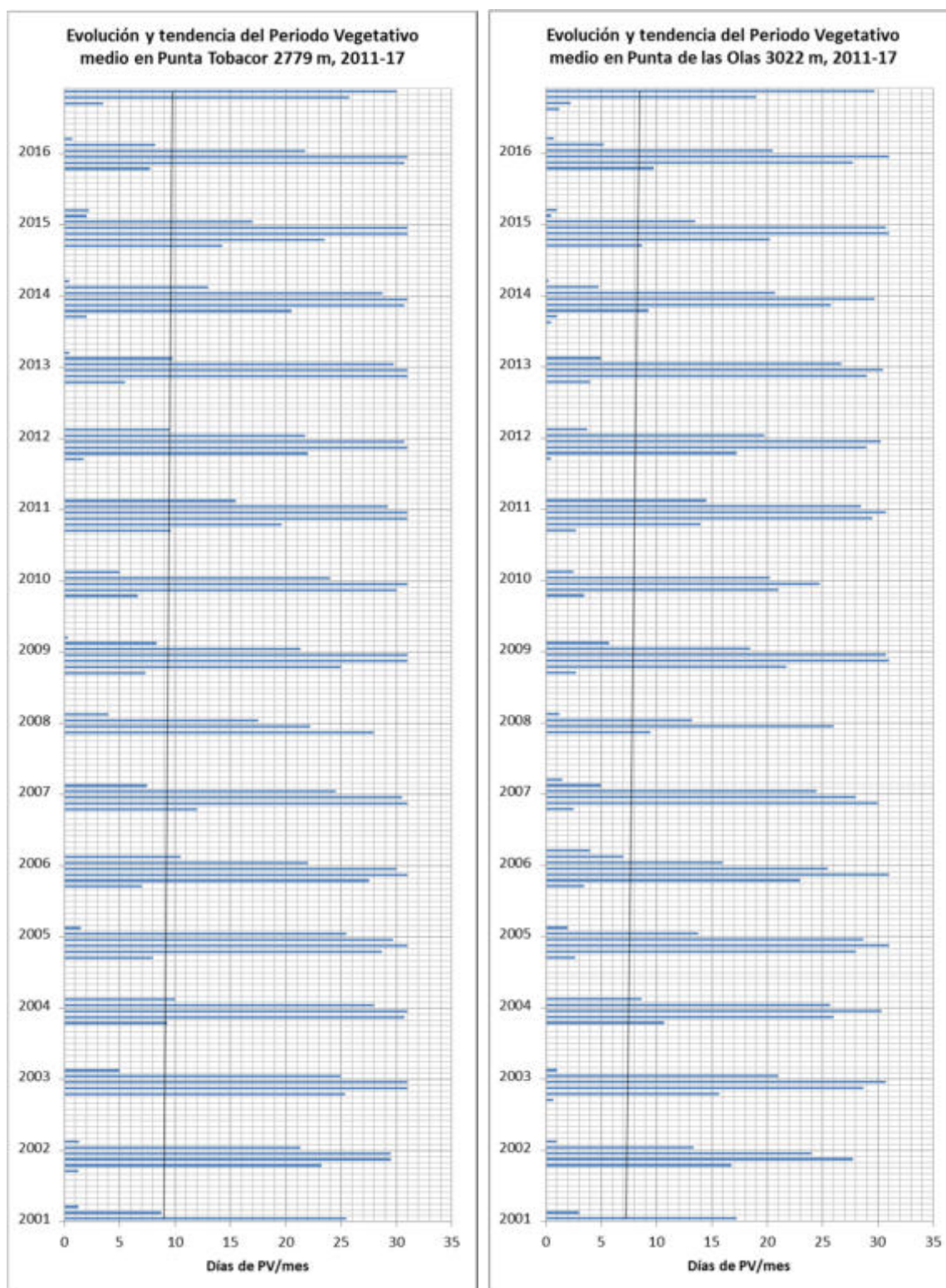
PV ANUAL Días FECHA	Punta Acuta (ACU) 2242 m				Punta Custodia (CUS) 2519 m				Tobacor (TOB) 2779 m				Punta de las Olas (OLA) 3022 m			
	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W
2002	153	198	174	176	136	159	152	*	97	*	105	111	86	*	87	76
2003	151	175	169	156	133	154	146	*	111	*	121	120	82	*	108	103
2004	135	168	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
MED	143,0	174,7	161,4	163,5	104,2	119,3	110,8	154,4	107,7	107,5	113,9	114,7	85,5	110,5	95,6	98,6
DEST	15,2	20,8	15,6	21,4	16,9	19,3	18,6	17,0	10,9	12,9	13,6	14,6	23,8	15,9	12,4	12,7
MESES	4,77	5,82	5,38	5,45	3,47	3,98	3,69	5,15	3,59	3,58	3,80	3,82	2,85	3,68	3,19	3,29
MÁX	180	233	205	228	165	195	172	184	126	141	141	136	110	134	117	116
MÍN	134	168	159	154	114	127	116	126	90	111	91	84	27	76	73	76
MED. CIMA	177,27				150,91				114,31				96,56			
DEST	21,47				19,14				14,12				19,35			

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.

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	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	2,8	2,9	*	2,9	2,5
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	3,3	2,7	*	3,6	3,4
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	3,4	3,0	*	3,3	3,8
2005	*	*	*	6,1	6,3	5,2	5,0	5,4	5,3	*	*	*	*	4,2	4,1	*	3,5	*	*	*
2006	*	*	*	6,7	6,8	6,0	5,5	6,5	5,7	6,1	*	*	*	4,0	4,5	3,7	3,3	4,0	*	*
2007	*	*	*	6,0	6,1	5,0	4,4	5,7	5,0	5,1	*	*	*	3,6	3,4	3,1	2,9	3,2	*	*
2008	*	*	*	5,5	5,3	4,0	3,8	4,2	3,9	4,2	*	*	*	*	2,8	1,9	1,3	2,5	*	*
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	3,7	3,4	4,0	3,6	3,8
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	2,4	0,9	3,3	2,4	3,0
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	4,0	3,7	4,5	3,9	3,9
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	3,7	3,4	3,3	3,6	3,2	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	3,2	2,8	3,6	3,1	3,2
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	3,1	2,9	3,6	3,0	2,7
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	3,5	3,6	3,9	3,2	3,4
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	3,2	2,5	4,2	2,8	3,1
MED	5,9	5,2	6,4	6,0	6,0	5,1	4,7	5,3	5,0	5,1	3,8	3,6	4,3	3,8	3,8	3,3	2,9	3,7	3,2	3,3
DEST	0,6	0,5	0,7	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,8	0,5	0,4	0,5
MÁX	7,0	6,0	7,8	6,8	7,6	6,0	5,5	6,5	5,7	6,1	4,2	4,2	4,7	4,7	4,5	4,0	3,7	4,5	3,9	3,9
MÍN	5,1	4,5	5,6	5,3	5,1	4,0	3,8	4,2	3,9	4,2	3,3	3,0	3,7	3,0	2,8	2,4	0,9	2,5	2,4	2,5
DIF	1,9	1,5	2,2	1,5	2,5	1,9	1,7	2,3	1,9	1,9	0,9	1,2	1,0	1,7	1,7	1,6	2,8	1,9	1,5	1,3
MED CIMA	5,9 ± 0,7					5,0 ± 0,6					3,8 ± 0,5					3,2 ± 0,6				

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.





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

Tabla del periodo vegetativo (días con la temperatura media diaria ≥ 4 °C) por mes, durante el periodo septiembre 2011-agosto 2017, por cimas y orientaciones.

PV MENSUAL	Punta de las Tres Güegas (2302 m)					Vértice de Anayet (2555 m)					Bacías (2731 m)					Robiñera, Morrón de Sobresplucas (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

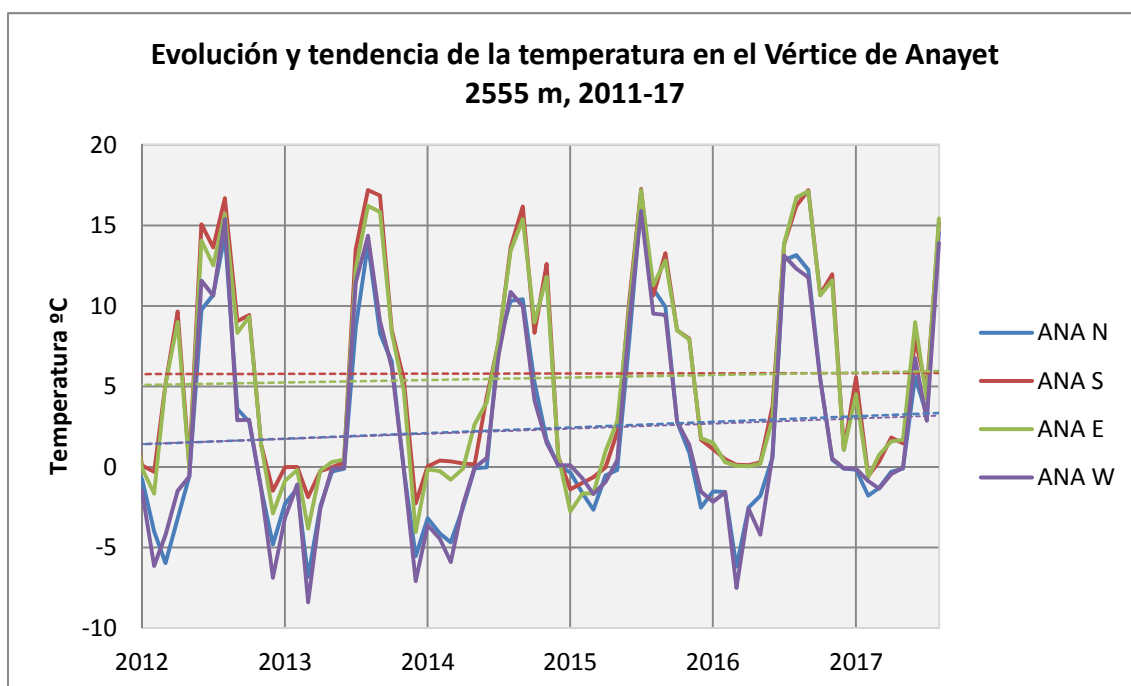
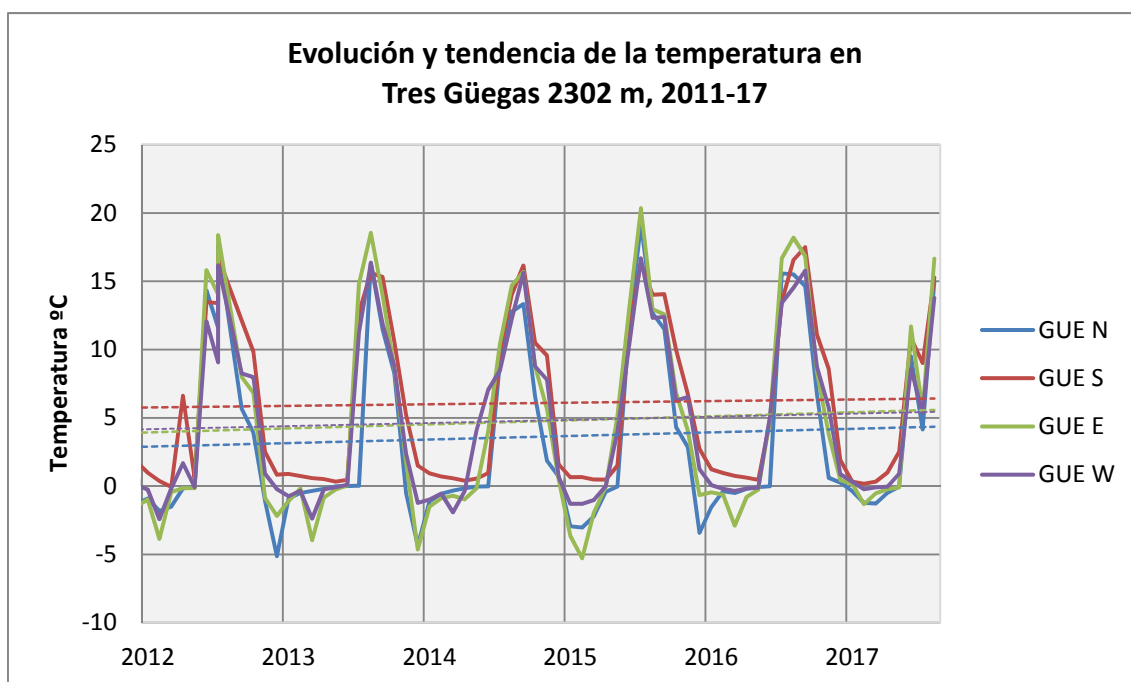
06/2015	30,0	30 30 30 30	30,0	30 30 30 30	27,8	29 30 30 22	15,8	22 22 9 10
07/2015	31,0	31 31 31 31	31,0	31 31 31 31	31,0	31 31 31 31	31,0	31 31 31 31
08/2015	31,0	31 31 31 31	31,0	31 31 31 31	29,5	28 31 31 28	30,0	30 31 30 29
09/2015	25,3	18 31 29 23	21,8	16 29 29 13	16,3	6 29 24 6	9,8	8 12 6 13
10/2015	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
		Punta de las Tres Güegas (2302 m)	Vértice de Anayet (2555 m)		Bacías (2731 m)		Robiñera, Morrón de Sobresplucas (2827 m)	

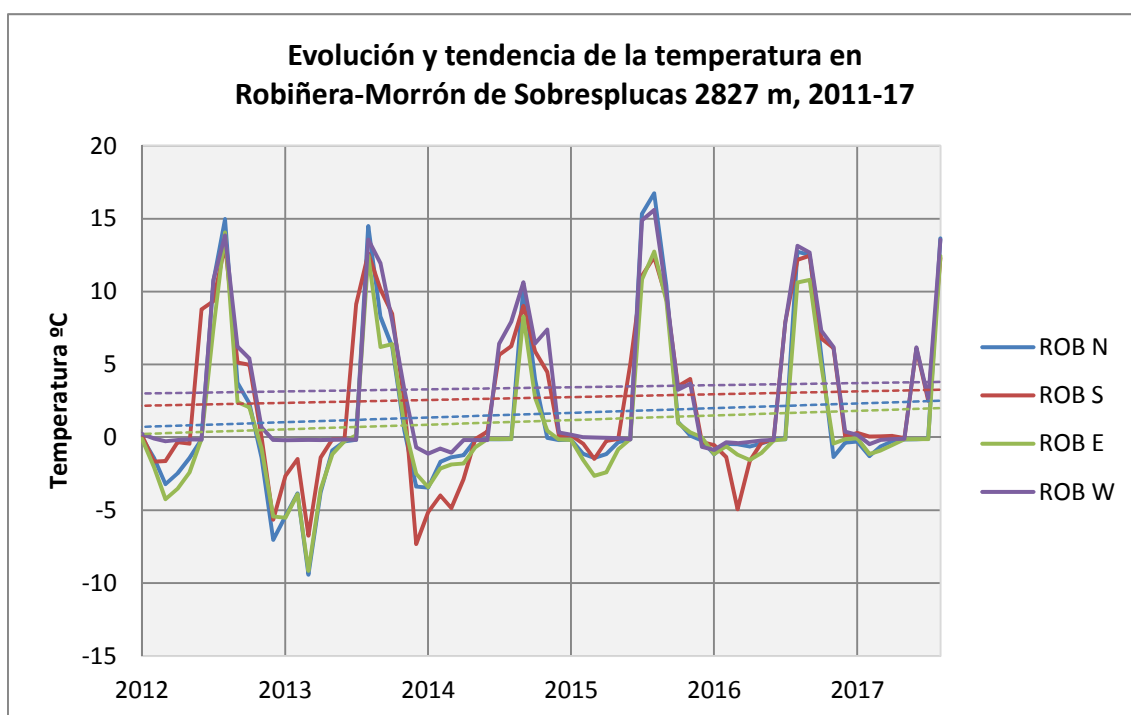
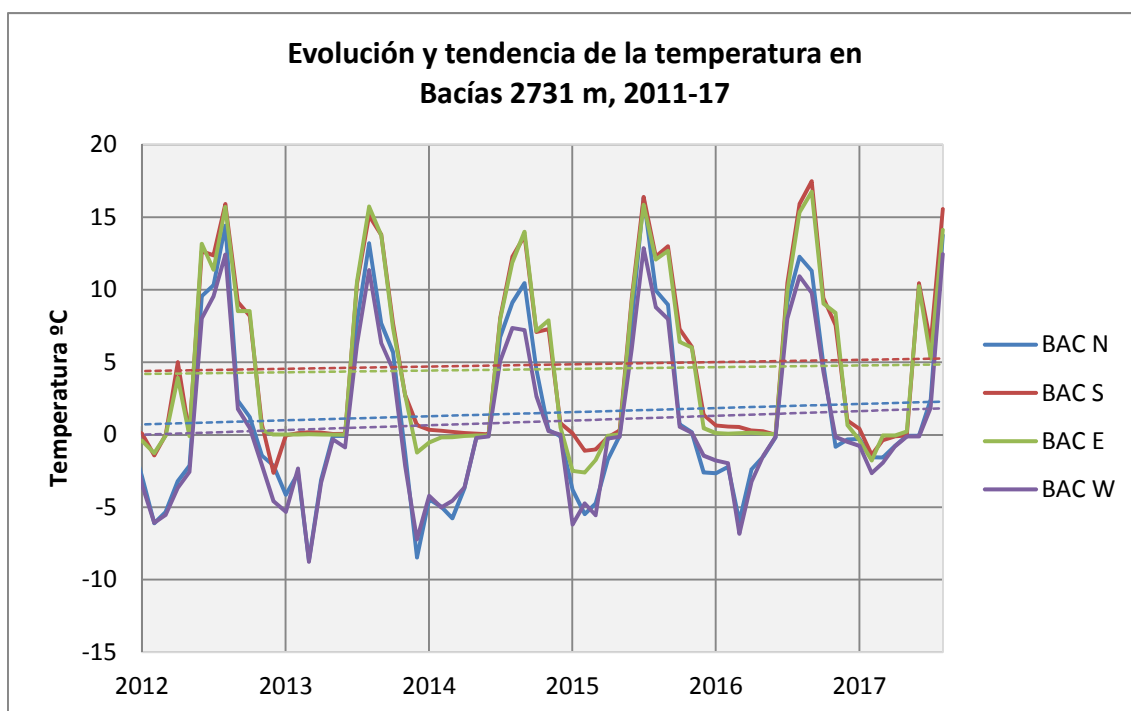
En la siguiente tabla podemos comparar el PV promedio del periodo estudiado, 2012-14. El PV de la cima inferior, Tres Güegas (2302 m) es de poco más de cinco meses (151 días); el de Anayet (2555 m) es de algo menos de cinco meses (148 días); en Bacías (2731 m) es de poco menos de cuatro meses (118 días); 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.

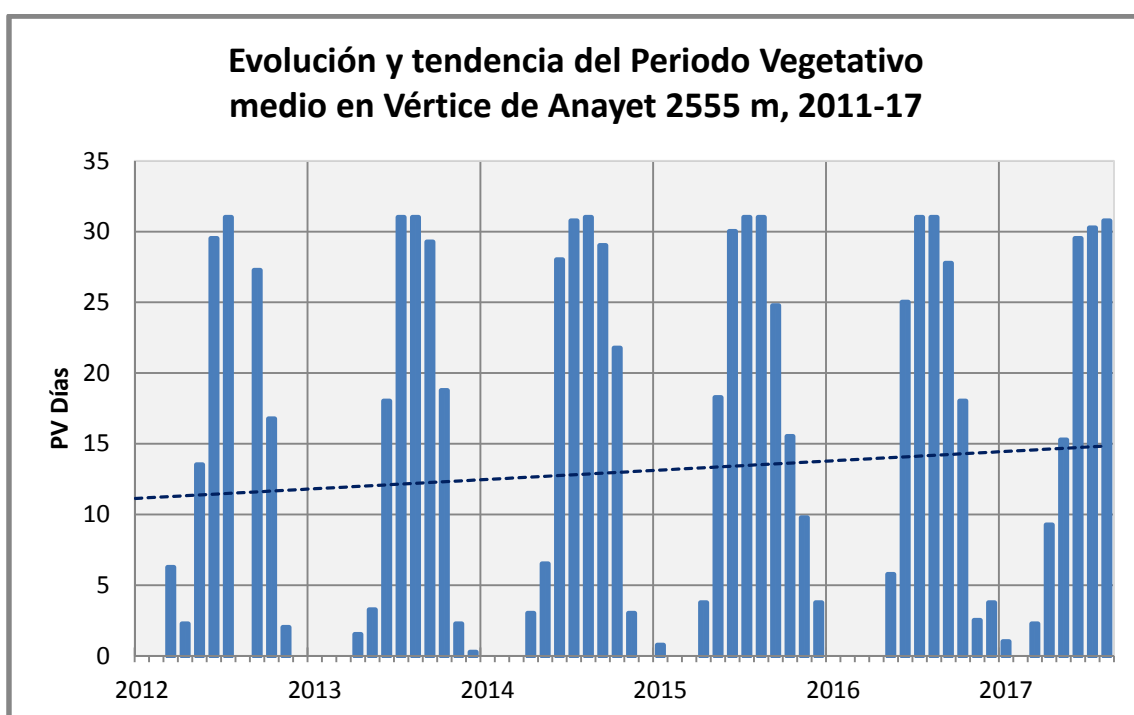
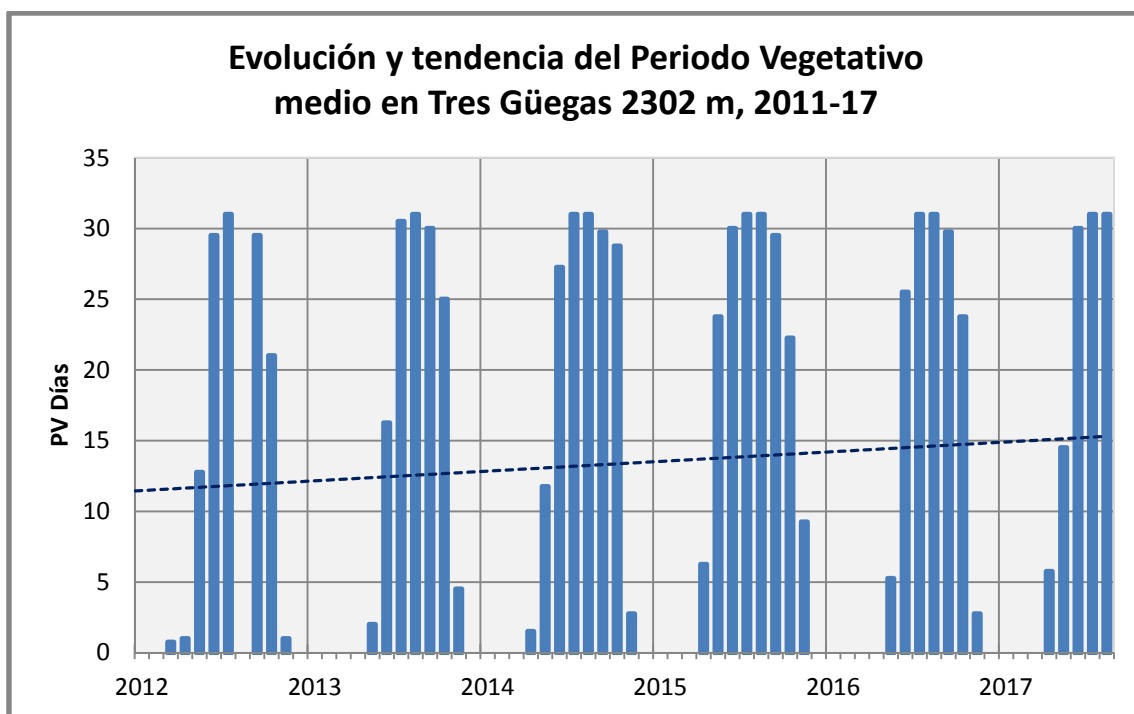
Días de PV ANUAL	Tres Güegas (2302 m)					Vértice de Anayet (2555 m)				
AÑO	N	S	E	W	MED	N	S	E	W	MED
2012	137	176	156	161	158	131	188	183	136	160
2013	108	150	144	155	139	115	146	162	118	135
2014	135	171	170	179	164	137	161	182	132	153
2015	127	212	167	158	166	120	201	193	119	158,3
2016	104	160	132	129	131,3	105	167	153	110	133,8
MEDIA DÍAS	122,2	173,8	153,8	156,4	151,6	121,6	172,6	174,6	123,0	148,0
DEST	15,3	23,6	15,9	17,9	15,5	12,7	21,9	16,5	10,7	12,5
MEDIA MESES	4,1	5,8	5,1	5,2	5,1	4,1	5,8	5,8	4,1	4,9
MEDIA DÍAS CIMA	151,6 ± 25,5					148 ± 30,2				
MEDIA MESES CIMA	5,1					4,9				

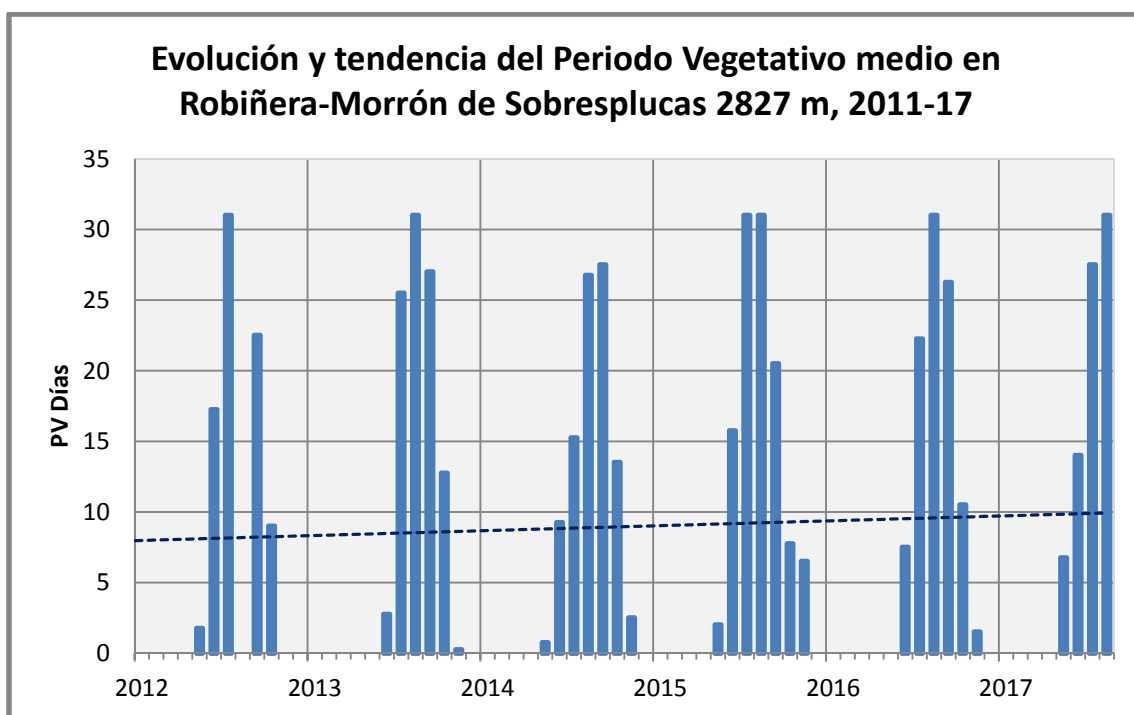
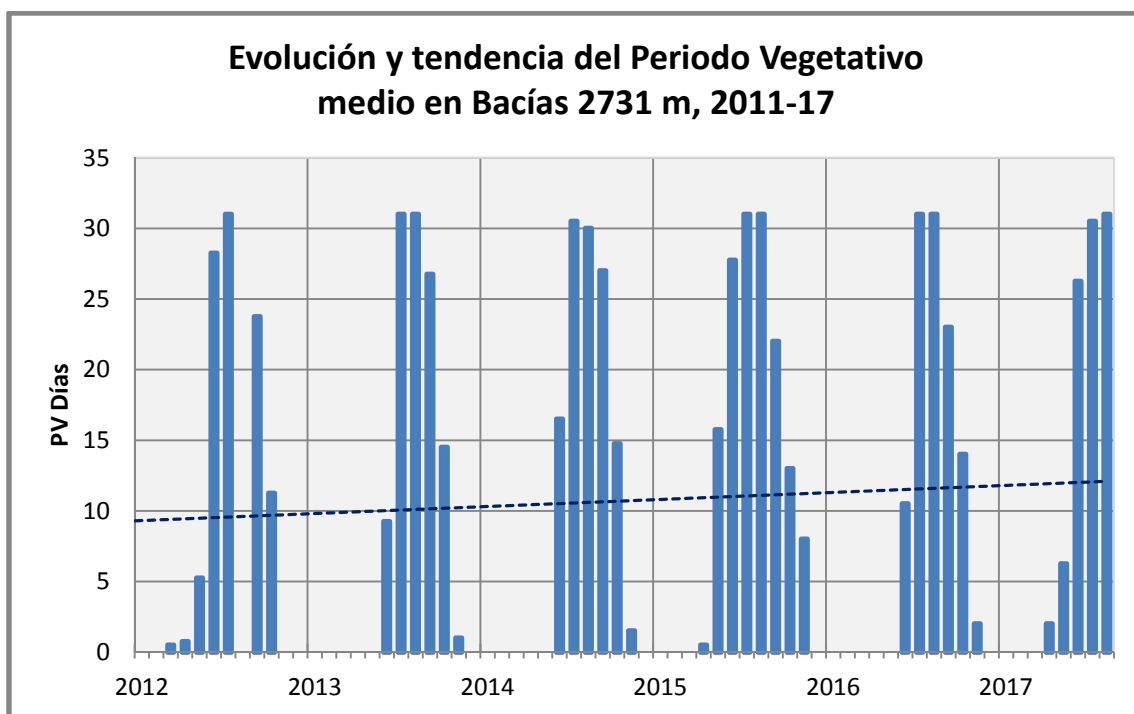
Días de PV ANUAL	Bacías (2731 m)					Robiñera (2827 m)				
AÑO	N	S	E	W	MED	N	S	E	W	MED
2012	117	152	145	113	132	101	134	93	122	112,5
2013	108	129	125	92	114	91	118	90	98	99,2
2014	115	140	139	87	120	57	131	54	140	95,5
2015	111	160	145	94	127,5	91	105	76	86	89,5
2016	83	120	107	82	98,0	59	103	58	98	79,5
MEDIA DÍAS	106,8	140,2	132,2	93,6	118,2	79,8	118,2	74,2	108,8	95,3
DEST	13,8	16,3	16,3	11,8	13,3	20,3	14,3	17,9	21,8	12,2
MEDIA MESES	3,6	4,7	4,4	3,1	3,9	2,7	3,9	2,5	3,6	3,2
MEDIA DÍAS CIMA	118,2 ± 23,5					95,3 ± 25,8				
MEDIA MESES CIMA	3,9					3,2				

Tablas del periodo vegetativo (PV) anual en la ZP ES-SPY, 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 (rojo) y mínimo (azul).









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

Tablas del número de días de periodo vegetativo (PV, temperatura media diaria ≥ 4 °C) por mes y año, durante el periodo septiembre 2012 - septiembre 2017, por cimas y orientaciones.

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

CIMA	Peña Negrilla (2118 m)				Peña Lobera (2226 m)			
VERTIENTE	N	S	E	W	N	S	E	W
DÍAS								
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	*
MEDIA	175,3	194,8	176,3	178,5	180,0	164,8	173,8	180,3
DEST	14,2	20,8	15,3	11,8	15,4	12,1	14,8	19,0
MED CIMA	181,2 ± 16,4				174,3 ± 15,0			
MESES								
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	*
MEDIA	5,8	6,5	5,9	6,0	6,0	5,5	5,8	*
DEST	0,5	0,7	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6
MED CIMA	6,0 ± 0,5				5,8 ± 0,5			

CIMA	Peña Morca (2274 m)				Moncayo (2314 m)			
VERTIENTE	N	S	E	W	N	S	E	W
DÍAS								
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
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	159,5 ± 15,4				159,9 ± 13,4			
MESES								
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
MEDIA	5,0	5,8	4,9	5,6	5,1	5,7	5,4	5,1
DEST	0,2	0,4	0,2	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3
MED CIMA	5,3 ± 0,5				5,3 ± 0,4			

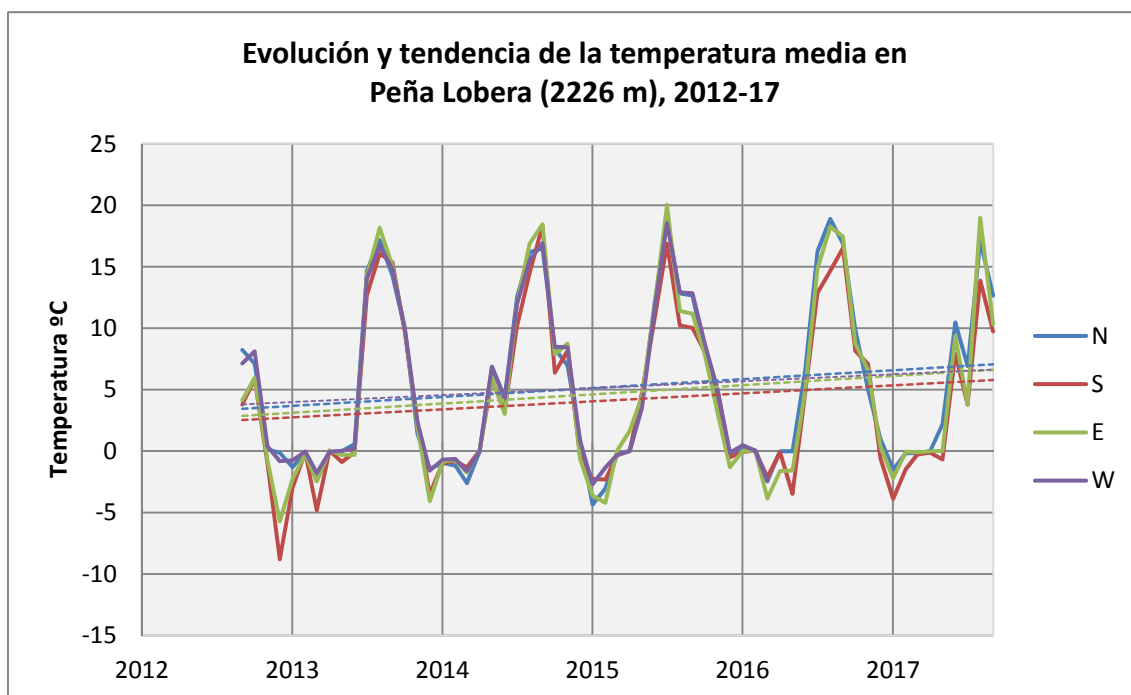
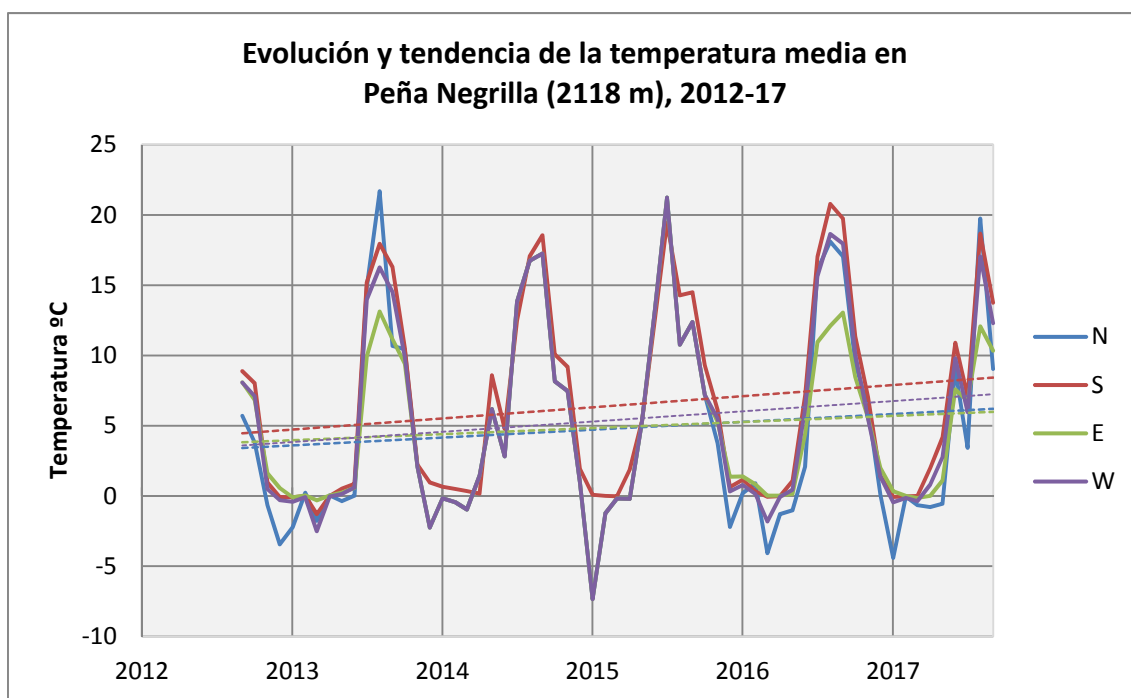
PV CIMA	Negrilla 2218 m	Lobera 2226 m	Morca 2274 m	Moncayo 2314 m
2013	163	160	147	147
2014	194	191	170	174
2015	193	180	165	163
2016	175	164	157	156

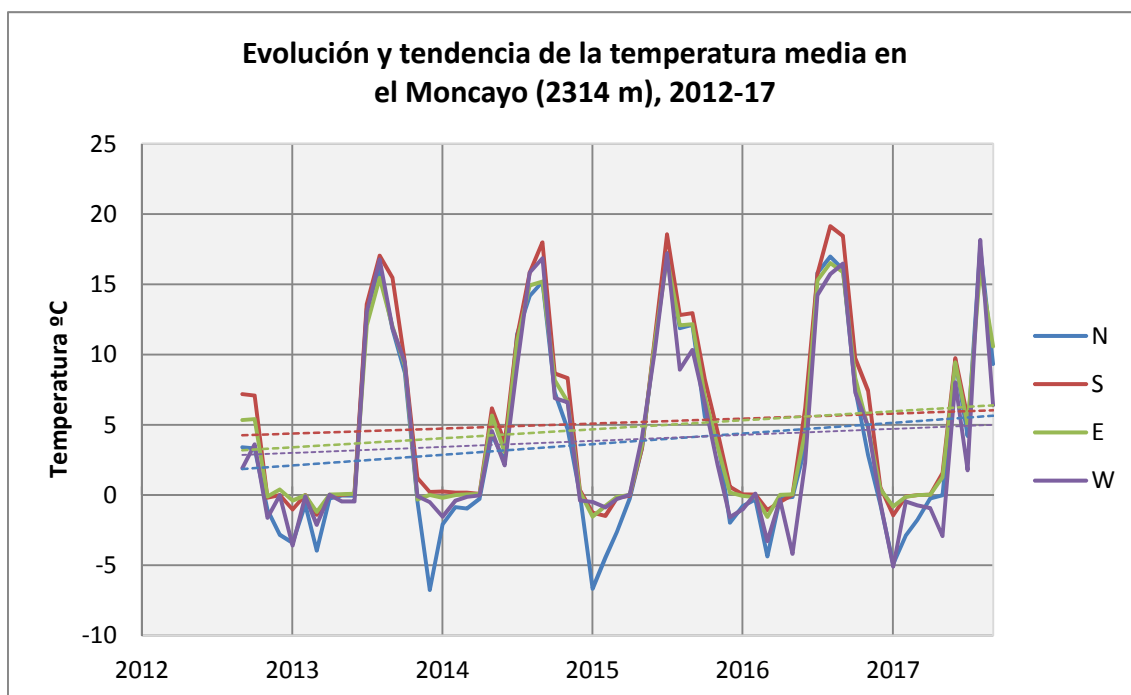
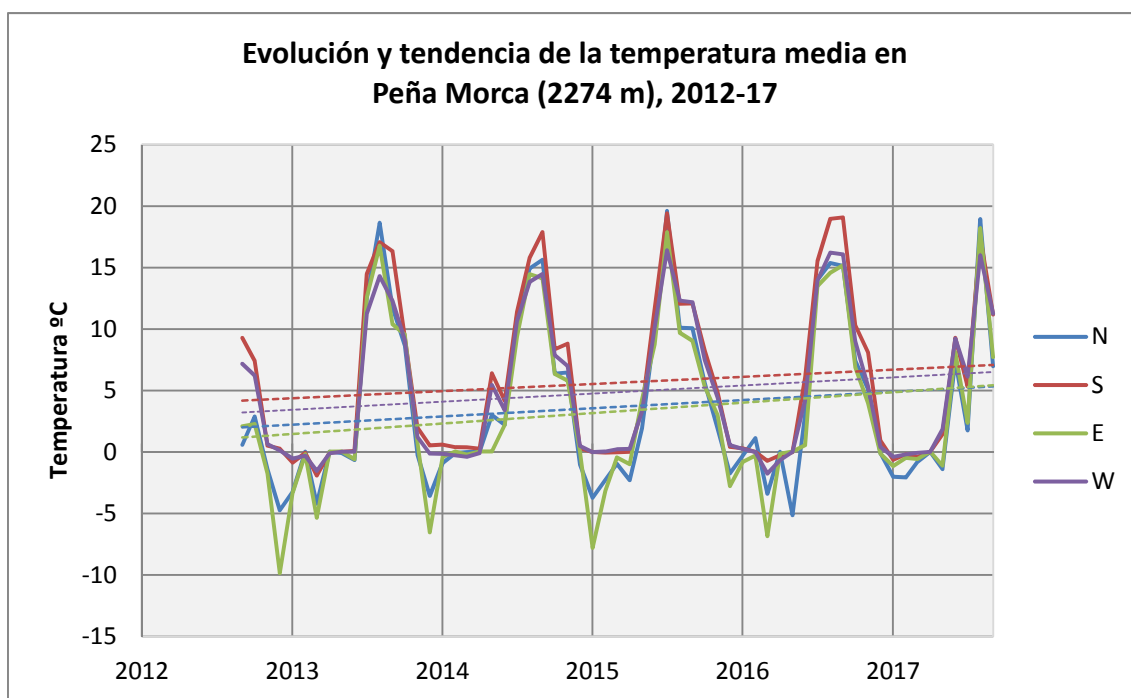
Promedio de días de periodo vegetativo de cada cima, años 2013-16.

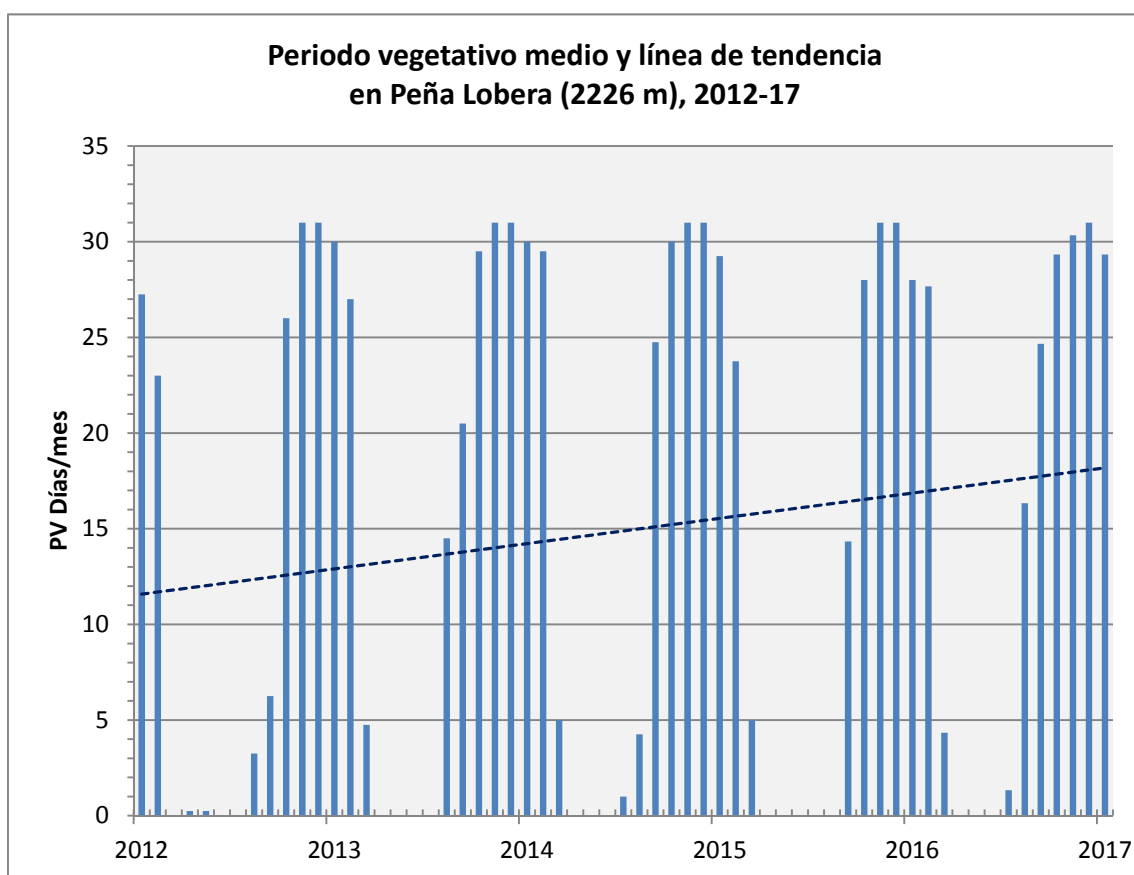
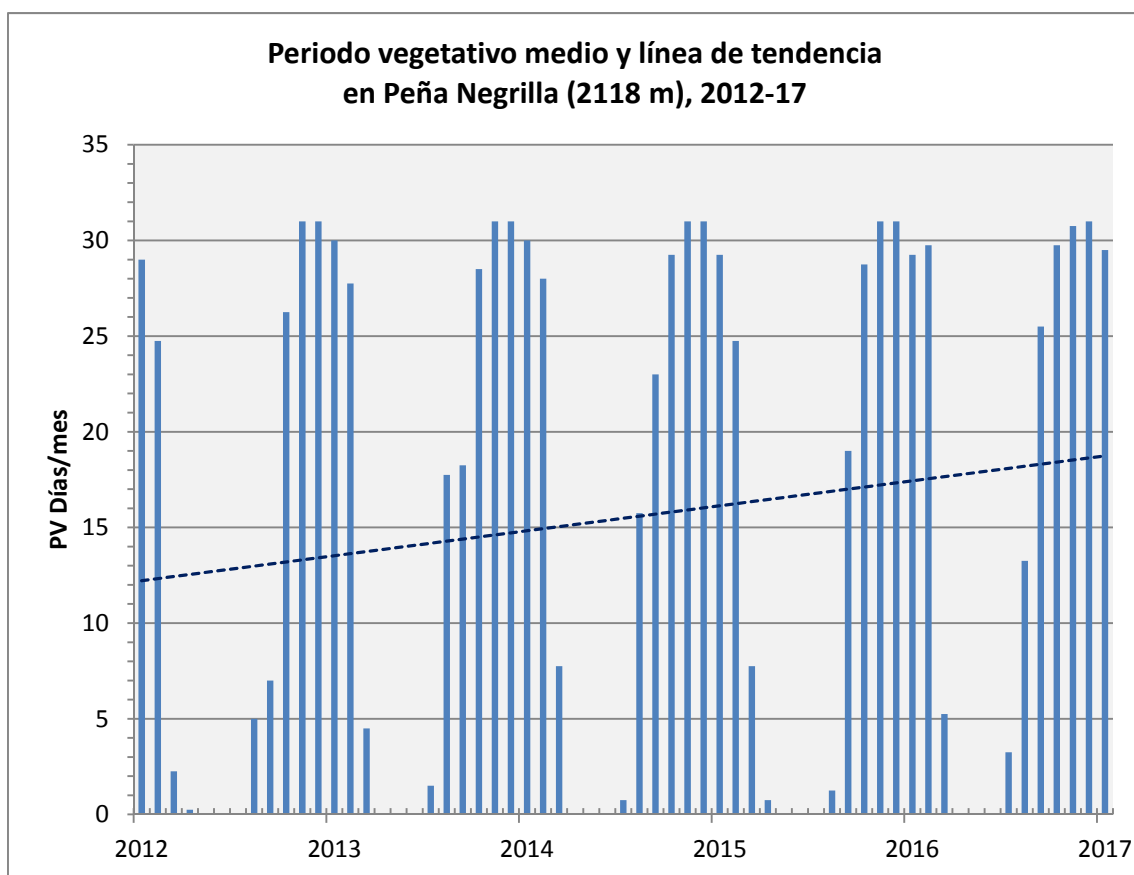
En las dos cimas inferiores, Peña Negrilla y Lobera, el PV es de alrededor de seis meses (6 y 5,8 meses o 181 y 174 días, respectivamente). Las dos cimas superiores, Morca y Moncayo, tienen un PV similar de 5,3 meses (159 días).

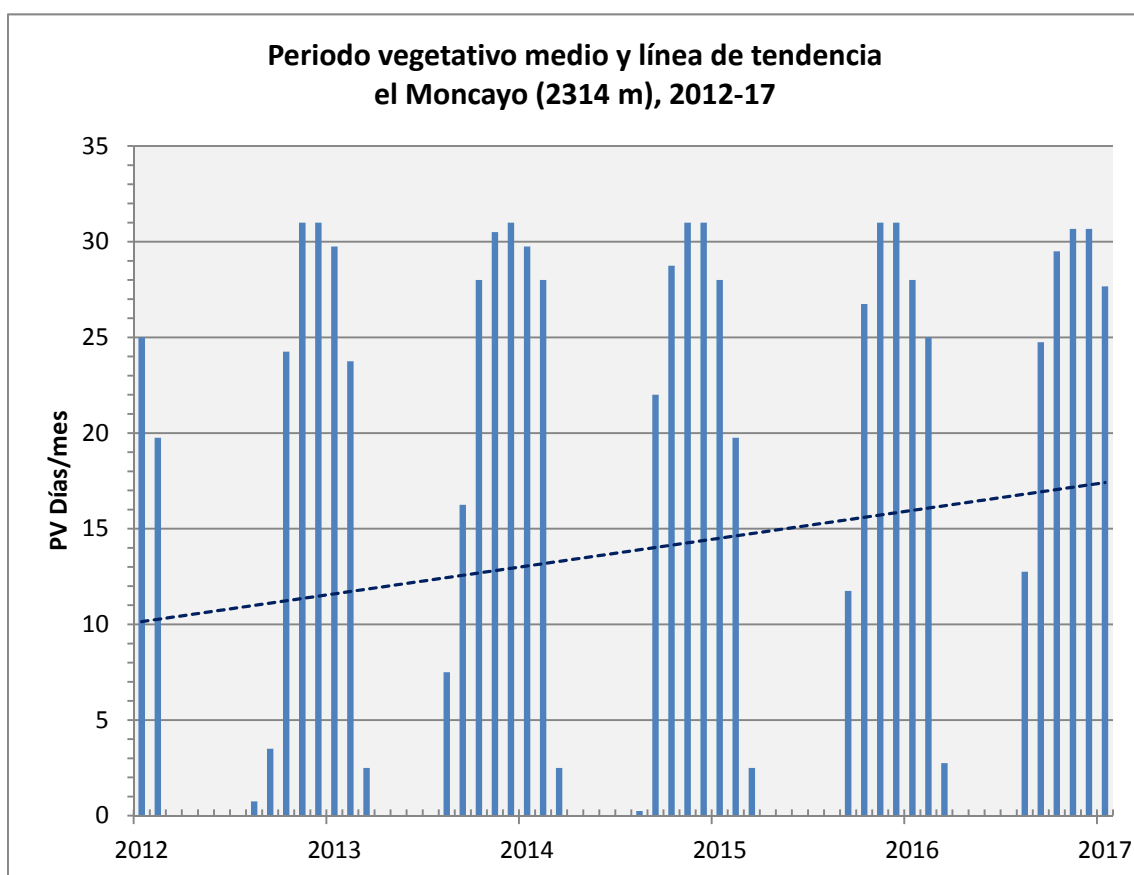
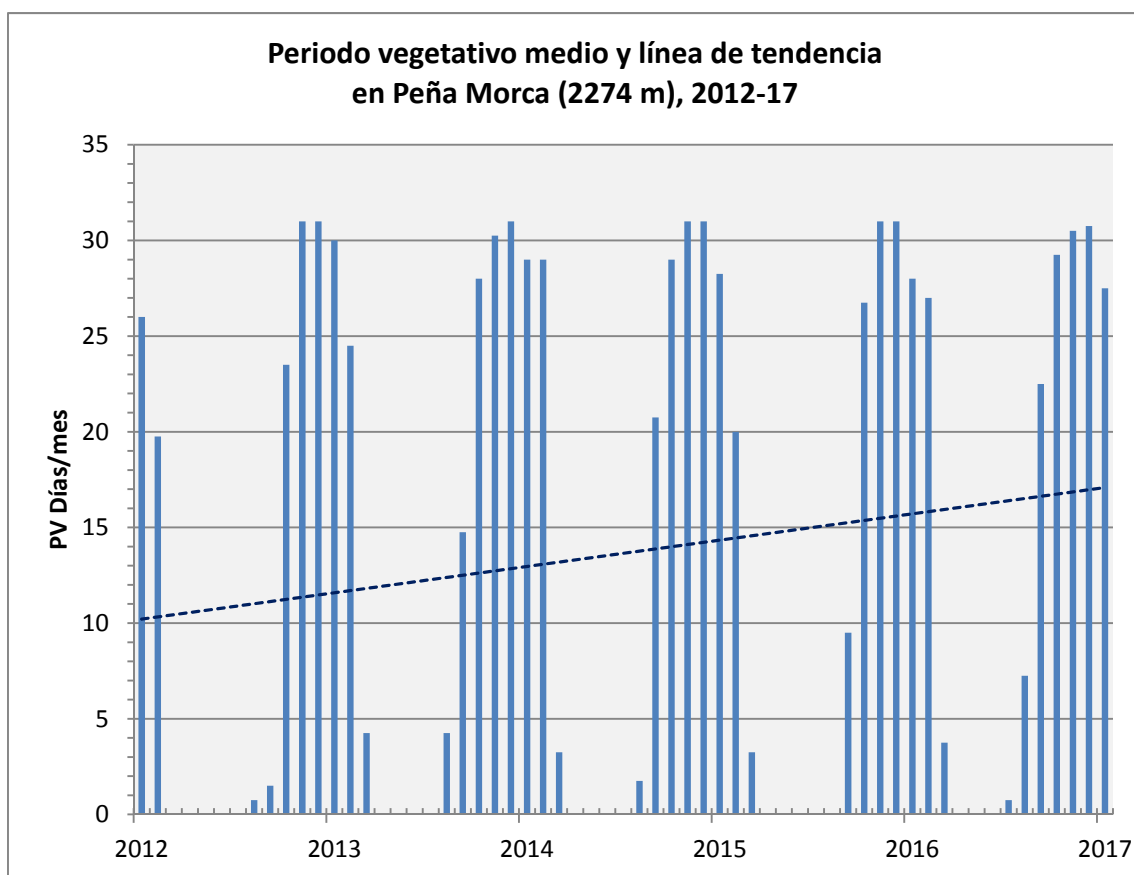
En la zona piloto del Moncayo, el PV desciende a razón de 9,25 días cada 100 m de altitud.

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 2017.









9. Bibliografía

- 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 Illerdens. Diputació 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 y Editor Ambiental y Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón. 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.
- 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 cryoromediterranean 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 & 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** & 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. Springer, Berlín 113: 167-181.
- 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.
- Haeblerli, 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 (ICS), 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).
- Holzing, 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., Nougier, 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*. Parthenon, Londres, Nueva York, pp. 3-20.
- 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, y 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).
- Noroozi, 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.; 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 básico, 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.
- 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 Alpen, 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** & 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.
- 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.
- 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 y plants. *Nature* **421**: 57-60.
- 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 (2003). La flora alpina y el cambio climático: el caso del Pirineo central (Proyecto GLORIA-Europe). In: Aet (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.
- 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** & 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.

10. Agradecimientos

Quiero agradecer la colaboración del Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC, y en especial a Luis Villar por su apoyo y ayuda permanentes.

Al Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón por confiar en nuestro equipo para realizar el trabajo durante los últimos años, en especial a Matilde Cabrera, Guadalupe Zárate y Manuel Alcántara.

Al personal del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido por su soporte durante todos estos años. Lo concretamos en dos de sus responsables, Elena Villagrasa y Manuel Montes, así como en los APNs, personal de guardería y celadores.

A la Delegación Territorial de Soria del Servicio de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, en particular a Rafael Pérez Romera, por permitirnos circular por las pistas de paso restringido del Moncayo, lo que nos ha facilitado un acceso mucho más rápido y cómodo a las cimas. De otra manera el trabajo se habría dilatado mucho.

A los Agentes de Medioambientales de Ágreda y Beratón (Soria), que nos dieron todas las facilidades en el trabajo de campo.

A Ana Acín, infatigable compañera de campo.

A Elena y José Luis por su apoyo logístico en Soria.

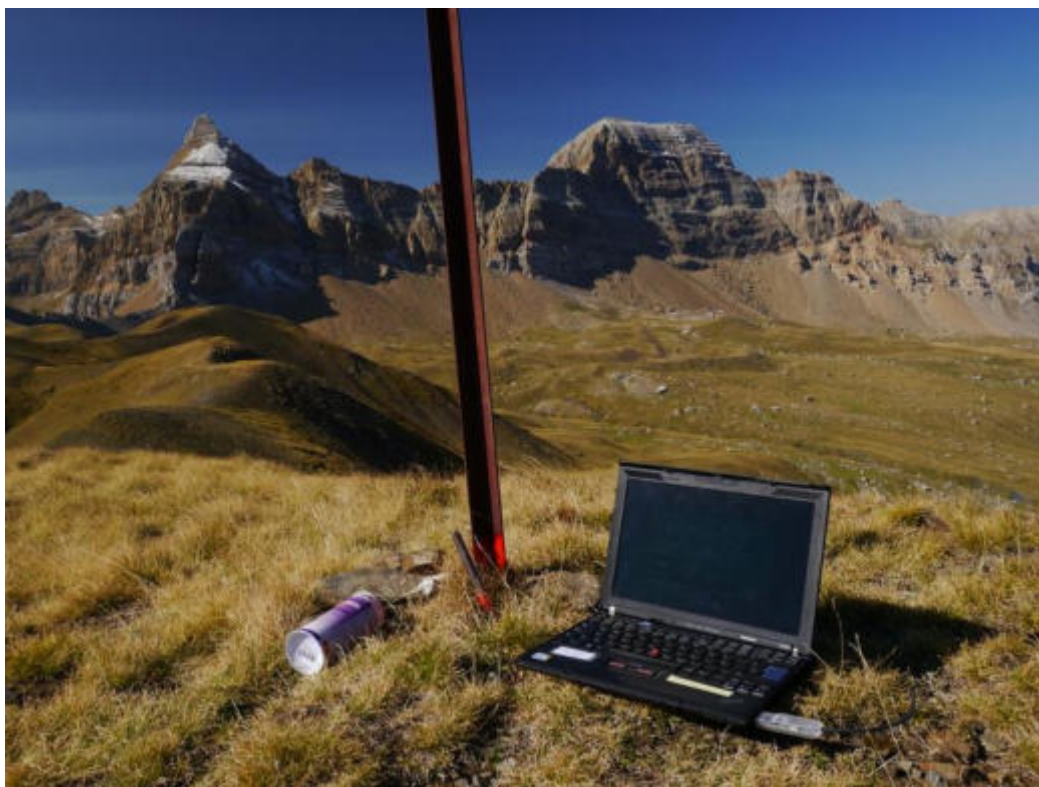
11. ANEXO FOTOGRÁFICO



Descarga de termómetros en la cima del Bacías (ES-SPY-BAC)



Descarga de termómetros en la cima de Anayet (ES-SPY-ANA)



Descarga de termómetros en la cima de Tres Güegas (ES-SPY-GUE)



Descarga de termómetros en la cima nevada del Morrón de Sobresplucas, Robiñera (ES-SPY-ROB)



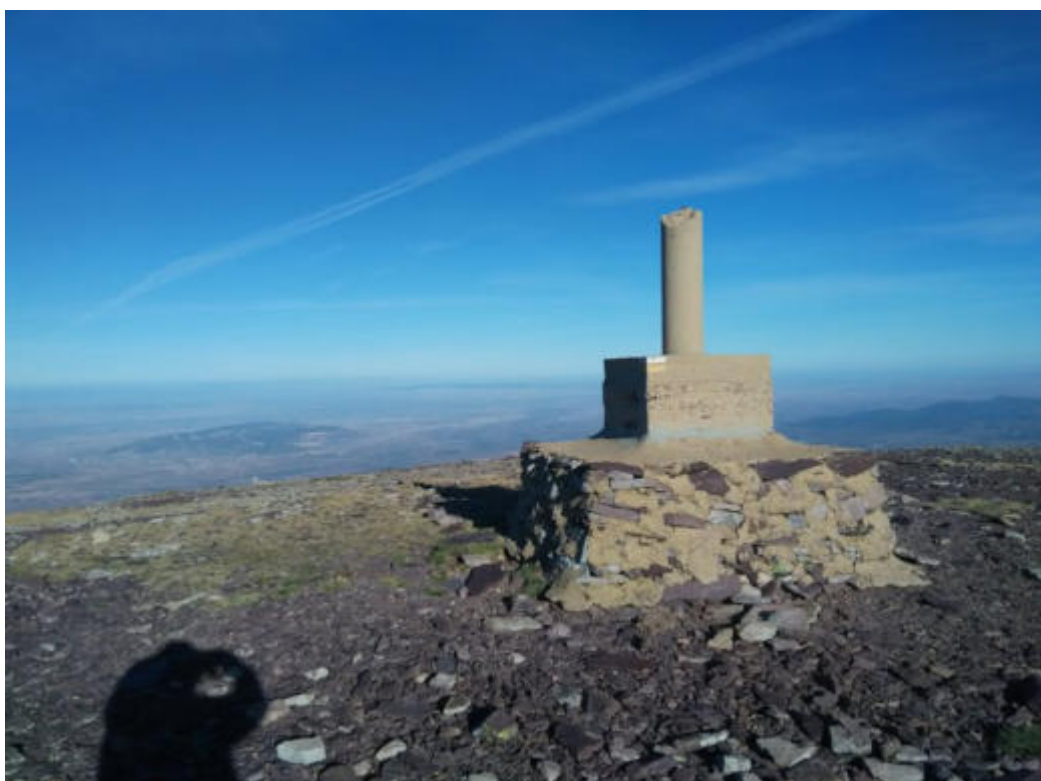
Descarga de termómetros en la cima del Moncayo (ES-MON-MON)



Cambio de un termómetros en la cima del Moncayo (ES-MON-MON)



Descarga de termómetros en la cima de Morca (ES-MON-MOR)



Descarga de termómetros en la cima del Peña Lobera (ES-MON-LOB)