

INFORME PRELIMINAR

CONTRATO MENOR 2018/10: «Segundo muestreo de la zona piloto ES-MON y mantenimiento de la red de termómetros en el marco del Proyecto GLORIA-Aragón 2019»



José Luis Benito Alonso

Doctor en Biología

Jolube Consultoría Ambiental



Jaca, octubre de 2019



EACC 2030

**Estrategia Aragonesa
de Cambio Climático**

HORIZONTE 2030



**GOBIERNO
DE ARAGON**

Departamento de Agricultura,
Ganadería y Medio Ambiente

INFORME PRELIMINAR del CONTRATO MENOR 2019/10:

«Segundo muestreo de la zona piloto ES-MON y mantenimiento de la red de termómetros en el marco del Proyecto GLORIA-Aragón 2019»

Unidad administrativa que lo propone:

Dirección General de Cambio Climático y Educación Ambiental

Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente

Gobierno de Aragón

Realiza: José Luis Benito Alonso (Jolube Consultoría Ambiental)



Foto de portada: vista de las cuatro cimas de la zona piloto del Moncayo (ES-MON), vista desde Soria.

Contenido

1. Resumen	5
2. Objeto de la propuesta	5
3. Antecedentes	5
3.1.El proyecto GLORIA	6
3.2.Implicación de la C.A. de Aragón en el proyecto GLORIA	8
3.3.Justificación de los trabajos	9
4. Metodología	10
5. Repetición del muestreo en 2019 de la zona piloto ES-MON (Sistema Ibérico-Moncayo) ...	11
5.1.Desarrollo de los trabajos, resultados preliminares e incidencias reseñables	11
5.2.Peña Negrilla (NEG), 2116 m.....	12
5.3.Peña Lobera (LOB), 2226 m.....	12
5.4.Morca (MOR) (Alto del Corralejo o del Collado de las Piedras), 2274 m.....	12
5.5.Moncayo o Pico de San Miguel (MON), 2314 m	12
6. Trabajos de mantenimiento de la red GLORIA-ARAGÓN.....	13
6.1.Logística, material y métodos	13
6.2.Equipo de trabajo.....	13
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)	14
7.3.Punta Tobacor (TOB), 2779 m (Piso alpino superior)	15
7.4.Punta de las Olas (OLA), 3022 m (Piso subnival).....	15
8. Mantenimiento de la zona piloto ES-SPY (Pirineo silíceo)	15
8.1.Pico de las Tres Güegas (GUE), 2302 m (ecotono piso subalpino-alpino)	16
8.2.Vértice de Anayet (ANA), 2555 m (piso alpino inferior)	16
8.3.Pico Bacías (BAC), 2758 m (piso alpino superior)	16
8.4.Robiñera-Morrón de Sobresplucas (ROB), 2827 m (ecotono piso alpino superior-subnival).....	17
9. Resultados preliminares sobre el periodo vegetativo y la temperatura del suelo de la red GLORIA-Aragón	18
9.1.El PV y la T en la zona piloto ES-MON (Sistema Ibérico - Moncayo).....	18
9.2.El PV y la T en la zona piloto ES-CPY (Pirineo calizo).....	30
9.3.El PV y la T en la zona piloto ES-SPY (Pirineo silíceo)	38
10.Proyección de GLORIA.....	50
10.1. Las bases de datos de GLORIA en GrassPlot	50

10.2. Nuevas zonas piloto pirenaicas	50
10.3. Repercusión internacional	51
11.Posibles consecuencias del calentamiento global sobre la flora de alta montaña	52
11.1. El ascenso altitudinal de las especies de flora	52
11.2. Microtopografía y microclimas en alta montaña	53
11.3. La importancia del pastoreo	54
11.4. Actividad biológica del suelo	54
11.5. El cierre de las masas boscosas.....	55
11.6. El Temperatura mínima y duración del período vegetativo en el límite superior de los pastizales en las altas montañas europeas.....	55
12.Bibliografía	57
13.ANEXO FOTOGRÁFICO	61

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) Sistema Ibérico - Moncayo ES-MON, que se realizó por primera vez en 2012. 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 (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 puso en marcha la Estrategia Aragonesa de Cambio Climático y Energías Limpias (EACCEL), ahora actualizada con la Estrategia Aragonesa de Cambio Climático Horizonte 2030 (EACC 2030). 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, estaba la de “Fomentar la investigación, el desarrollo y la innovación” en los 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 antigua EACCEL estaba 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”.

Es en dicho marco en que se encuadra el proyecto GLORIA, que en la actualidad ya viene recogido en la EACC 2030 como uno de los *planeamientos estratégicos de Aragón frente al cambio climático para 2030*. Dicha Estrategia es la 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 EACC 2030 debe ser la base para la elaboración de los planes de acción que las entidades aragonesas pongan en práctica.

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), 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), especialmente la flora vascular, en las principales cordilleras de los cinco continentes (figura 1). El proyecto está coordinado a nivel mundial por la universidad de Viena (Austria) y la Academia de Ciencias de Austria,

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 vegetales llevadas a cabo in situ son 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.

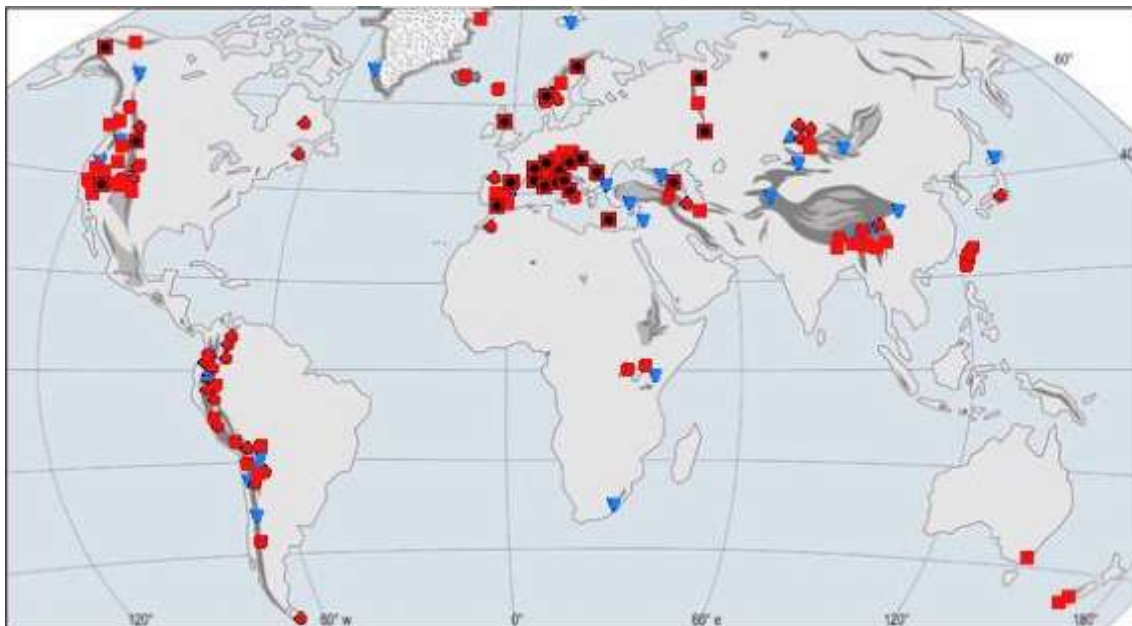


Figura 1. Mapa mundial donde están representadas las 130 zonas piloto de muestreo de flora alpina con metodología GLORIA (junio de 2017)

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 la C.A. de Aragón en el proyecto GLORIA

Aragón participa en este proyecto desde 2001, 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 desde sus inicios, primero dando apoyo logístico a través del personal del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP), y más tarde en el año 2008, ayudando con la repetición de los muestreos realizados en la zona piloto ES-CPY del PNOMP, también con apoyo logístico y de personal del propio parque

nacional y de la empresa pública SODEMASA, así como una pequeña ayuda económica aportada por dicha empresa pública del Gobierno de Aragón¹.

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 en Aragón 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, 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 dieciocho 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, serie de 8 años, y el Moncayo, con una serie de 7 años), de forma que ahora ya hay zonas piloto GLORIA en todos los grandes macizos montañosos del mundo, hasta completar 130. Se trata sin duda se la mayor red global de estudio de un ecosistema.

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.

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 FEDER de la Unión Europea. En 2018 hemos realizado la repetición del muestreo de la ZP Pirineo Silíceo (ES-SPY) y en 2019 repetimos el muestreo en el Moncayo (ES-MON).

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 5ª, de 2015, accesible en sus versiones española, inglesa, china y rusa 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 a 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 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, 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 en 2019 de la zona piloto ES-MON (Sistema Ibérico-Moncayo)



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

5.1. 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 San Miguel del 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.

Siguiendo las prescripciones del *Manual para el trabajo de campo del Proyecto GLORIA* en su 5ª edición, los muestreos de flora alpina deben repetirse cada 7 años. Por ello, este año 2019 se han repetido los muestreos de campo en la zona piloto ES-MON (Moncayo). 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.

El trabajo de campo lo ha realizado el autor de este informe y contratista, José Luis Benito Alonso, con el apoyo de Carlos Molina, Gonzalo Montamarta y Luis Latorre, expertos en flora del Sistema ibérico y en trabajos de campo en alta montaña. Procuramos madrugar todo lo posible para estar en la zona de trabajo poco después del amanecer y aprovechar al máximo las horas de sol hasta el ocaso.

Hemos establecido dos equipos de trabajo simultáneo por parejas. En primer lugar, se localizan las marcas de una de las parcelas de 3x3 m y se extiende la cinta métrica que la delimita. Mientras uno de los equipos comienza con el muestreo detallado de flora de los cuadrados de 1x1 m, el otro equipo se dedica a localizar las marcas que delimitan las secciones del área cimera, extender las cuerdas que las delimitan, así como a localizar y establecer las otras parcelas de 3x3 m.

Paralelamente se van realizando las correspondientes fotografías de las parcelas de 1x1 m con el entramado montado, se fotografían las esquinas de las secciones del área cimera (SAC) y se descargan los termómetros y se cambian las baterías si así se estima oportuno. Después, se van realizando los listados de especies correspondientes a las SAC. A medida que los distintos inventarios de flora se van finalizando se van recogiendo las cuerdas que delimitan las secciones. Este sistema de trabajo permite optimizar el tiempo de forma que no haya ningún tiempo muerto.

Los datos que hemos tomado se encuentran 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, y el coordinador y responsable de este trabajo, José Luis Benito Alonso.

5.2. Peña Negrilla (NEG), 2116 m

Hemos podido realizar el muestreo de flora con normalidad. Hemos descargado los termómetros correctamente y hemos aprovechado para cambiar las baterías de los cuatro aparatos. 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 parcela.

5.3. Peña Lobera (LOB), 2226 m

Hemos podido realizar el muestreo de flora con normalidad. Hemos descargado los termómetros correctamente. Hemos repuesto alguna estaca y hemos que repintado alguna marca. Hemos reubicado unos hitos para desviar a los montañeros del paso por las parcelas.

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

Hemos podido realizar el muestreo de flora con normalidad. Hemos descargado los termómetros correctamente. Hemos repuesto alguna estaca y hemos que repintado alguna marca.

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

Hemos podido realizar el muestreo de flora con normalidad. Hemos descargado los termómetros correctamente y hemos cambiado la batería de un par de aparatos. Hemos repuesto alguna estaca y hemos que repintado alguna marca. Hemos reubicado unos hitos para desviar a los montañeros del paso directo por alguna de las parcelas.

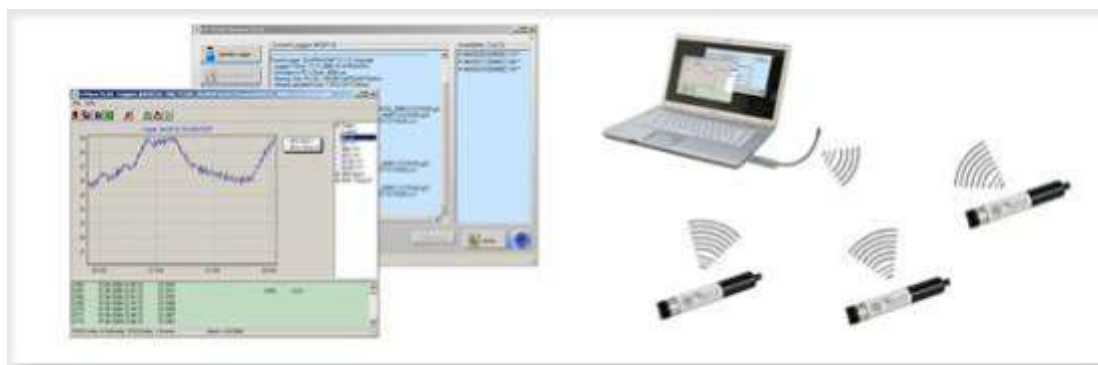
6. Trabajos de mantenimiento de la red GLORIA-ARAGÓN

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.

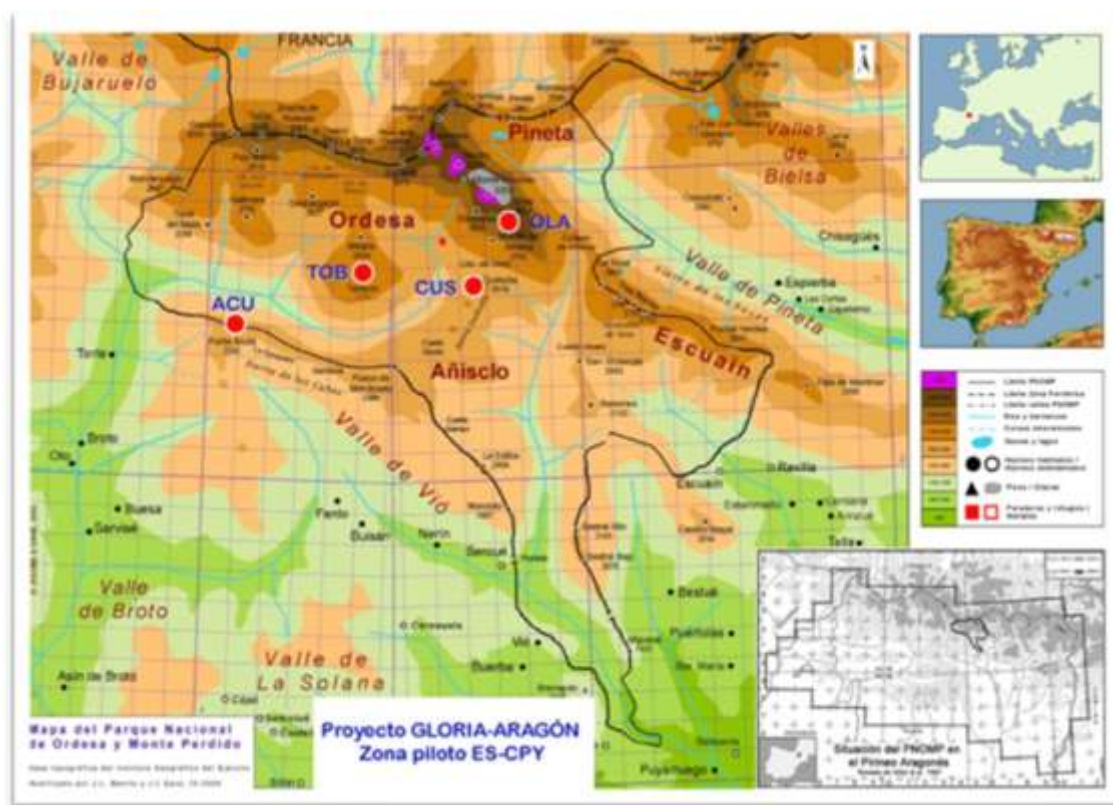
Las visitas a las 12 cimas de las tres zonas piloto de GLORIA-ARAGÓN (ES-CPY, ES-SPY y ES-MON) se realizaron desplazándonos en vehículo todoterreno hasta la base de las montañas y después ascendimos a pie. Como ya hemos comentado, en un par de caso aprovechamos el desplazamiento en helicóptero con motivo 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-SPY 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.

En esta ocasión no ha habido que reseñar ningún daño por hozada de jabalí, al contrario del año pasado en la que estos animales no hozaron una parcela y desapareció un termómetro. En este año se han podido descargar correctamente todos los termómetros. Se ha repuesto alguna estaca y hemos repintado marcas.

Como muestreo complementario hemos recuperado las bolsas de té instaladas desde hace tres años para estudiar la actividad biológica del suelo a partir de la descomposición de la materia orgánica (Djukic & al., 2018).

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

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).

Tal como venimos reseñando los últimos años, desde que el rebaño de ovejas de los hermanos Noguero de Fanlo no tiene un seguimiento diario, el ganado tiende a sestar en la falda sur de esta montaña, aunque sin concentrarse en la cima ni en las parcelas de muestreo, acumulándose mayor cantidad de excrementos ladera abajo, fuera de la zona de muestreo. Es una circunstancia que habrá que tener en cuenta a la hora de analizar los resultados.

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, rodeando por el refugio de Góriz, se llega a la cima.

Se descargaron correctamente los termómetros. Hemos aprovechado para sustituir los cuatro termómetros por otros cuatro con las baterías nuevas. Se ha repuesto alguna estaca y hemos repintado marcas.

Hemos recuperado las bolsas de té instaladas desde hace tres años para estudiar la actividad biológica del suelo a partir de la descomposición de la materia orgánica (Djukic & al., 2018).

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 Cuello Gordo. Tras una larga de más de tres horas y 800 m de desnivel, se llega a la cima. Se procedió a la descarga de los aparatos 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).

8. Mantenimiento de la zona piloto ES-SPY (Pirineo silíceo)



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

8.1. 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 termómetro situado al oeste dejó de funcionar en marzo de 2019. Hemos cambiado la batería y recuperado los datos y ya vuelve a funcionar. En los otros tres sensores no hay incidencias que reseñar, los hemos podido descargar correctamente. Se ha repuesto alguna estaca y hemos repintado marcas.

Nos hemos llevado la desagradable sorpresa de que la estación de Formigal ha instalado en la cresta un cañón de gas antiavalanchas, uno de cuyos tubos pasa a menos de medio metro de la parcela de muestreo del Este, aunque afortunadamente no la atraviesa. Cerca de la cima han instalado un casetón para la maquinaria. Hay dos tuberías enterradas que alimentan a dos cañones de gas. Han sido instaladas levantando el césped y volviéndolo a colocar.

Habrà que tener en cuenta esta circunstancia de cara a los análisis y muestreos posteriores.

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

Desde hace unos años venimos advirtiendo 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.

8.3. 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.

El termómetro situado al oeste dejó de funcionar en marzo de 2019. Hemos cambiado la batería y recuperado los datos y ya vuelve a funcionar. En los otros tres sensores no hay incidencias que reseñar, los hemos podido descargar correctamente. Se ha repuesto alguna estaca y hemos repintado marcas.

8.4. 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). Desde allí se llega andando unas 4 horas con unos 1100 m de desnivel, 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.

Hemos podido descargar los datos correctamente. Hemos aprovechado para sustituir los cuatro termómetros por otros cuatro con las baterías nuevas. Se ha repuesto alguna estaca y hemos repintado marcas.

9. Resultados preliminares sobre el periodo vegetativo y la temperatura del suelo de la red GLORIA-Aragón

Las biotas alpinas dependen mucho de la temperatura y de la innivación, entre otros factores climáticos. Los datos relacionados con su régimen son relativamente fáciles de obtener (directamente para la temperatura, indirectamente para la nieve) mediante termómetros de registro automático en miniatura (*T-loggers*) enterrados en el suelo, en nuestro caso, a 10 cm de profundidad. Si un punto determinado queda o no cubierto por la nieve se puede deducir por la forma que adopta la oscilación térmica diaria. En contraste con la temperatura aérea, la medida de la temperatura a 10 cm de profundidad nos permite obtener de un modo fácil e invisible un registro continuo muy importante para la vida vegetal, lo que nos permite calcular el periodo vegetativo (PV), entendido como el lapso de tiempo en el cual la temperatura media diaria superior o igual a 4°C, y permite el desarrollo de la vida vegetal, en particular de las raíces que pueden acceder al agua para poner en marcha la maquinaria fisiológica.

9.1. El PV y la T en la zona piloto ES-MON (Sistema Ibérico - Moncayo)

El periodo vegetativo (PV) en las dos cimas inferiores, Peña Negrilla y Lobera, es de alrededor de seis meses (6,1 y 5,8 meses o 184 y 178 días, respectivamente). Las dos cimas superiores, Morca y Moncayo, tienen un PV similar de 5,4 meses (algo más de 162 días).

En la **Peña Negrilla** las orientaciones con el PV más corto son N y E, con 177 días de media (5,9 meses), mientras que en la cara S el PV se alarga 22,5 días más (c. 200 días o 6,7 meses). La diferencia entre vertiente más fría y más cálida es de 14 días.

Curiosamente, en **Peña Lobera** la orientación con el PV más largo es la Norte, con 184 días (6,2 meses) y la más corta es la Sur con 170 días (5,7 meses), con una diferencia de dos semanas. Ello puede ser debido a que al Sur hay un collado pronunciado donde sopla el viento de forma casi constante, mientras la cara norte está más protegida de los vientos dominantes del oeste-noroeste (cierzo).

En la **Peña Morca** el PV más corto está al Este (147 días, 4,9 meses), mientras que el PV más largo es, un mes mayor en la orientación Sur con 180 días (6 meses), con una diferencia de más de un mes (33 días).

Por fin, en la cima más alta, la **Peña San Miguel del Moncayo**, las orientaciones con el PV más corto son el Norte y Oeste (156 días, 5,2 meses), mientras que la ladera más cálida es la Sur con 17 días más (173 días, 5,8 meses).

En la zona piloto del Moncayo, el PV desciende a razón de 9,25 días cada 100 m de altitud, casi un mes (27,75 días) a los 300 metros.

Tablas del periodo vegetativo (PV) anual en la ZP ES-MON, contado en días y meses, desglosado por cada una de las orientaciones en cada cima. 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.

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	*
2018	178	206	183	185	193	174	180	192
MEDIA DEST	177,0 ±11,4	199,5 ±17,8	177,0 ±12,2	183,0 ±12,3	184,5 ±13,8	170,2 ±13,4	177,0 ±12,7	183,3 ±16,6
MED CIMA DEST	184,1 ± 15,8				178,3 ± 14,2			
MESES PV	N	S	E	W	N	S	E	W
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	*
2018	5,9	6,9	6,1	6,2	6,4	5,8	6,0	6,4
MEDIA DEST	5,9 ±0,4	6,7 ±0,6	5,9 ±0,4	6,1 ±0,4	6,2 ±0,5	5,7 ±0,4	5,9 ±0,4	6,1 ±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
2018	154	181	144	174	155	180	169	160
MEDIA DEST	151,8 ±5,7	180,3 ±15,8	147,3 ±6,9	171,7 ±13,3	156,3 ±12,2	173,2 ±11,5	168,0 ±12,9	156,5 ±11,1
MED CIMA DEST	162,8 ± 17,4				163,1 ± 13,3			
MESES PV	N	S	E	W	N	S	E	W
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
2018	5,1	6,0	4,8	5,8	5,2	6,0	5,6	5,3
MEDIA DEST	5,1 ±0,2	6,0 ±0,5	4,9 ±0,2	5,7 ±0,4	5,2 ±0,4	5,8 ±0,4	5,6 ±0,4	5,2 ±0,4
MED CIMA DEST	5,4 ± 0,6				5,4 ± 0,4			

El año con el PV más corto, en todas las cimas, fue 2013, mientras que los más cálidos han sido 2014 y 2017, como podemos ver en la tabla siguiente.

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
2018	188,0	184,8	163,3	166,0
MEDIA	184,1	178,2	162,8	163,6

Promedio de días de periodo vegetativo de cada cima,
años 2013-18

A continuación, la tabla del número de días de periodo vegetativo (PV, temperatura media diaria ≥ 4 °C) por mes y año, durante el periodo septiembre de 2012 – junio de 2019, 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
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
10/2017	23	26	26	26	25	24	23	*	21	32	22	25	18	*	23	24
11/2017	2	4	5	4	4	3	3	*	0	3	1	4	0	3	2	0
12/2017	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
02/2018	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
04/2018	10	0	0	6	4	3	5	*	0	0	0	0	0	0	0	1
05/2018	18	23	3	22	23	17	20	*	10	21	7	11	13	13	10	12
06/2018	29	30	30	30	30	29	28	*	25	30	27	30	28	30	30	27
07/2018	31	31	31	31	31	31	31	*	31	31	31	31	31	30	31	31
08/2018	31	31	31	31	31	31	31	*	31	31	31	31	31	30	31	31
09/2018	30	30	30	30	30	30	30	*	30	30	30	30	30	30	30	30
10/2019	23	27	27	27	27	22	20	17	16	26	15	26	16	27	24	19
11/2019	2	5	0	3	0	2	0	5	0	4	0	0	0	3	0	0
12/2019	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01/2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02/2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03/2019	2	7	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0
04/2019	3	7	0	2	2	2	0	5	0	2	0	0	0	2	0	0
05/2019	14	25	4	20	26	15	16	26	10	25	2	13	13	22	9	8
06/2019	29	30	30	30	30	26	25	32	25	30	26	30	29	30	28	24
PV	Peña Negrilla (2118 m)				Peña Lobera (2226 m)				Peña Morca (2274 m)				Moncayo (2314 m)			
MENSUAL	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W

A continuación exponemos las tablas que resumen la temperatura del suelo en las cuatro cimas de la ZP Moncayo, tanto en su forma sintética anual, como mensual por orientaciones.

T (°C)	Peña Negrilla	Peña Lobera	Peña Morca	Moncayo
Año/Alt.	2118 m	2226 m	2274 m	2314 m
2013	4,85	4,57	3,77	4,02
2014	5,77	5,46	4,85	4,93
2015	6,06	5,56	4,87	4,94
2016	5,85	5,20	4,86	4,90
2017	6,05	5,46	5,22	4,75
2018	5,25	5,06	4,72	4,53
Promedio Sept 2012 - Jun 2019	5,48	4,96	4,53	4,46

Tabla de la temperatura media anual (°C) en ES-MON, 2013-2018.

Tablas de la temperatura media mensual (°C) en ES-MON, 2012-2019, por orientaciones								
T (°C)	Peña Negrilla (2118 m)				Peña Lobera (2226 m)			
FECHA / Or.	N	S	E	W	N	S	E	W
09/2012	9,18	11,28	9,44	10,23	10,12	9,15	9,24	10,45
10/2012	5,69	7,25	6,41	6,41	6,16	5,26	5,19	6,69
11/2012	0,96	2,19	2,24	1,73	1,09	0,07	0,41	1,44
12/2012	-1,15	-0,06	0,41	-0,31	-0,65	-2,61	-1,64	-0,52
01/2013	-1,64	-0,19	-0,06	-0,89	-1,71	-2,00	-1,51	-1,12
02/2013	-2,11	-0,57	-0,15	-1,85	-2,15	-3,40	-2,27	-1,62
03/2013	-1,22	-0,23	-0,09	-0,90	-0,95	-1,40	-1,11	-0,65
04/2013	2,41	1,94	0,88	1,29	0,85	1,09	0,98	0,86
05/2013	2,00	2,43	2,04	2,30	2,36	0,98	1,60	1,68
06/2013	8,48	9,72	6,91	8,85	9,75	8,86	8,81	8,99
07/2013	15,04	16,19	12,06	14,89	15,64	14,28	14,64	14,92
08/2013	14,73	17,08	12,44	15,47	15,94	15,02	15,71	15,69
09/2013	10,45	13,62	10,18	11,87	12,02	11,60	11,90	12,63
10/2013	6,15	8,04	6,77	6,77	6,79	5,94	6,12	7,35
11/2013	0,44	2,51	0,44	0,44	1,34	-0,44	-0,43	1,45
12/2013	-1,04	0,78	-1,04	-1,04	-1,34	-1,68	-1,85	-1,00
01/2014	-1,11	0,42	-1,11	-1,11	-0,93	-0,47	-0,72	-0,54
02/2014	-1,22	0,36	-1,22	-1,22	-2,28	-0,90	-1,48	-1,36
03/2014	-0,18	0,29	-0,18	-0,18	-0,73	-0,31	-0,68	-0,13
04/2014	4,32	6,27	4,32	4,32	3,73	3,47	3,89	3,83
05/2014	5,58	8,21	5,58	5,58	7,13	5,74	5,86	6,96
06/2014	10,93	11,57	10,93	10,93	11,26	9,98	10,53	10,86
07/2014	11,96	13,69	11,96	11,96	13,47	12,19	12,66	13,02
08/2014	14,96	16,14	14,96	14,96	14,78	13,43	14,94	14,56
09/2014	11,80	13,97	11,80	11,80	12,19	11,31	12,09	12,57
10/2014	7,34	8,84	7,34	7,34	7,45	7,44	7,58	8,08
11/2014	1,62	3,33	1,62	1,62	2,21	1,17	1,53	2,49

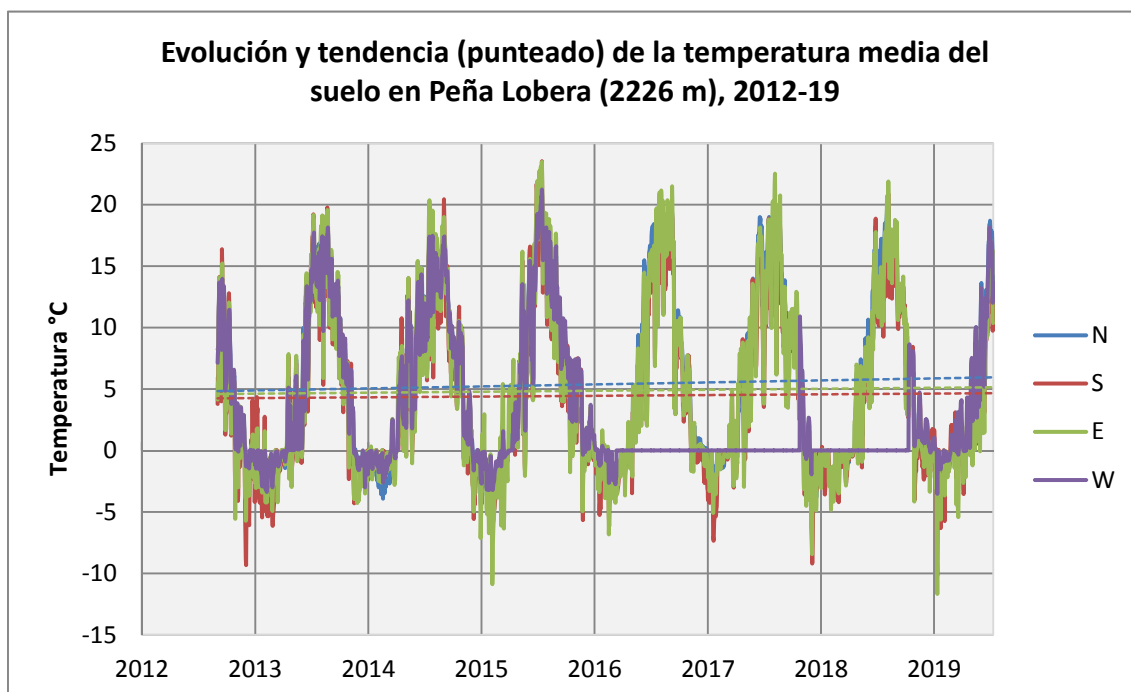
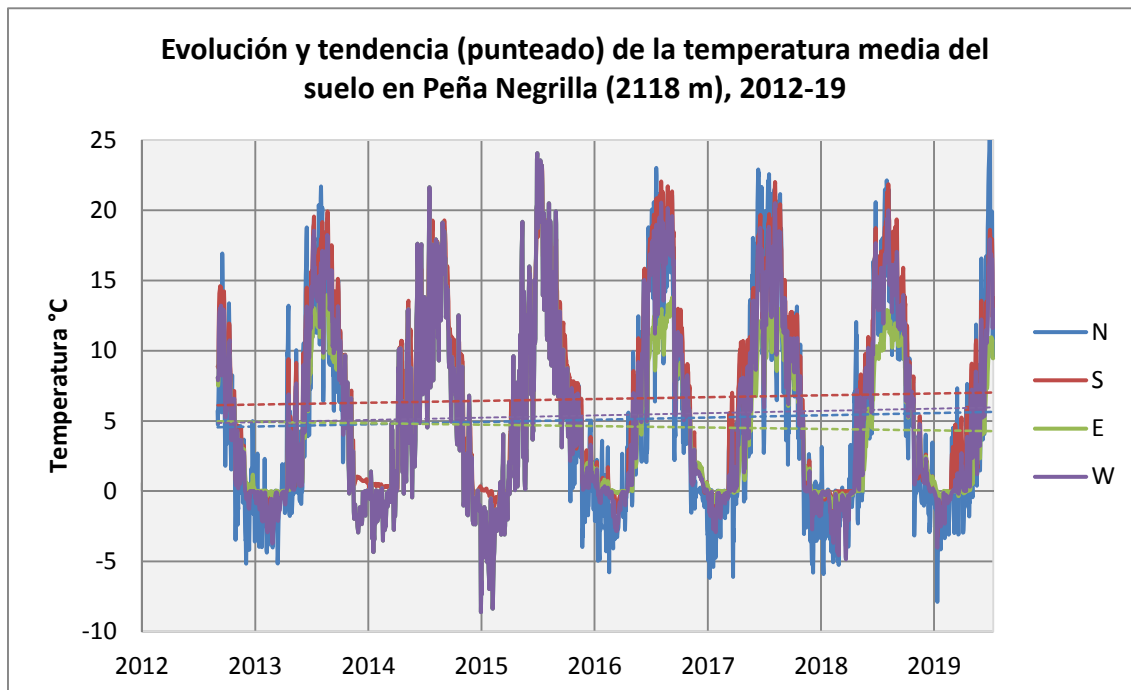
12/2014	-1,44	0,16	-1,44	-1,44	-0,92	-1,94	-2,22	-0,63
01/2015	-3,48	-0,01	-3,48	-3,48	-2,46	-2,29	-2,23	-1,60
02/2015	-2,78	-0,52	-2,78	-2,78	-3,08	-3,26	-3,70	-1,51
03/2015	-0,50	-0,03	-0,50	-0,50	-0,37	-0,14	-0,43	-0,22
04/2015	3,44	4,96	3,44	3,44	2,35	1,48	3,18	1,37
05/2015	7,79	8,12	7,79	7,79	7,45	6,77	7,05	7,19
06/2015	12,28	13,08	12,28	12,28	12,79	12,59	12,67	12,51
07/2015	19,56	19,53	19,56	19,56	18,59	18,01	19,70	18,35
08/2015	14,46	15,76	14,46	14,46	14,34	12,07	14,01	14,49
09/2015	8,08	11,09	8,08	8,08	9,47	8,21	8,60	9,98
10/2015	4,87	6,66	5,33	5,32	5,35	4,27	4,53	5,92
11/2015	2,71	4,30	3,86	3,56	2,88	2,99	2,69	3,93
12/2015	1,06	1,88	1,73	1,13	0,03	0,58	0,58	1,29
01/2016	-0,90	0,37	0,49	0,06	-0,32	-1,33	-0,84	-0,22
02/2016	-1,60	0,14	0,15	-0,22	-0,89	-1,35	-1,99	-0,81
03/2016	-1,87	-0,58	-0,06	-1,57	-1,53	-1,98	-2,08	ND
04/2016	0,71	1,33	0,19	0,59	-0,13	-0,15	-0,20	ND
05/2016	4,97	6,34	3,49	5,21	4,32	3,12	3,64	ND
06/2016	11,60	12,83	8,19	11,81	12,07	9,30	10,59	ND
07/2016	16,71	18,36	11,05	16,78	17,25	13,86	15,90	ND
08/2016	16,88	19,62	12,05	17,86	17,91	15,73	17,81	ND
09/2016	11,22	14,31	10,34	12,67	12,71	11,39	11,96	ND
10/2016	6,81	9,07	7,04	7,79	7,05	6,10	6,64	ND
11/2016	0,91	2,82	2,84	1,93	1,60	0,75	0,87	ND
12/2016	-0,37	0,72	1,06	0,56	0,37	-0,83	0,01	ND
01/2017	-3,21	-0,63	-0,22	-1,41	-1,56	-4,00	-2,41	ND
02/2017	-0,78	-0,13	-0,02	-0,57	-0,64	-0,52	-0,49	ND
03/2017	0,59	2,28	-0,06	0,80	0,03	0,27	0,38	ND
04/2017	4,00	6,63	1,66	4,71	4,14	3,67	3,76	ND
05/2017	8,37	9,17	5,24	8,12	8,39	6,49	7,26	ND
06/2017	14,89	14,79	9,98	13,95	14,38	11,89	12,94	ND
07/2017	16,02	16,06	10,81	14,93	15,32	12,77	14,32	ND
08/2017	16,58	17,65	11,79	16,05	16,15	14,35	16,47	ND
09/2017	9,02	11,67	8,43	10,12	10,05	8,28	8,95	ND
10/2017	7,75	9,68	7,32	8,27	8,07	7,45	8,41	ND
11/2017	0,01	1,58	1,86	0,99	0,63	-0,29	-0,50	1,26
12/2017	-2,49	-0,48	-0,28	-0,98	-2,14	-2,93	-2,68	ND
01/2018	-1,64	-0,19	-0,19	-0,29	-1,08	-1,17	-0,84	ND
02/2018	-2,91	-0,32	-0,75	-2,23	-1,96	-2,34	-2,08	ND
03/2018	-1,47	-0,01	-0,68	-1,58	-0,82	-0,85	-0,69	ND
04/2018	3,00	0,18	-0,09	1,37	1,16	0,56	1,40	ND
05/2018	4,00	5,98	1,51	4,91	5,28	3,48	4,10	ND
06/2018	10,01	11,74	7,05	10,73	11,46	9,86	10,12	ND
07/2018	15,42	16,17	10,57	14,53	15,64	12,38	13,63	ND
08/2018	15,95	18,37	11,68	16,13	16,80	15,38	17,35	ND
09/2018	11,76	14,68	10,59	12,85	12,62	12,10	12,55	ND
10/2018	5,32	7,52	6,26	6,32	6,16	5,13	4,81	ND
11/2018	0,68	2,01	2,34	1,89	1,54	-0,01	0,53	1,83
12/2018	0,29	0,89	1,22	0,52	0,26	0,16	-0,34	0,87
01/2019	-2,50	-0,85	-0,14	-1,39	-1,61	-3,11	-3,05	-0,64

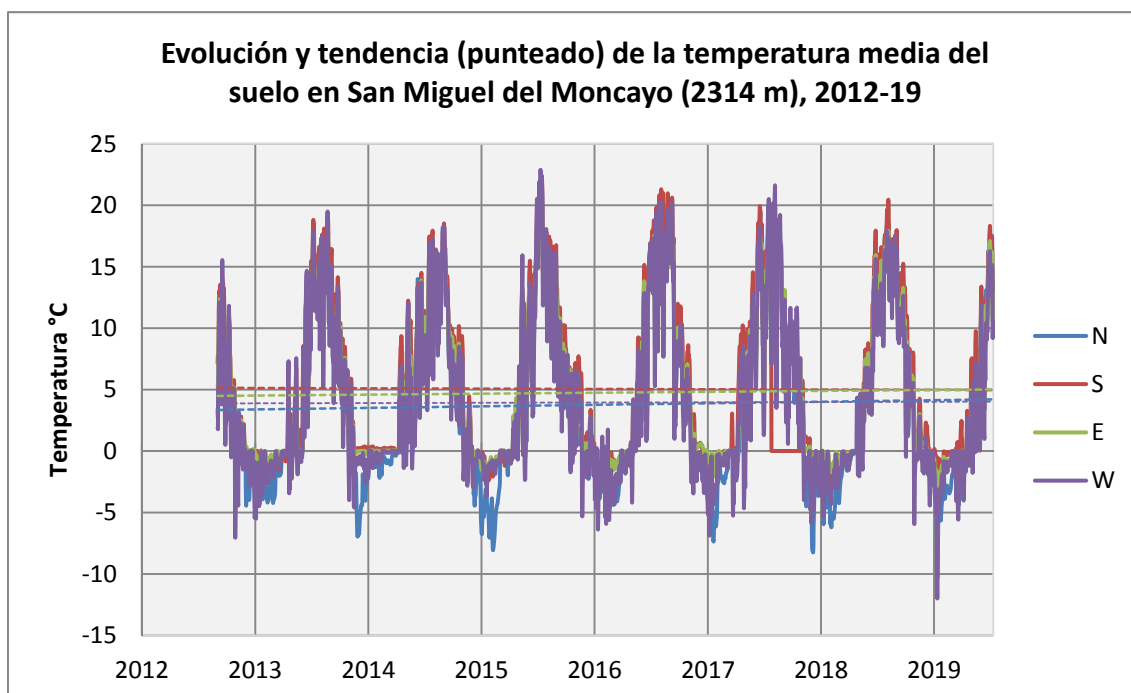
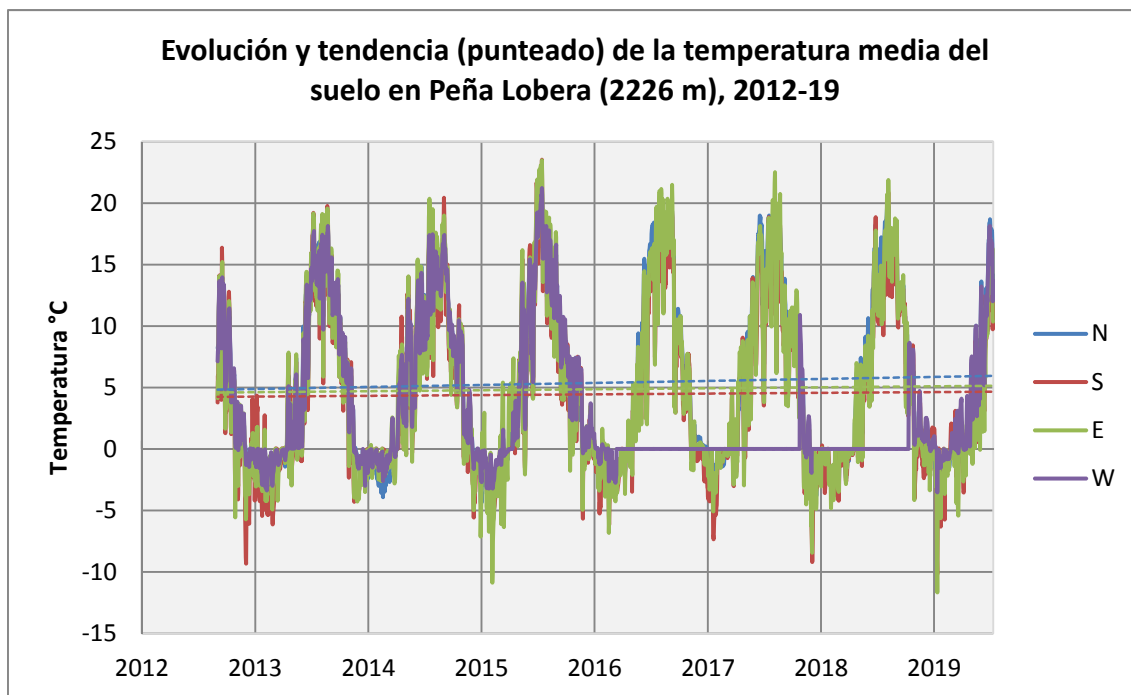
02/2019	-0,83	0,36	-0,03	-0,55	-0,89	-0,41	-0,69	-0,10
03/2019	0,60	2,53	-0,04	0,52	-0,12	0,65	-0,63	1,40
04/2019	0,50	2,53	0,06	1,41	0,51	-0,08	0,08	1,16
05/2019	3,73	5,81	2,56	4,76	5,79	3,76	3,12	5,80
06/2019	13,97	12,04	7,17	10,98	12,05	8,94	9,20	11,53
07/2019	16,67	16,84	10,74	15,83	16,33	13,03	14,07	15,64
T (°C)	Peña Negrilla (2118 m)				Peña Lobera (2226 m)			
Orientación	N	S	E	W	N	S	E	W
PROMEDIO	5,17	6,63	4,66	5,47	5,45	4,49	4,91	5,00

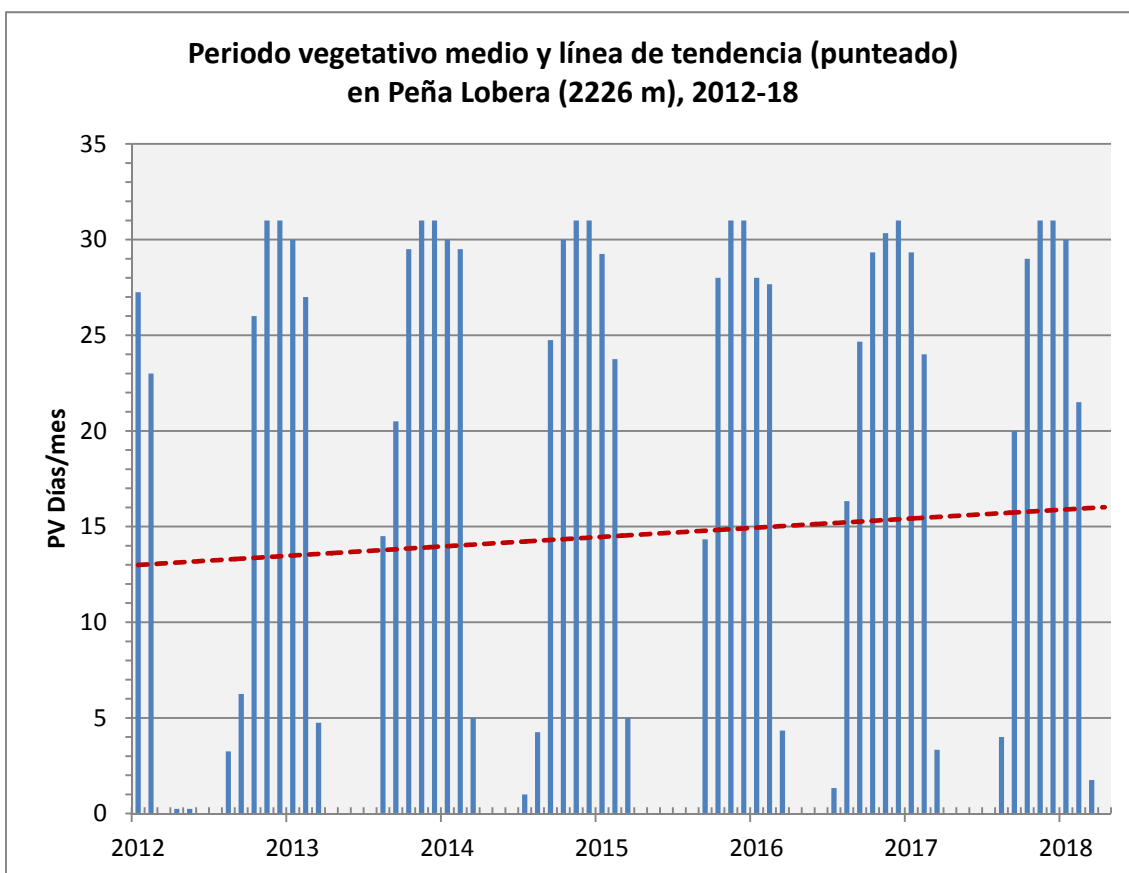
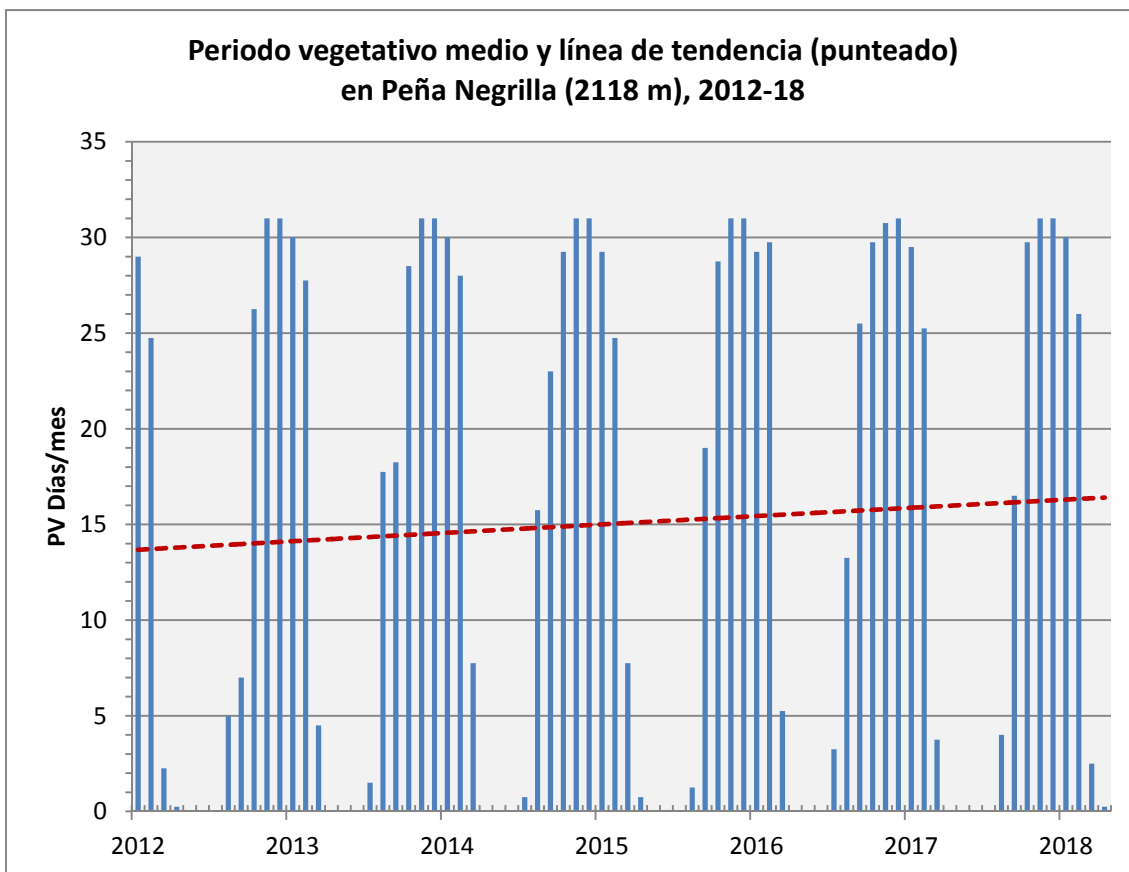
T (°C)	Peña Morca (2274 m)				Peña San Miguel - Moncayo (2314 m)			
FECHA/Or.	N	S	E	W	N	S	E	W
09/2012	7,44	10,62	7,12	9,06	7,41	10,00	8,73	7,93
10/2012	3,63	6,10	3,63	5,69	4,36	5,82	5,19	4,04
11/2012	-0,45	1,17	-1,21	0,91	-0,10	0,85	0,61	0,06
12/2012	-2,11	0,14	-3,12	-0,05	-1,99	-0,23	0,09	-1,23
01/2013	-1,80	-0,63	-3,32	-1,01	-3,39	-0,76	-0,74	-2,58
02/2013	-2,41	-1,66	-4,30	-1,53	-3,22	-1,11	-0,64	-1,53
03/2013	-1,52	-1,09	-1,21	-0,84	-1,75	-0,82	-0,24	-0,80
04/2013	-0,05	0,81	0,04	0,02	-0,08	0,58	0,07	0,15
05/2013	0,35	1,64	-0,05	0,82	0,77	1,43	0,93	0,87
06/2013	6,84	8,68	5,51	6,85	7,15	8,65	7,55	7,28
07/2013	13,21	15,18	12,20	13,16	14,30	15,06	13,90	13,16
08/2013	13,72	16,33	12,93	13,59	14,21	16,19	14,14	13,99
09/2013	9,32	12,86	9,08	10,70	9,45	12,24	10,24	9,60
10/2013	4,57	6,69	4,71	6,45	4,99	6,50	5,81	4,59
11/2013	-0,68	1,77	-2,00	1,47	-1,29	1,39	1,02	0,03
12/2013	-1,62	0,54	-3,07	-0,13	-3,70	0,26	-0,05	-1,05
01/2014	-0,08	0,44	0,01	-0,14	-0,53	0,25	-0,00	-0,49
02/2014	-0,04	0,41	-0,12	-0,28	-1,07	0,18	0,00	-0,27
03/2014	-0,01	0,27	-0,12	-0,23	-0,63	0,21	0,04	-0,06
04/2014	0,18	3,02	0,04	2,27	1,24	3,52	1,99	1,93
05/2014	3,85	6,80	2,41	5,81	4,46	6,45	5,42	3,95
06/2014	9,20	10,93	8,50	9,34	9,58	10,56	9,72	8,66
07/2014	10,63	12,68	10,04	11,12	11,20	12,51	11,35	10,28
08/2014	12,99	14,49	12,38	12,97	13,63	14,54	13,50	13,44
09/2014	10,76	12,67	10,35	11,43	10,51	12,25	11,00	10,67
10/2014	6,19	7,86	5,91	7,08	5,49	7,64	6,69	6,05
11/2014	0,87	2,02	0,17	2,10	0,60	1,81	1,47	0,24
12/2014	-1,58	0,05	-2,91	-0,00	-2,06	-0,32	-0,36	-0,84
01/2015	-2,83	-0,07	-4,41	0,01	-5,03	-1,52	-1,16	-1,56
02/2015	-4,01	-0,09	-4,40	0,14	-4,95	-1,24	-0,65	-1,01
03/2015	-0,84	0,01	-2,24	0,25	-0,75	-0,31	-0,02	-0,26
04/2015	0,92	1,11	0,60	1,75	0,93	0,76	1,30	0,66
05/2015	4,91	6,98	4,60	6,37	5,50	6,72	6,14	5,39
06/2015	10,85	12,77	9,54	10,91	11,31	12,13	11,28	10,71
07/2015	17,98	18,79	16,93	16,46	17,87	18,59	17,09	18,03
08/2015	12,35	14,12	11,35	13,41	13,20	14,33	13,29	12,15
09/2015	6,79	9,35	6,38	9,00	7,31	9,41	8,32	6,63

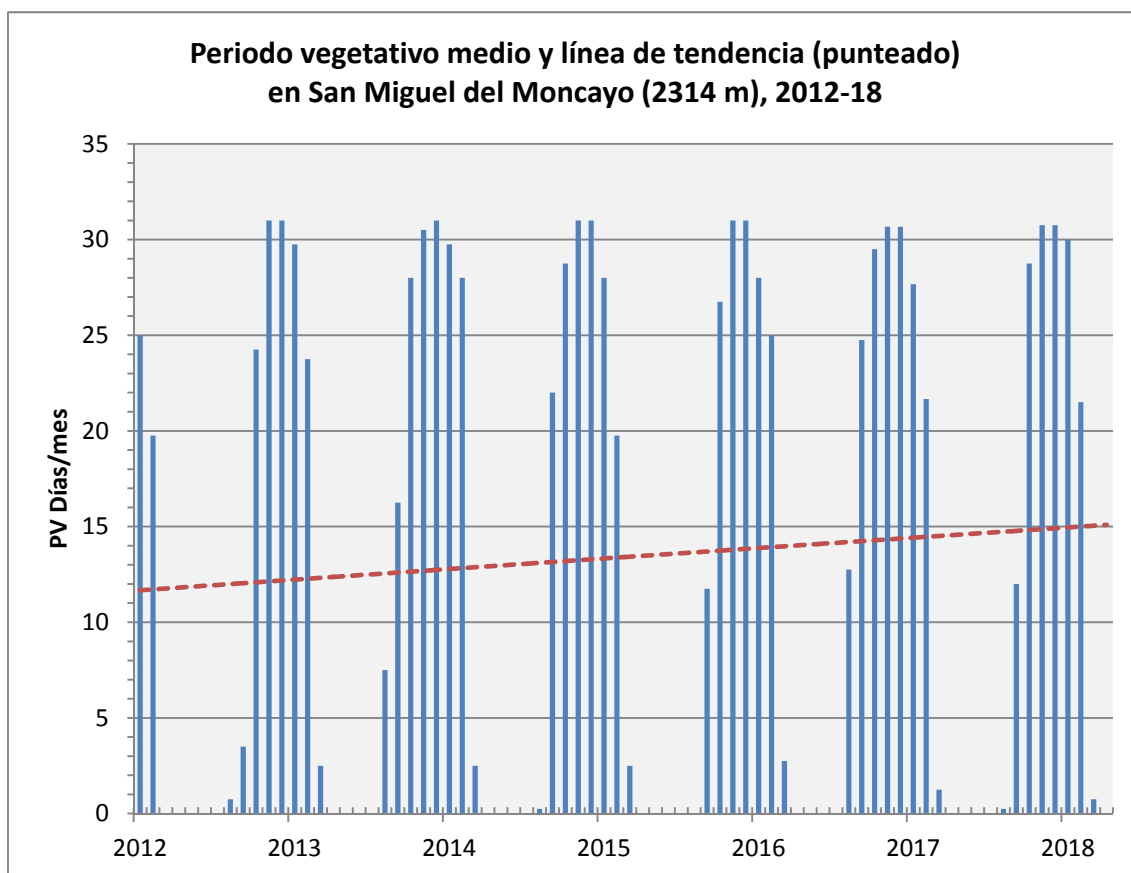
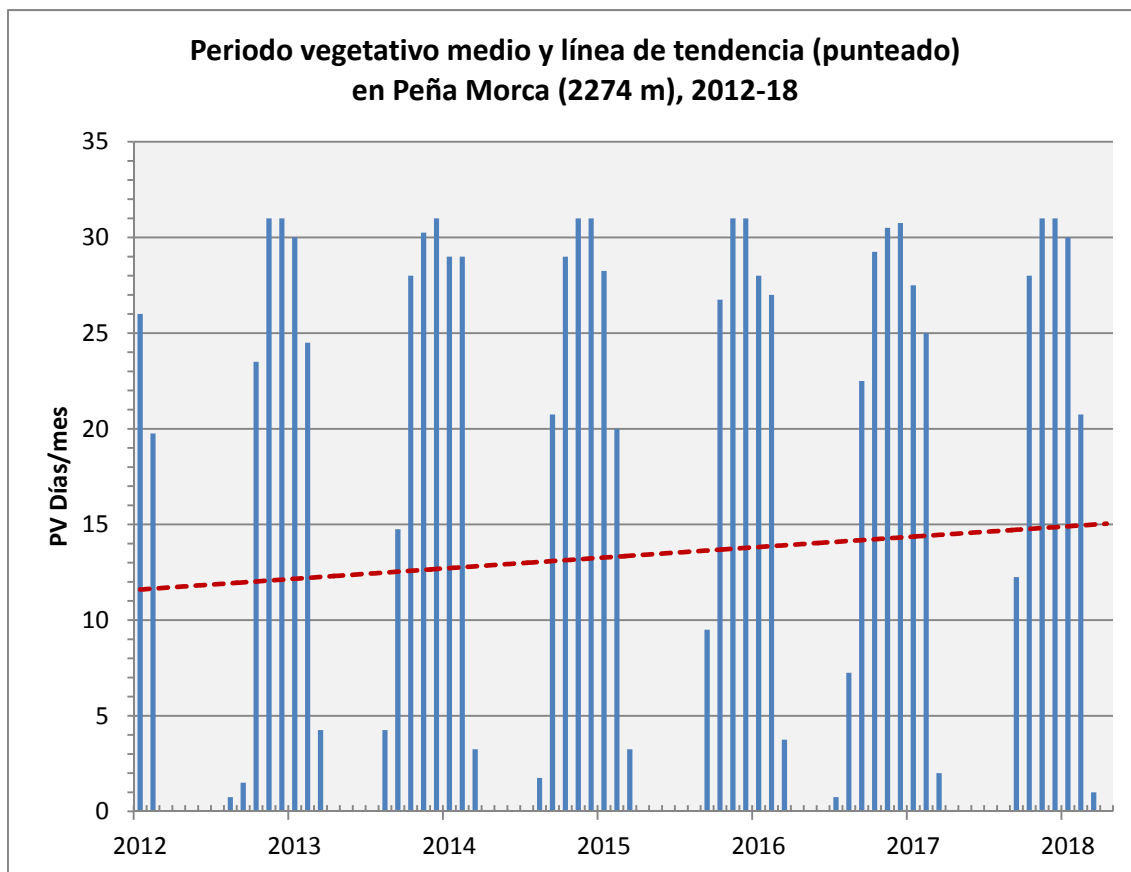
10/2015	3,28	5,46	3,36	5,07	3,42	5,15	4,48	3,40
11/2015	1,51	4,26	1,05	3,16	1,29	4,02	2,61	1,94
12/2015	-0,34	1,37	-0,76	0,43	-1,00	0,98	0,22	-0,19
01/2016	-0,87	-0,46	-1,82	-0,10	-1,65	-0,44	-0,18	-1,88
02/2016	-2,22	-0,17	-3,40	-0,54	-2,34	-0,57	-1,13	-2,57
03/2016	-2,07	-0,77	-3,31	-1,20	-3,00	-0,72	-0,74	-1,98
04/2016	-0,15	-0,29	-0,43	-0,44	-0,51	-0,27	-0,04	-0,65
05/2016	2,48	3,23	2,25	2,39	3,11	3,83	2,90	2,62
06/2016	9,73	11,54	8,85	10,06	10,37	11,34	10,42	9,50
07/2016	14,70	17,98	13,82	14,89	15,67	17,39	15,38	14,94
08/2016	15,34	19,52	14,80	15,77	15,69	18,85	15,87	16,10
09/2016	10,35	13,92	9,75	11,66	10,40	13,02	11,12	10,29
10/2016	5,31	8,11	4,99	6,78	5,15	7,61	6,27	5,42
11/2016	-0,10	2,13	-0,32	1,65	0,50	1,88	1,36	-0,31
12/2016	-0,36	0,18	-0,26	0,16	-1,71	0,10	0,25	-1,41
01/2017	-2,91	-1,40	-2,67	-0,69	-5,23	-1,41	-0,75	-3,53
02/2017	-1,04	-0,30	-0,76	-0,17	-2,04	-0,13	-0,17	-0,79
03/2017	-0,11	0,65	-0,06	-0,03	-0,60	0,13	-0,04	-0,82
04/2017	0,27	5,65	-0,24	2,77	1,74	5,20	2,94	2,30
05/2017	5,91	8,28	5,30	7,16	6,89	8,04	7,07	5,91
06/2017	12,72	14,31	11,77	13,06	13,78	13,99	12,75	11,92
07/2017	14,60	15,52	13,41	14,01	14,16	ND	13,79	14,07
08/2017	14,71	16,73	14,40	15,03	14,62	ND	14,71	15,05
09/2017	7,10	10,55	7,19	9,46	7,66	ND	8,85	7,61
10/2017	6,48	9,89	6,37	7,66	5,28	ND	6,93	6,55
11/2017	-1,69	1,24	-2,51	1,04	-1,60	1,29	0,52	-1,08
12/2017	-1,96	-1,16	-4,25	-0,85	-4,06	-0,65	-0,80	-2,56
01/2018	-0,99	-0,68	-1,51	-0,98	-2,95	-0,86	-0,62	-2,06
02/2018	-1,94	-0,32	-4,07	-0,85	-4,31	-0,92	-1,05	-2,23
03/2018	-0,86	-0,03	-1,09	-0,20	-1,44	-0,24	-0,27	-0,78
04/2018	-0,10	0,01	-0,10	0,11	-0,34	-0,05	-0,00	0,03
05/2018	2,03	4,76	1,92	3,24	3,16	3,30	2,56	2,44
06/2018	9,32	11,56	8,82	10,02	9,56	10,58	9,45	8,27
07/2018	13,45	15,74	12,26	14,11	14,66	15,05	14,07	12,27
08/2018	14,88	18,05	14,72	15,19	15,47	16,90	15,12	14,81
09/2018	10,69	14,29	10,36	12,08	11,16	13,77	11,79	10,80
10/2018	3,39	7,06	3,52	5,90	3,98	6,75	5,26	3,56
11/2018	0,07	2,03	-0,40	1,49	-0,24	1,62	1,15	-0,08
12/2018	-0,40	0,76	-1,30	0,35	-0,82	0,49	-0,16	-0,96
01/2019	-3,48	-0,73	-4,74	-0,96	-4,86	-1,04	-2,13	-3,99
02/2019	-2,12	-0,01	-2,91	-0,26	-2,91	-0,11	-0,73	-1,00
03/2019	-1,85	1,12	-2,09	-0,35	-1,36	0,24	-0,55	-1,35
04/2019	-0,37	0,86	-0,68	0,11	-0,43	0,76	0,13	-0,73
05/2019	2,21	5,86	0,59	3,62	3,16	5,47	2,64	2,15
06/2019	10,65	12,28	9,75	10,61	10,93	11,26	10,41	9,13
07/2019	14,71	16,87	14,05	15,00	14,88	15,91	14,50	13,08
T (°C)	Peña Morca (2274 m)				Peña San Miguel - Moncayo (2314 m)			
Orientación	N	S	E	W	N	S	E	W
PROMEDIO	3,95	5,89	3,32	4,96	3,83	5,22	4,81	4,00

A continuación exponemos las 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 junio de 2019. En todas las cimas se observa una **tendencia acusada ascendente** de la temperatura y sobre todo del PV.









9.2. El PV y la T 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 ES-CPY (Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido).

Debemos advertir de 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 producen tantos fallos de registro.

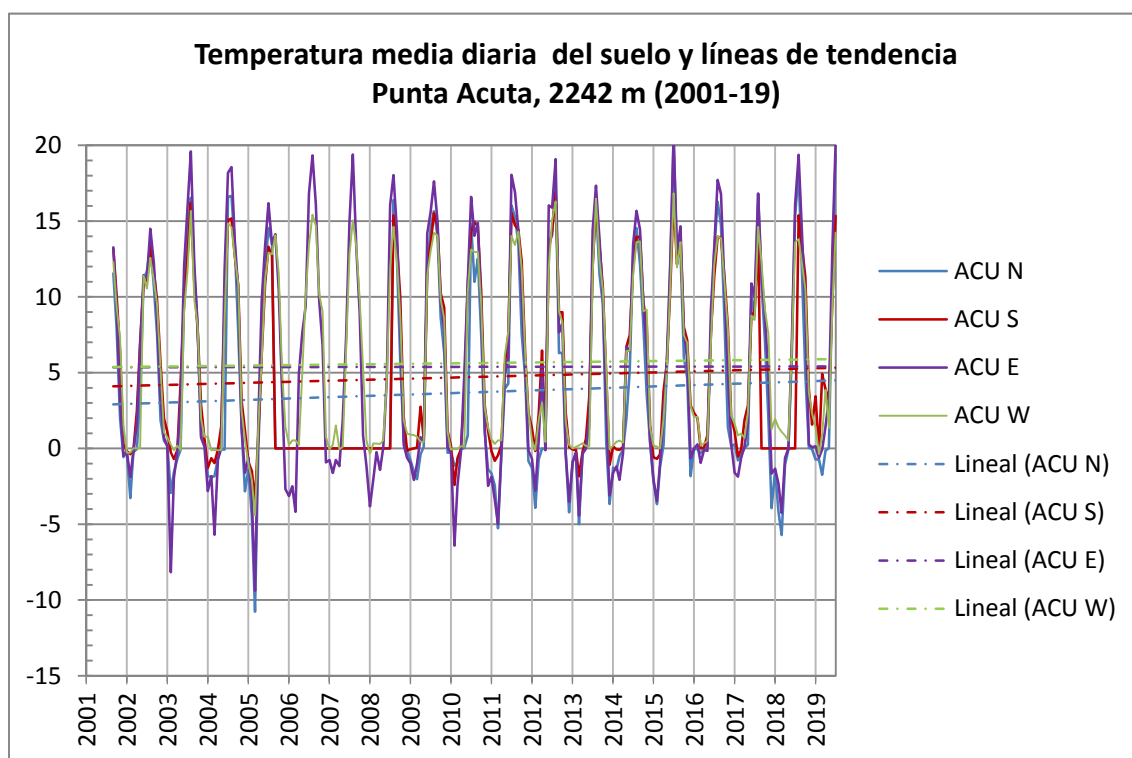
Hemos hecho un análisis de la evolución de la temperatura media diaria del suelo y del periodo vegetativo (entendido como los días en los que la media diaria supera los 4°C). En esta primera tabla podemos ver un resumen anual de la media de las temperaturas de los cuatro termómetros de cada cima.

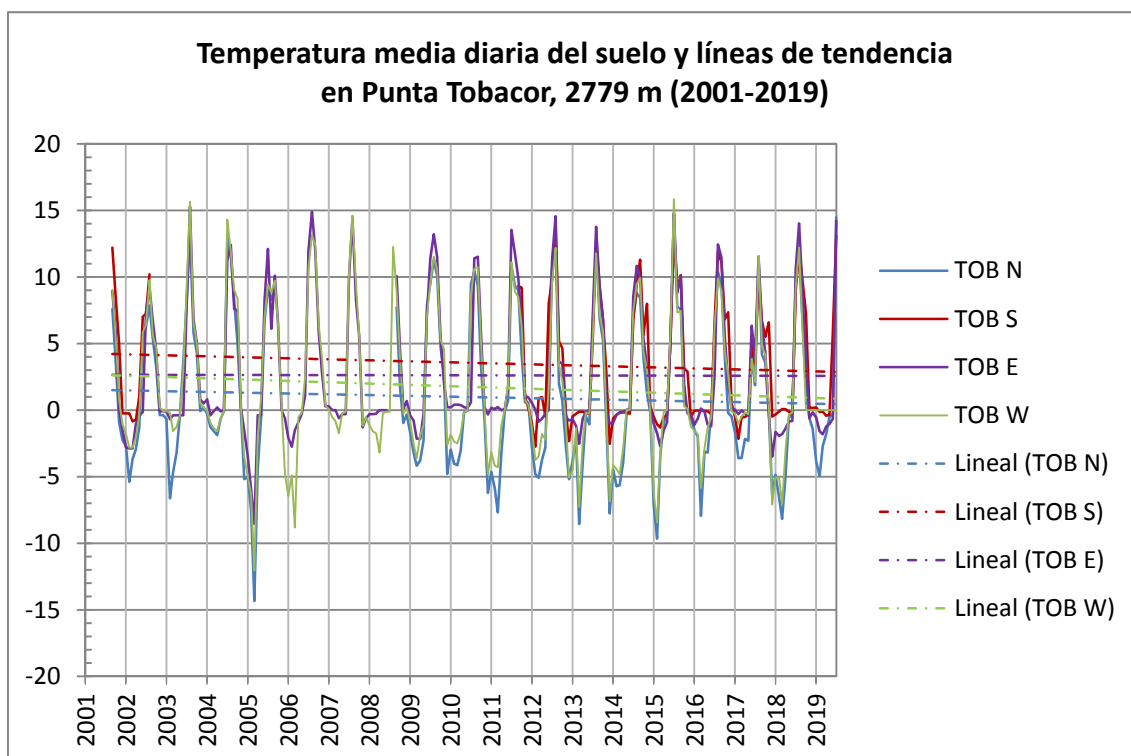
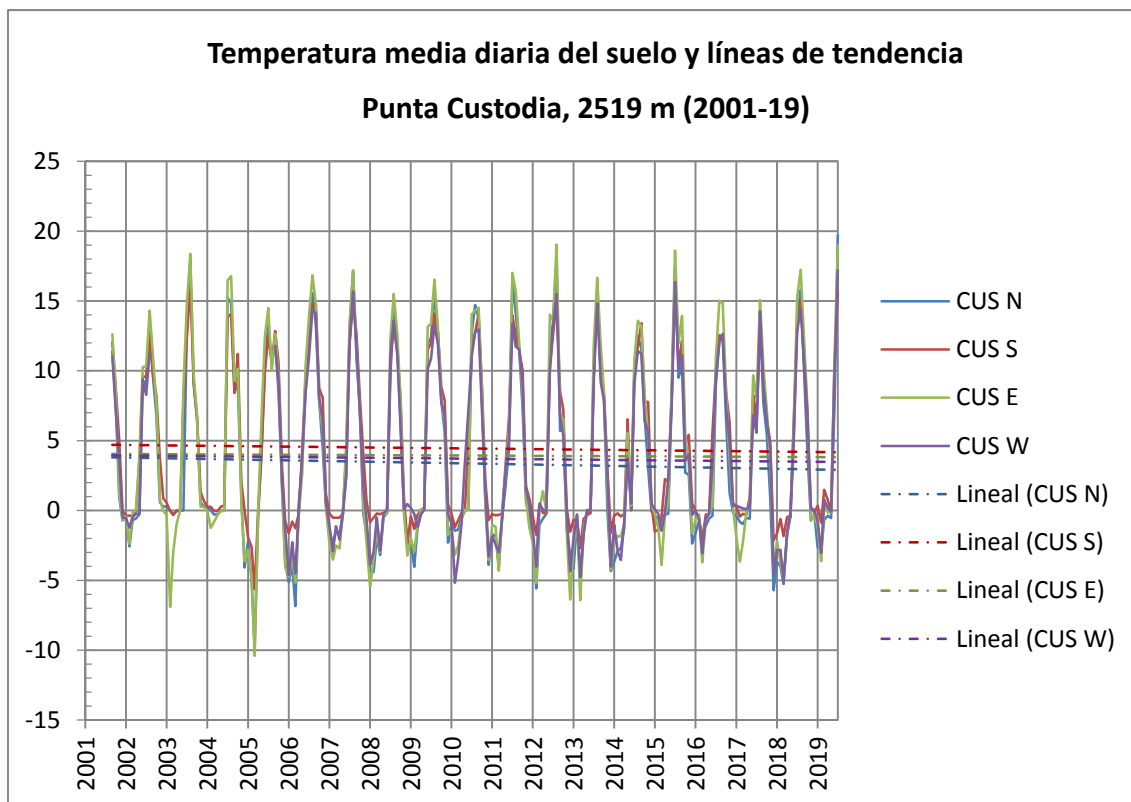
Tablas de la temperatura media anual (°C) por orientaciones y promedio, en ES-CPY, 2002-2018.

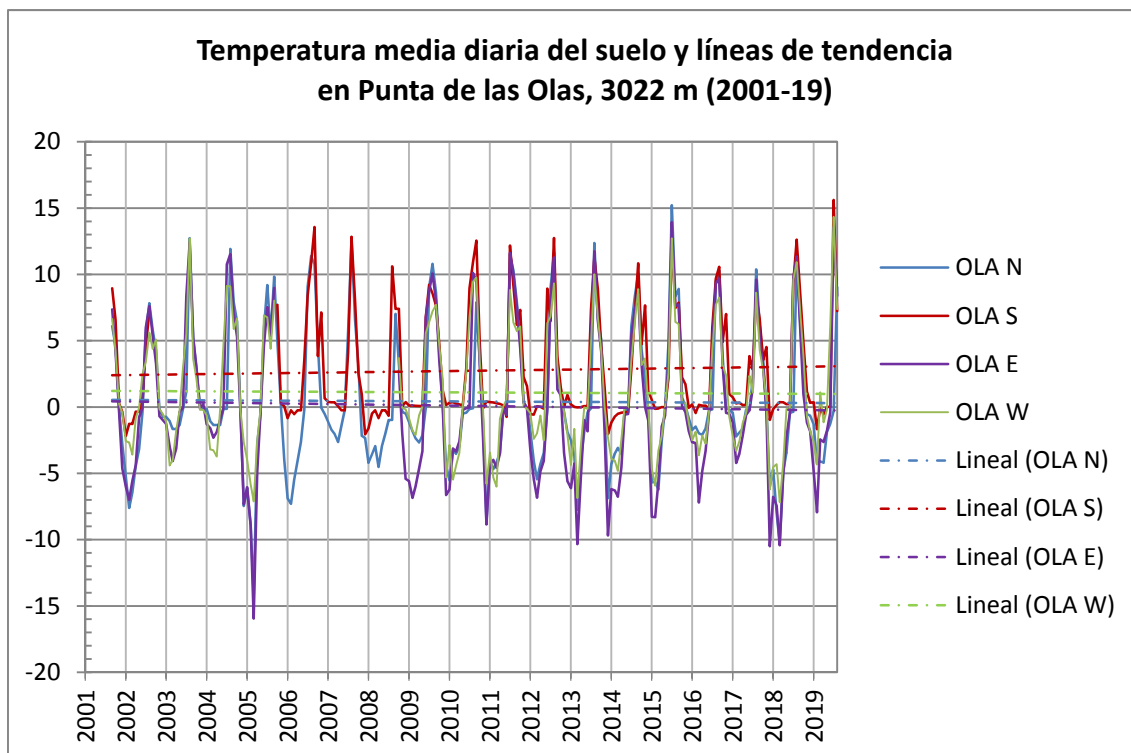
T (°C)	Punta Acuta (2242 m)					Punta Custodia (2519 m)				
AÑO	N	S	E	W	MED	N	S	E	W	MED
2002	4,49	5,94	5,22	5,05	5,14	3,40	4,45	4,06	3,64	3,82
2003	4,90	5,70	5,84	5,22	5,37	4,47	4,85	4,30	*	4,50
2004	3,60	5,16	4,74	4,87	4,56	3,19	4,20	3,47	*	3,59
2005	4,76	5,56	5,20	5,33	5,00	3,08	4,31	3,69	2,52	3,70
2006	*	*	6,07	6,24	6,11	4,25	5,37	4,54	4,45	4,61
2007	*	*	5,28	5,45	5,33	3,16	4,42	3,17	3,27	3,47
2008	6,02	7,36	4,87	5,07	4,93	2,02	3,41	2,51	3,03	2,70
2009	4,97	6,52	5,90	5,90	5,78	4,05	5,03	4,60	4,23	4,43
2010	3,81	5,29	4,46	5,08	4,61	3,33	4,02	3,18	2,98	3,33
2011	4,95	6,69	6,11	6,44	6,01	4,22	5,04	4,84	4,15	4,52
2012	4,44	6,40	5,65	5,91	5,54	3,39	4,40	3,89	3,71	3,78
2013	3,53	5,16	4,60	4,97	4,52	2,27	3,41	2,95	2,75	2,79
2014	4,78	6,18	5,74	6,02	5,64	3,65	4,64	4,35	3,69	4,04
2015	5,27	6,78	6,47	6,78	6,27	3,86	4,99	4,75	4,58	4,49
2016	5,19	6,00	6,04	5,87	5,74	3,37	4,38	4,25	3,75	3,91
2017	5,08	6,25	6,08	6,57	5,91	3,79	5,13	4,59	4,72	4,30
2018	4,13	8,79	5,20	5,57	4,38	2,89	3,99	3,87	3,32	2,84
MED	4,66	6,25	5,50	5,67	5,34	3,44	4,47	3,94	3,65	3,83
DEST	0,68	0,95	0,60	0,60	0,60	0,66	0,56	0,69	0,68	0,65
MAX	6,02	8,79	6,47	6,78	6,27	4,47	5,37	4,84	4,72	4,61
MIN	3,53	5,16	4,46	4,87	4,38	2,02	3,41	2,51	2,52	2,70

T (°C)	Punta Tobacor (2779 m)					Punta de las Olas (3022 m)				
AÑO	N	S	E	W	MED	N	S	E	W	MED
2002	0,73	3,33	1,75	1,68	1,68	-0,17	1,79	-0,09	0,83	0,51
2003	1,88	*	3,54	3,21	2,84	1,67	*	1,81	1,63	1,66
2004	1,44	*	2,33	2,13	1,93	0,86	*	0,69	1,01	0,82
2005	0,84	*	2,15	1,16	1,35	0,16	1,72	-0,52	1,45	0,52

2006	*	*	2,99	2,50	2,70	0,52	3,20	*	*	1,82
2007	*	*	2,68	2,28	2,45	0,90	2,27	*	*	1,56
2008	1,95	9,75	1,40	1,59	1,80	-0,84	1,81	-1,84	0,85	0,16
2009	1,59	*	3,26	2,38	2,38	1,15	3,02	-0,03	1,54	1,39
2010	0,52	*	2,73	1,67	1,60	-1,44	2,90	-0,21	0,42	0,39
2011	1,53	4,45	3,98	2,34	2,68	1,32	3,51	1,38	1,29	1,84
2012	0,98	3,03	3,09	1,36	2,06	0,80	2,85	-0,27	1,24	1,11
2013	-0,16	2,71	2,38	0,48	1,31	-0,22	2,55	-1,21	0,33	0,32
2014	0,90	2,95	2,94	1,70	2,10	0,92	2,35	0,08	1,11	1,09
2015	1,39	3,74	2,71	1,76	2,34	1,45	3,25	0,50	1,36	1,59
2016	1,08	3,37	2,48	1,49	2,08	1,32	3,45	0,62	1,57	1,71
2017	1,27	3,49	3,03	2,43	2,53	1,39	3,46	0,51	1,68	1,73
2018	0,23	2,96	2,09	0,27	1,05	-0,57	3,04	-0,62	0,81	0,62
MED	1,08	3,98	2,68	1,79		0,54	2,74	0,05	1,14	
DEST	0,59	2,09	0,64	0,74		0,91	0,63	0,93	0,43	
MAX	1,95	9,75	3,98	3,21		1,67	3,51	1,81	1,68	
MIN	-0,16	2,71	1,40	0,27		-1,44	1,72	-1,84	0,33	







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

El **periodo vegetativo** (PV) medio (días con la temperatura media diaria ≥ 4 °C), calculado durante el periodo 2002-18, en **Punta Acuta** (2242 m) es de menos de 6 meses (177 días); la orientación más soleada es la Norte (191,5 días, 6,4 meses), mientras que la más sombría es la Norte (157,6 días, 5, meses), con una diferencia de PV entre ambas de 34 días.

El PV promedio de **Custodia** (2519 m) de 5 meses (152 días); la orientación en la que es más corto es la Norte (140 días, 4,6 meses), y más largo en el Sur (161 días, 5,4 meses), con una diferencia de PV entre ambas de 21 días.

El PV del **Tobacor** (2779 m) es de casi 4 meses (115 días); la ladera más fría es la Norte (107 días, 4,2 meses), mientras que la más cálida es la Sur (130 días, c. 5 meses), con una diferencia de PV entre ambas de 23 días.

Por último, el PV de la **Punta de las Olas** (3022 m) es de algo más de 3 meses (c. 98 días). La vertiente con el PV más corta es la Norte (86 días, 2,9 meses) y la que lo tiene más amplio es la Sur (114 días, 3,8 meses).

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

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 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			
FECHA	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
2017	174	*	205	210	151	184	175	175	103	149	129	124	100	134	95	118
2018	152	*	170	159	133	153	152	146	103	115	101	*	83	131	101	114
MED	157,6	191,5	179,6	181,1	140,3	161,3	151,3	155,3	106,9	129,9	114,1	115,3	86,2	113,8	96,0	101,3
DEST	14,74	20,76	16,09	22,0	16,1	19,1	18,4	16,8	10,1	14,5	13,6	14,2	22,5	16,7	11,4	13,3
MESES	5,25	6,38	5,99	6,04	4,68	5,38	5,05	5,18	3,56	4,33	3,80	3,84	2,87	3,79	3,20	3,38
MÁX	180	233	205	228	165	195	175	184	126	149	141	136	110	134	117	118
MÍN	134	168	159	154	114	127	116	126	90	111	91	84	27	76	73	76
MED. CIMA	177,38				151,88				114,77				98,41			
DEST	± 21,52				± 18,98				± 14,49				± 19,53			

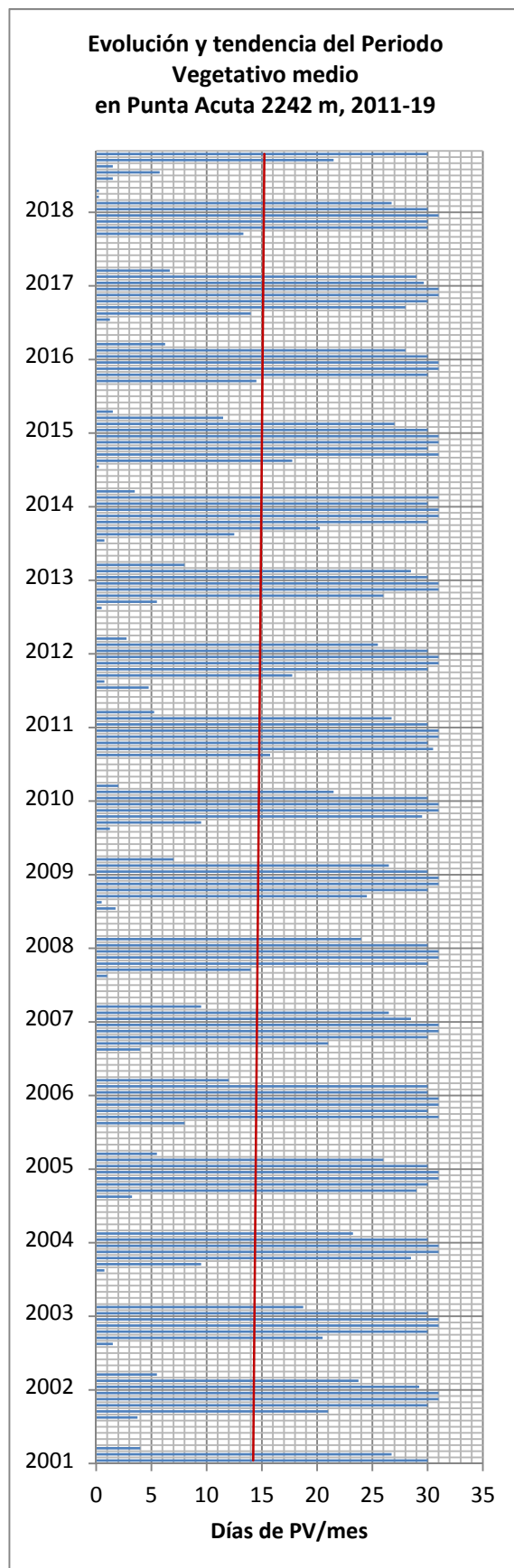
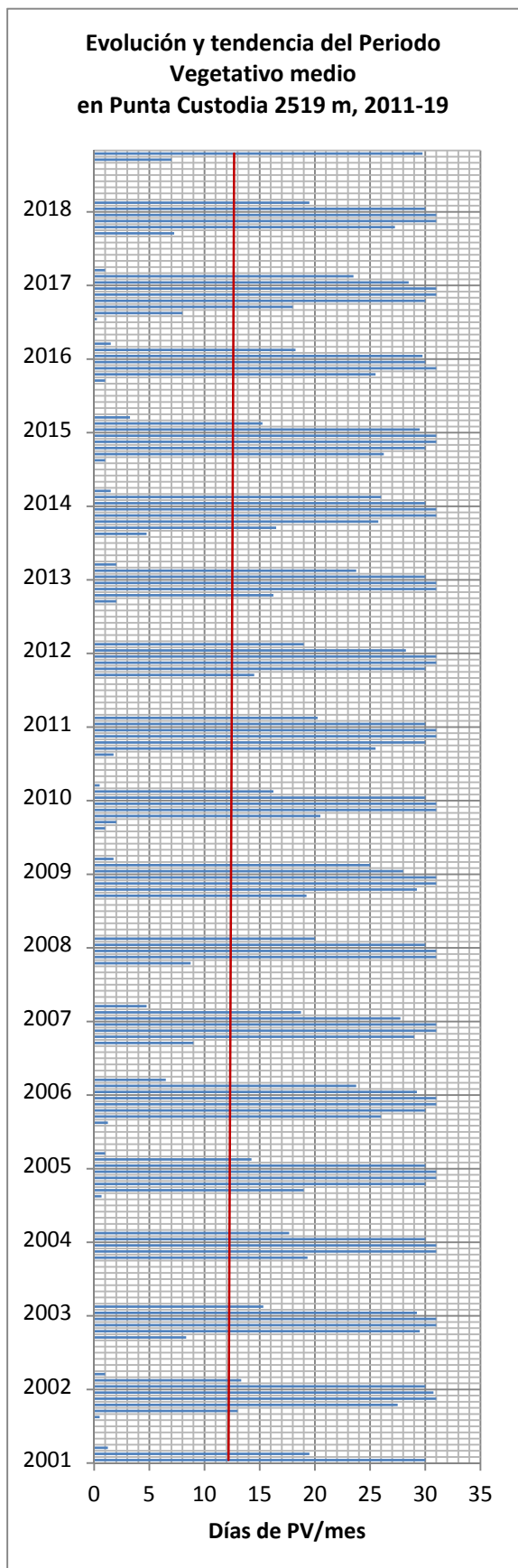
Tabla del periodo vegetativo (PV) anual en la ZP ES-CPY, contado en días, desglosado por cada una de las orientaciones en cada cima. Se incluye la media del periodo así como el PV máximo y mínimo. En cada orientación indicamos en rojo los valores de PV máximos y en azul los mínimos.

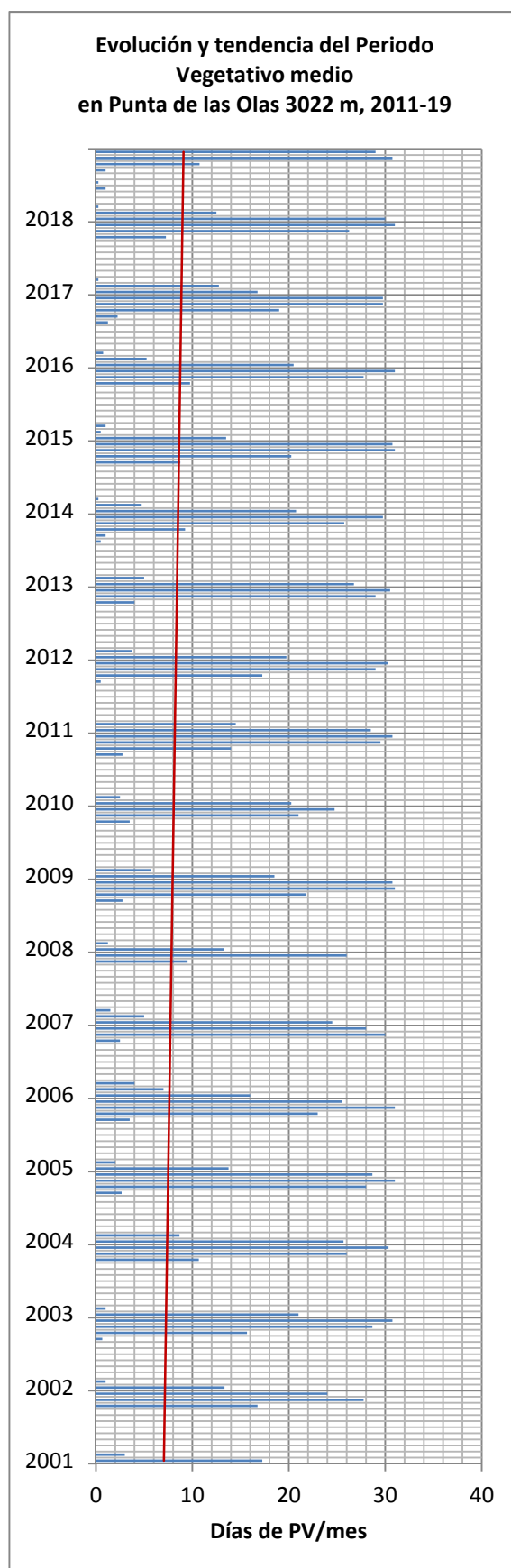
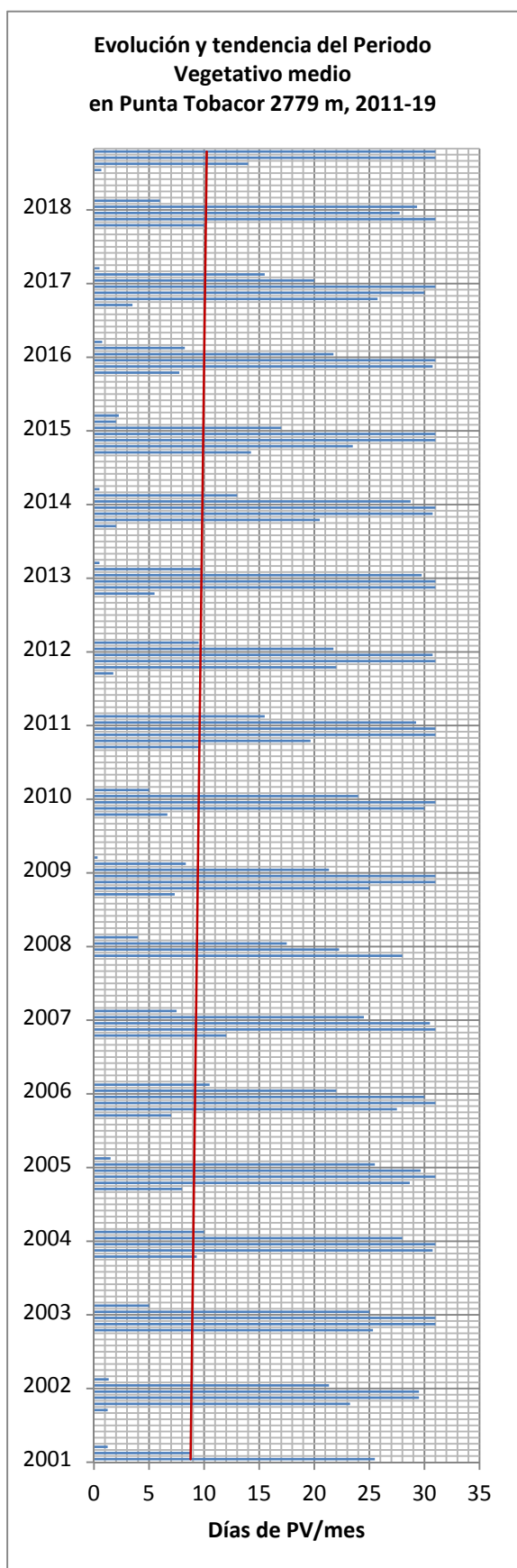
Los huecos de información de ACU-S en 2017-2018 se deben a que un jabalí removió toda la parcela y el termómetro desapareció. En verano de 2018 lo repusimos.

El hueco de TOB-W se debe a un error de programación del termómetro, de forma que sólo tomó datos cada 12 horas en vez de cada hora. En verano de 2019 lo solucionamos.

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	6,2	*	*	6,1	6,3	5,2	5,0	5,4	5,3	*	4,05	*	*	4,2	4,1	*	3,5	*	*	*
2006	6,75	*	*	6,7	6,8	6,0	5,5	6,5	5,7	6,1	4,25	*	*	4,0	4,5	3,7	3,3	4,0	*	*
2007	6,05	*	*	6,0	6,1	5,0	4,4	5,7	5,0	5,1	3,5	*	*	3,6	3,4	3,1	2,9	3,2	*	*
2008	5,4	*	*	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
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	3,7	3,3	4,5	3,2	3,9
2018	5,1	*	5,7	5,3	4,4	5,1	5,1	4,9	3,4	3,8	3,4	*	2,8	4,4	3,4	3,8	5,3	4,9	3,5	3,6
MED	5,7	5,3	5,8	6,0	6,0	5,1	4,7	5,4	4,9	5,1	3,8	3,6	4,2	3,9	3,8	3,4	3,0	3,8	3,2	3,4
DEST	0,7	0,5	1,9	0,6	0,8	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,4	0,3	0,8	0,5	0,5	0,5	1,0	0,6	0,4	0,4
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	4,0	5,3	4,9	3,9	3,9
MÍN	4,9	4,5	0,0	5,3	4,4	4,0	3,8	4,2	3,4	3,8	3,3	3,0	2,8	3,0	2,8	2,4	0,9	2,5	2,4	2,5
DIF	2,1	1,5	7,8	1,5	3,2	1,9	1,7	2,3	2,4	2,3	0,9	1,2	2,2	1,7	1,7	1,6	4,4	2,3	1,5	1,4
MED CIMA	5,8 ± 1,1					5,0 ± 0,7					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.





9.3. El PV y la T en la zona piloto ES-SPY (Pirineo silíceo)

En la siguiente tabla podemos comparar el PV promedio del periodo estudiado, 2012-18, en la ZP ES-SPY.

El PV de la cima inferior, **Tres Güegas** (2302 m) es de cinco meses (149,5 días). La orientación con PV más corto es la Norte, con una media de casi 120 días (4 meses), y má largo la Sur con 172 días (5,7 meses). La diferencia de PV entre ambas vertientes es de 52 días.

En el **Vértice de Anayet** (2555 m) el PV es de algo menor de cinco meses (145,9 días). Su orientación más fría también es la Norte (117 días, 3,9 meses), mientras que la más cálida es el Este (172 días, 5,7 meses), seguida de cerca por el Sur (173 días, 5,8 meses). La diferencia de PV entre ambas vertientes es de 55 días.

En **Bacías** (2731 m), el PV es de poco menos de cuatro meses (115,7 días). Su cara con periodo más corto es la W con 91 días (3 meses), que por su posición topográfica alberga más tiempo la nieve. El PV mayor está en su cara Sur, c. 139 días (4,6 meses). La diferencia de PV entre ambas vertientes es c. 24 días.

En **Robiñera** (2827 m), el PV es de poco más de tres meses (94 días). El PV más corto lo encontramos en su cara Este 71 días (2,4 meses), algo más protegida del viento que la Norte que es de 75 días. La orientación más propicia para la vegetación es la Sur con 119 días (4 meses) La diferencia de PV entre ambas vertientes es de 48 días.

Si miramos cual es el gradiente altitudinal del PV, en esta zona piloto (ES-SPY), en promedio el PV descende 10,6 días cada 100 m de altitud.

Tablas del periodo vegetativo (PV) anual en la ZP ES-SPY (2012-2018), 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).

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	157,5	131	188	183	136	159,5
2013	108	150	144	155	139,3	115	146	162	118	135,3
2014	135	171	170	179	163,8	137	161	182	132	153,0
2015	127	212	167	158	166,0	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
2018	112	154	152	152	130,5	108	146	147	121	104,5
MEDIA DÍAS	119,7	172,0	151,6	154,7	147,8	117,1	171,9	172,9	121,7	142,2
DESV. EST.	13,2	21,0	14,0	15,0	14,9	12,9	22,7	18,6	9,1	19,5
MEDIA MESES	4,0	5,7	5,1	5,2	5,0	3,9	5,7	5,8	4,1	4,9
MEDIA DÍAS CIMA	149,5 ± 24,5					145,9 ± 31,2				
MEDIA MESES CIMA	5,0					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	131,8	101	134	93	122	112,5
2013	108	129	125	92	113,5	91	118	90	98	99,2
2014	115	140	139	87	120,3	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
2018	92	116	117	93	91,5	73	120	64	109	91,5
MEDIA DÍAS	101,1	138,7	131,4	91,4	113,8	75,4	119,1	70,9	110,9	94,1
DESV. EST.	15,1	17,4	15,2	11,1	14,7	18,8	11,8	15,7	18,6	10,2
MEDIA MESES	3,4	4,6	4,4	3,0	3,9	2,5	4,0	2,4	3,7	3,1
MEDIA DÍAS CIMA	115,7 ± 24,6					94,1 ± 26,6				
MEDIA MESES CIMA	3,9					3,1				

Tabla del periodo vegetativo (días con la temperatura media diaria ≥ 4 °C) por mes, durante el periodo septiembre 2011-agosto 2019, 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	30,8	31	31	31	30	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	30,5	31	31	29	31
09/2018	29,8	29	30	30	30	29,5	29	30	30	29	24,3	18	30	30	19	30,0	30	30	30	30
10/2018	19,0	5	30	18	23	13,0	0	25	24	3	5,8	0	12	11	0	7,3	0	16	0	13

11/2018	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
12/2018	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
01/2019	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
02/2019	0,0	0	0	0	0	1,3	0	0	5	0	0,0	0	0	ND	0	0,0	0	0	0	0
03/2019	0,0	0	0	0	ND	2,0	0	5	3	0	0,0	0	0	ND	0	0,0	0	0	0	0
04/2019	0,0	0	0	0	ND	0,3	0	1	0	0	0,0	0	0	ND	0	0,0	0	0	0	0
05/2019	5,0	0	13	2	ND	4,8	0	12	7	0	0,0	0	0	ND	0	0,0	0	0	0	0
06/2019	25,0	19	30	26	ND	24,5	22	27	24	25	11,7	10	17	ND	8	10,5	3	20	0	19
07/2019	27,0	27	27	27	ND	28,0	28	28	28	28	30,3	30	31	ND	30	31,0	31	31	31	31
08/2019											31,0	31	31	ND	31	31,0	31	31	31	31
MESES	MED	N	S	E	W	MED	N	S	E	W	MED	N	S	E	W	MED	N	S	E	W
	Punta de las Tres Güegas (2302 m)					Vértice de Anayet (2555 m)					Bacías (2731 m)					Robiñera, Morrón de Sobresplucas (2827 m)				

Tablas de las temperaturas medias anuales, de 2012 a 2018, por orientaciones y en promedio de la cima.

T °C	Punta de las Tres Güegas (2302 m)					Vértice de Anayet (2555 m)				
AÑO	MED	N	S	E	W	MED	N	S	E	W
2012	4,37	3,23	6,06	4,16	4,03	3,58	1,42	6,07	5,42	1,41
2013	3,53	2,16	5,03	3,49	3,45	2,62	1,17	4,42	3,76	1,14
2014	4,17	3,01	5,11	3,99	4,58	3,11	1,57	4,86	4,67	1,36
2015	4,96	3,73	6,18	4,83	5,08	4,23	3,05	5,38	5,29	3,20
2016	4,93	3,86	6,02	4,95	4,90	4,22	2,38	6,34	6,20	1,97
2017	3,98	2,82	5,59	3,62	3,91	3,35	1,81	4,92	4,89	1,79
2018	4,69	3,62	5,94	4,43	4,78	3,93	2,40	5,21	5,56	2,53
PROMEDIO	4,38	3,20	5,70	4,21	4,39	3,58	1,97	5,31	5,11	1,91

T °C	Bacías (2731 m)					Robiñera, Morrón de Sobresplucas (2827 m)				
AÑO	MED	N	S	E	W	MED	N	S	E	W
2012	2,52	0,80	4,71	4,66	-0,08	1,53	0,77	2,31	0,19	2,85
2013	1,82	0,11	3,94	3,73	-0,48	0,90	-0,09	1,37	-0,27	2,59
2014	1,98	0,62	3,87	3,53	-0,11	1,10	0,44	1,15	0,07	2,76
2015	3,07	1,76	4,97	4,30	1,24	2,92	2,92	3,28	1,95	3,52
2016	3,12	1,63	4,96	4,63	1,25	2,46	1,96	2,84	1,53	3,50
2017	2,30	0,62	4,35	3,98	0,25	1,71	0,73	2,49	0,45	3,18
2018	2,37	0,45	4,72	4,21	0,10	1,32	0,39	2,23	-0,97	3,61
PROMEDIO	2,45	0,86	4,50	4,15	0,31	1,71	1,02	2,24	0,42	3,14

Tablas de las temperaturas medias mensuales, durante el periodo septiembre 2011-agosto 2019, por orientaciones y en promedio de la cima.

Temp. °C	Punta de las Tres Güegas (2302 m)					Vértice de Anayet (2555 m)				
MES	MED	N	S	E	W	MED	N	S	E	W
09/2011	11,87	11,26	12,86	12,06	11,30	11,50	10,18	11,99	11,34	10,63
10/2011	9,17	5,68	11,98	8,90	10,10	9,19	4,68	14,40	13,27	4,53
11/2011	3,76	2,28	5,61	3,34	3,84	3,19	0,31	4,70	4,32	0,58
12/2011	-0,22	-1,29	1,82	-1,51	0,09	0,73	0,05	4,05	3,98	-0,38
01/2012	-0,28	-0,90	0,99	-0,97	-0,25	-0,42	-0,77	0,09	-0,10	-1,54

02/2012	-1,94	-1,83	0,38	-3,86	-2,43	-2,42	-4,00	-0,30	-1,65	-6,14
03/2012	-0,54	-1,50	-0,06	-0,43	-0,18	-0,29	-5,96	5,14	5,15	-4,23
04/2012	1,99	-0,18	6,62	-0,15	1,68	2,66	-3,20	9,65	8,99	-1,48
05/2012	0,08	-0,04	0,59	-0,15	-0,08	-0,10	-0,56	0,01	-0,14	-0,59
06/2012	13,92	14,33	13,48	15,82	12,06	13,34	9,77	15,07	14,05	11,56
07/2012	12,03	11,61	13,40	14,04	9,07	11,96	10,69	13,64	12,53	10,65
08/2012	17,69	18,09	17,16	19,17	16,33	16,92	14,50	17,22	16,38	15,69
09/2012	8,51	5,67	12,13	8,00	8,25	7,38	3,61	9,05	8,33	2,90
10/2012	7,14	3,92	9,84	6,82	7,98	6,69	2,80	9,43	9,33	2,92
11/2012	0,35	-1,10	2,49	-0,87	0,90	0,19	-1,36	1,36	1,35	-1,41
12/2012	-1,67	-5,14	0,84	-2,18	-0,22	-2,71	-4,81	-1,47	-2,87	-6,88
01/2013	-0,46	-0,90	0,89	-1,10	-0,73	-0,95	-2,28	-0,01	-0,85	-3,14
02/2013	-0,07	-0,51	0,73	-0,17	-0,34	-0,33	-1,35	-0,01	-0,19	-1,09
03/2013	-1,53	-0,36	0,58	-3,96	-2,37	-3,17	-6,83	-1,86	-3,82	-8,39
04/2013	-0,19	-0,20	0,52	-0,84	-0,25	-0,72	-2,44	-0,25	-0,24	-2,59
05/2013	-0,00	-0,03	0,33	-0,25	-0,08	-0,01	-0,28	-0,02	0,31	-0,10
06/2013	0,15	-0,00	0,46	0,06	0,09	0,15	-0,11	0,28	0,46	-0,05
07/2013	9,71	0,03	12,72	14,82	11,27	10,51	8,69	13,54	12,29	11,48
08/2013	16,71	16,32	15,61	18,55	16,36	16,13	13,84	17,19	16,20	14,35
09/2013	13,17	11,48	15,32	13,97	11,91	12,88	8,32	16,86	15,83	9,06
10/2013	9,09	8,28	10,61	8,70	8,79	8,32	6,52	8,47	8,30	6,15
11/2013	2,21	-0,53	5,22	1,76	2,38	2,32	-0,14	5,43	4,73	-0,19
12/2013	-2,18	-4,36	1,50	-4,65	-1,24	-3,31	-5,53	-2,25	-4,05	-7,08
01/2014	-0,67	-1,13	0,94	-1,50	-0,98	-1,14	-3,19	0,04	-0,15	-3,61
02/2014	-0,32	-0,56	0,71	-0,89	-0,56	-1,12	-4,13	0,40	-0,26	-4,46
03/2014	-0,59	-0,33	0,58	-0,70	-1,92	-1,55	-4,68	0,35	-0,79	-5,91
04/2014	-0,27	-0,16	0,40	-0,97	-0,37	-0,68	-2,54	0,22	-0,11	-2,35
05/2014	1,11	-0,03	0,56	-0,16	4,08	0,92	-0,09	0,16	2,65	-0,04
06/2014	3,00	-0,03	0,95	4,02	7,05	2,66	-0,02	4,37	4,03	0,55
07/2014	9,43	9,02	9,84	10,41	8,46	8,56	7,63	7,69	7,75	6,86
08/2014	13,43	12,78	14,03	14,68	12,24	12,82	10,31	13,62	13,42	10,86
09/2014	15,20	13,33	16,16	15,68	15,62	14,21	10,41	16,17	15,39	9,97
10/2014	8,64	6,55	10,50	8,75	8,77	7,77	5,27	8,33	8,97	4,13
11/2014	6,22	1,87	9,56	5,66	7,79	6,52	1,69	12,60	11,80	1,50
12/2014	0,87	0,71	1,60	0,49	0,69	0,65	0,07	0,63	0,70	0,10
01/2015	-1,81	-2,94	0,64	-3,64	-1,30	-1,49	-0,33	-1,39	-2,76	0,10
02/2015	-2,24	-3,03	0,66	-5,28	-1,30	-1,80	-1,63	-0,98	-1,65	-0,71
03/2015	-1,17	-2,21	0,48	-1,93	-1,02	-1,38	-2,66	-0,63	-1,64	-1,68
04/2015	-0,01	-0,42	0,47	-0,07	-0,01	-0,06	-0,53	-0,02	0,98	-0,92
05/2015	2,64	-0,03	1,49	5,12	3,96	2,05	-0,19	2,17	2,83	0,42
06/2015	11,58	11,57	11,56	12,95	10,25	10,59	7,94	10,40	9,96	9,09
07/2015	18,15	19,21	16,35	20,35	16,68	17,49	16,37	17,25	17,19	15,88
08/2015	12,98	12,66	14,00	12,94	12,32	11,94	11,06	10,66	11,29	9,52
09/2015	12,63	11,50	14,06	12,58	12,39	12,07	9,94	13,27	12,82	9,44
10/2015	6,84	4,32	9,96	6,81	6,27	6,31	2,82	8,48	8,50	2,82
11/2015	5,05	2,86	6,74	4,07	6,53	4,82	0,91	7,97	7,91	1,38
12/2015	-0,03	-3,42	2,72	-0,65	1,23	-0,08	-2,52	1,70	1,79	-1,53
01/2016	-0,17	-1,54	1,23	-0,46	0,07	-0,22	-1,52	1,11	1,49	-2,15
02/2016	-0,06	-0,37	0,96	-0,62	-0,20	-0,29	-1,56	0,48	0,30	-1,57
03/2016	-0,75	-0,50	0,75	-2,90	-0,35	-1,92	-6,19	0,13	0,07	-7,52

04/2016	-0,14	-0,20	0,63	-0,81	-0,18	-0,63	-2,51	0,11	0,04	-2,59
05/2016	0,00	-0,08	0,46	-0,26	-0,12	-0,61	-1,79	0,29	0,20	-4,20
06/2016	3,68	-0,02	4,73	4,88	5,12	2,94	0,57	3,77	2,99	0,69
07/2016	14,80	15,58	13,52	16,68	13,42	14,19	12,85	13,85	13,88	13,12
08/2016	16,20	15,51	16,56	18,20	14,53	15,49	13,15	16,22	16,74	12,32
09/2016	16,19	14,65	17,50	16,85	15,78	15,47	12,23	17,18	17,11	11,77
10/2016	8,70	6,68	11,08	8,33	8,72	8,43	5,54	10,70	10,65	5,42
11/2016	4,69	0,61	8,60	3,80	5,76	5,33	0,46	11,97	11,59	0,53
12/2016	0,87	0,26	1,90	0,44	0,87	0,70	-0,10	1,09	1,06	-0,09
01/2017	0,12	-0,36	0,33	0,17	0,33	1,15	-0,17	5,55	4,51	-0,11
02/2017	-0,66	-1,23	0,17	-1,33	-0,23	-0,79	-1,78	-0,55	-0,64	-0,88
03/2017	-0,39	-1,28	0,33	-0,52	-0,09	-0,39	-1,30	0,33	0,76	-1,34
04/2017	0,06	-0,49	1,00	-0,23	-0,05	0,33	-0,30	1,83	1,60	-0,44
05/2017	0,82	-0,03	2,51	-0,09	0,90	0,79	-0,10	1,47	1,68	-0,05
06/2017	10,16	9,50	10,86	11,69	8,60	8,89	5,58	7,90	8,99	6,75
07/2017	6,01	4,15	9,02	5,52	5,35	5,02	3,24	4,79	4,20	2,87
08/2017	15,18	14,98	15,28	16,66	13,78	14,99	14,57	15,16	15,42	13,89
09/2017	9,74	8,10	12,53	9,17	9,16	9,11	7,77	8,74	9,46	7,36
10/2017	7,99	6,19	10,04	8,51	7,23	7,47	4,84	9,23	8,65	4,53
11/2017	3,98	0,04	8,21	1,80	5,89	4,37	0,30	9,35	9,36	0,38
12/2017	-1,21	-2,36	1,32	-4,09	0,30	-1,94	-5,69	0,23	-0,32	-5,67
01/2018	-0,01	-0,58	1,11	-0,18	-0,37	-0,86	-3,49	-0,06	-0,05	-4,08
02/2018	-0,06	-0,41	0,88	-0,51	-0,20	-0,58	-3,83	0,30	0,33	-1,74
03/2018	-0,46	-1,30	0,69	-1,02	-0,21	-1,22	-5,74	0,42	0,03	-3,37
04/2018	-0,06	-0,25	0,54	-0,41	-0,12	-0,44	-2,37	0,36	0,14	-1,82
05/2018	0,02	-0,06	0,39	-0,16	-0,10	0,02	-0,18	0,13	0,29	-0,14
06/2018	5,26	-0,03	5,98	6,35	8,76	5,30	5,33	5,20	5,17	5,67
07/2018	13,57	14,51	14,43	12,77	12,55	13,57	13,49	13,74	13,76	13,29
08/2018	17,76	18,67	17,03	19,86	15,49	16,87	15,41	16,45	17,01	14,11
09/2018	14,48	12,56	16,95	14,37	14,03	13,83	10,92	15,41	15,60	10,19
10/2018	8,31	3,41	12,80	7,79	9,24	8,74	4,78	13,52	14,28	4,49
11/2018	1,58	-0,14	3,69	0,55	2,22	1,22	-0,11	1,53	1,78	-0,11
12/2018	0,76	0,44	1,61	0,47	0,52	0,32	-0,26	-0,14	0,25	-0,78
01/2019	-0,13	0,30	1,16	-2,30	0,31	-0,18	-2,74	0,89	3,67	-2,75
02/2019	-1,11	-1,23	-0,06	-3,03	-0,10	-2,21	-5,00	-0,95	-2,45	-5,96
03/2019	-0,69	-0,60	0,08	-1,54	*	0,33	-3,80	4,01	8,03	-2,86
04/2019	0,73	-0,30	2,27	0,22	*	1,33	-1,71	5,27	5,67	-1,50
05/2019	0,79	-0,03	2,53	-0,13	*	1,49	-0,09	4,78	4,10	-0,05
06/2019	7,74	-0,03	10,93	12,33	*	6,87	5,33	7,20	7,16	4,33
07/2019	18,93	20,00	16,05	20,73	*	17,91	16,64	17,24	18,40	15,27
MES		N	S	E	W		N	S	E	W
Temp. °C	Punta de las Tres Güegas (2302 m)					Vértice de Anayet (2555 m)				

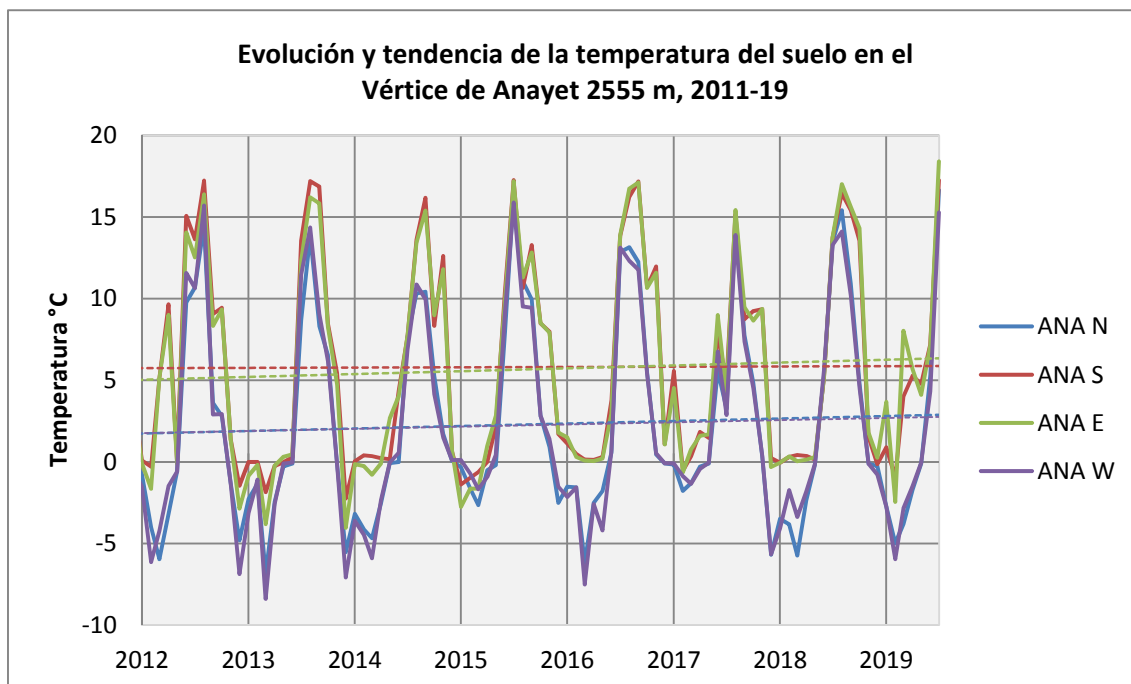
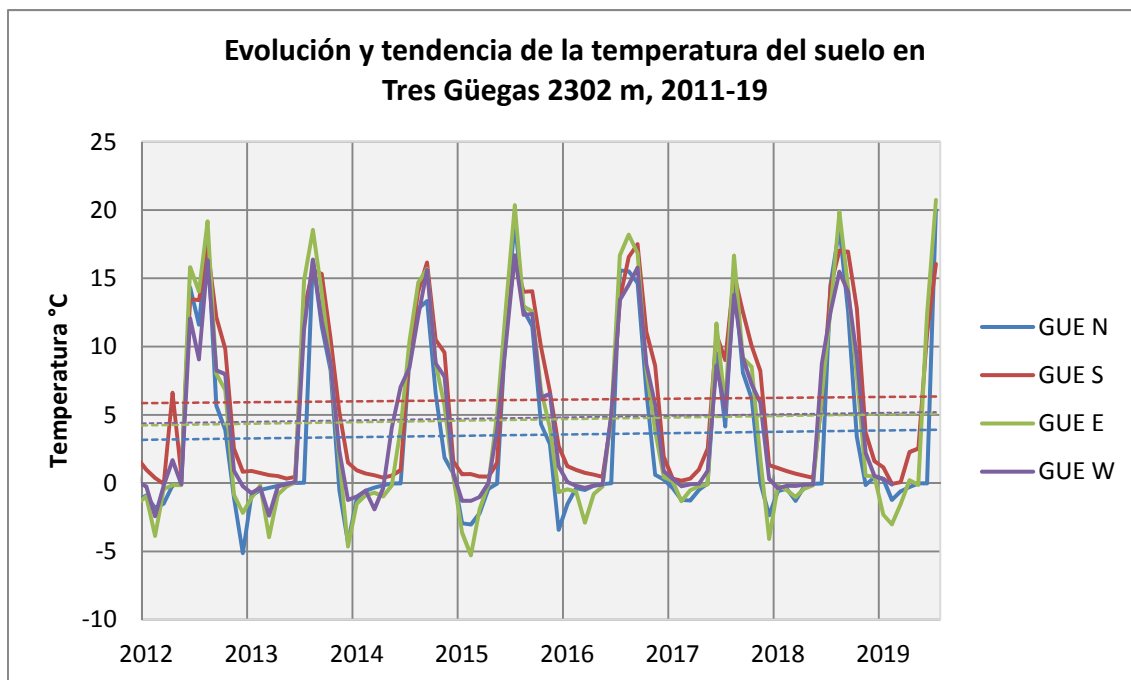
Temp. °C	Bacías (2731 m)						Robiñera, Morrón de Sobresplucas (2827 m)			
MES	MED	N	S	E	W	MED	N	S	E	W
09/2011	11,10	9,42	11,63	10,84	8,51	10,99	*	*	*	*
10/2011	8,61	3,87	11,13	10,68	3,03	8,14	3,93	8,62	3,41	9,54
11/2011	2,52	-0,03	1,97	1,50	-0,13	2,14	0,26	1,32	0,30	0,97
12/2011	0,55	0,05	0,62	-0,41	0,11	0,52	0,17	0,85	0,26	0,41

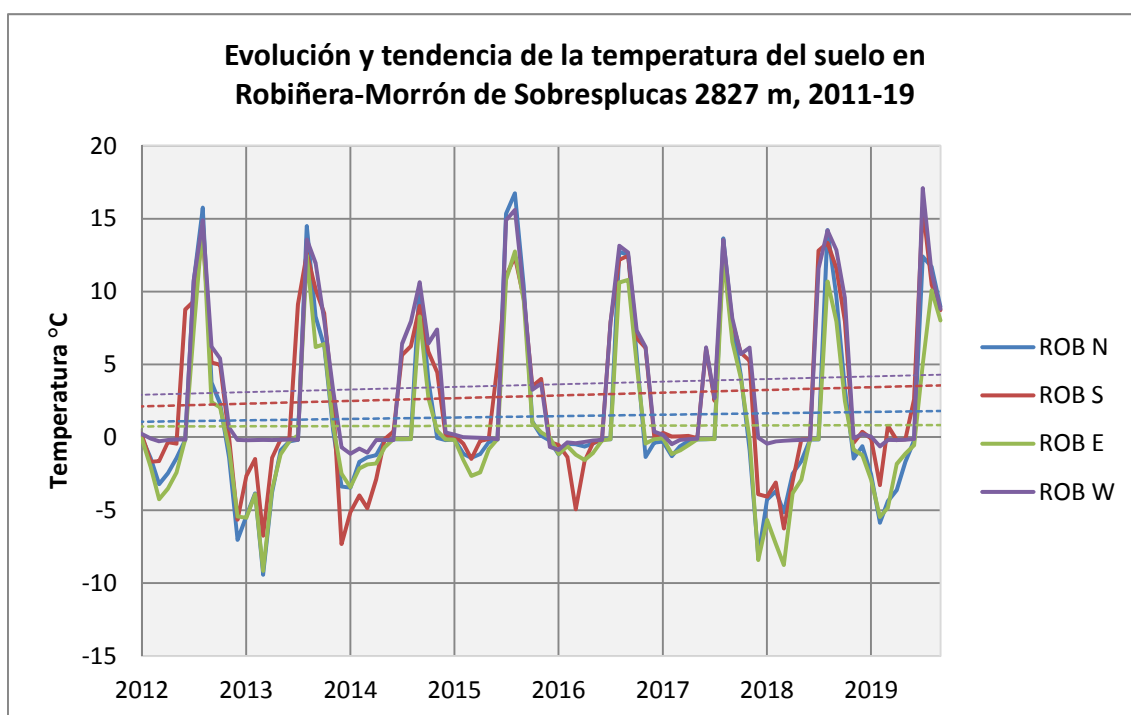
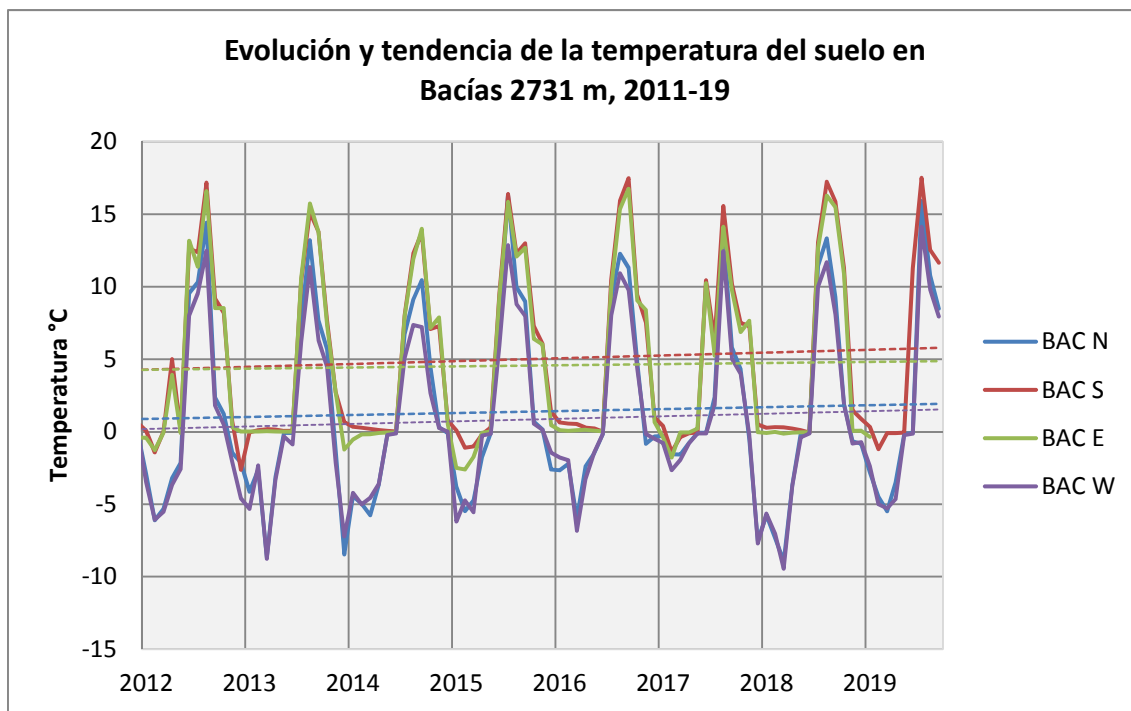
01/2012	-0,78	-2,92	0,06	-0,42	-3,49	-0,60	-0,02	0,13	-0,11	0,23
02/2012	-2,79	-6,11	-1,43	-1,27	-6,07	-2,48	-1,43	-1,67	-2,04	-0,08
03/2012	-0,99	-5,33	-0,02	-0,07	-5,53	-1,27	-3,20	-1,63	-4,24	-0,26
04/2012	2,04	-3,21	4,99	3,91	-3,67	1,27	-2,46	-0,33	-3,52	-0,18
05/2012	-0,41	-2,15	0,01	-0,11	-2,56	-0,56	-1,42	-0,43	-2,41	-0,14
06/2012	12,63	9,56	12,65	13,17	8,03	10,41	-0,14	8,78	-0,09	-0,16
07/2012	11,66	10,31	12,37	11,39	9,55	11,22	10,71	9,34	7,40	10,79
08/2012	16,42	14,42	17,17	16,59	12,48	16,09	15,75	14,04	14,73	14,89
09/2012	6,83	2,35	9,16	8,52	1,79	6,32	3,75	5,13	2,41	6,22
10/2012	6,09	1,22	8,22	8,52	0,48	5,59	2,32	4,99	2,06	5,41
11/2012	-0,04	-1,43	0,73	0,31	-2,09	-0,11	-1,38	0,03	-0,77	0,68
12/2012	-2,60	-2,13	-2,63	0,01	-4,60	-3,02	-7,03	-5,64	-5,43	-0,18
01/2013	-1,36	-4,14	-0,04	0,01	-5,32	-1,80	-5,41	-2,65	-5,51	-0,20
02/2013	-0,59	-2,65	0,10	0,01	-2,33	-0,96	-3,85	-1,49	-3,90	-0,19
03/2013	-3,50	-8,68	0,17	0,03	-8,76	-4,10	-9,43	-6,74	-9,16	-0,18
04/2013	-0,96	-3,11	0,14	0,01	-3,32	-1,23	-3,79	-1,40	-3,57	-0,19
05/2013	-0,03	-0,09	0,05	0,00	-0,32	-0,15	-0,90	-0,14	-1,17	-0,17
06/2013	0,04	-0,10	0,06	-0,01	-0,88	-0,01	-0,27	-0,14	-0,26	-0,15
07/2013	10,00	7,72	10,39	10,57	6,20	8,36	-0,17	9,13	0,14	-0,17
08/2013	15,48	13,20	15,12	15,74	11,34	15,02	14,49	12,62	12,48	13,57
09/2013	12,17	7,65	13,79	13,76	6,31	11,53	8,26	10,15	6,21	11,94
10/2013	7,75	5,71	7,71	7,37	4,49	7,65	6,22	8,49	6,40	7,98
11/2013	1,80	-1,23	2,73	2,74	-2,16	1,79	0,47	2,45	0,83	3,28
12/2013	-3,53	-8,47	0,66	-1,22	-7,22	-3,52	-3,37	-7,32	-2,50	-0,68
01/2014	-1,45	-4,45	0,34	-0,54	-4,22	-1,83	-3,45	-5,13	-3,42	-1,12
02/2014	-1,51	-4,97	0,27	-0,19	-5,01	-1,64	-1,68	-3,99	-2,13	-0,77
03/2014	-1,85	-5,77	0,20	-0,18	-4,56	-1,94	-1,36	-4,86	-1,86	-1,04
04/2014	-1,01	-3,67	0,12	-0,09	-3,62	-1,11	-1,23	-2,87	-1,79	-0,19
05/2014	0,62	-0,20	0,07	-0,06	-0,22	0,43	-0,19	-0,12	-0,68	-0,19
06/2014	1,88	-0,08	0,02	-0,06	-0,12	1,48	-0,14	0,39	-0,12	-0,19
07/2014	8,11	6,74	8,07	7,97	5,09	7,02	-0,13	5,65	-0,11	6,42
08/2014	12,06	9,12	12,27	11,90	7,36	10,26	-0,13	6,26	-0,11	7,94
09/2014	13,39	10,45	13,72	14,00	7,22	12,59	10,44	9,02	8,29	10,64
10/2014	7,08	4,51	7,09	7,17	2,66	6,59	3,98	5,89	2,72	6,44
11/2014	5,78	0,32	7,28	7,88	0,25	5,21	-0,03	4,49	0,46	7,40
12/2014	0,55	-0,10	0,79	0,53	-0,00	0,44	-0,18	0,10	-0,15	0,33
01/2015	-1,95	-3,80	0,10	-2,49	-6,19	-1,54	-0,16	0,14	-0,18	0,18
02/2015	-2,28	-5,48	-1,10	-2,61	-4,74	-1,96	-1,13	-0,45	-1,56	0,01
03/2015	-1,92	-4,75	-1,02	-1,74	-5,56	-1,81	-1,41	-1,48	-2,64	-0,02
04/2015	-0,20	-1,72	-0,18	-0,07	-0,27	-0,36	-1,14	-0,25	-2,40	-0,03
05/2015	1,47	-0,08	0,29	0,02	-0,14	1,09	-0,33	-0,12	-0,83	-0,06
06/2015	9,88	7,80	9,46	9,23	5,93	8,05	-0,13	5,07	-0,12	-0,13
07/2015	16,88	16,35	16,40	15,86	12,86	16,08	15,35	11,10	10,84	14,90
08/2015	11,61	9,96	12,29	12,09	8,80	12,19	16,74	12,37	12,74	15,60
09/2015	11,67	8,97	13,00	12,68	7,98	11,27	10,40	9,57	9,36	9,87
10/2015	5,58	0,71	7,29	6,40	0,55	4,87	1,08	3,51	0,99	3,27
11/2015	4,33	0,16	6,07	6,01	0,13	3,85	0,11	4,01	0,33	3,69
12/2015	-0,22	-2,61	1,36	0,45	-1,45	-0,23	-0,22	-0,32	0,00	-0,65
01/2016	-0,42	-2,67	0,64	0,10	-1,78	-0,53	-1,16	-0,53	-1,14	-0,86
02/2016	-0,46	-2,22	0,56	0,06	-1,97	-0,51	-0,46	-1,35	-0,61	-0,34

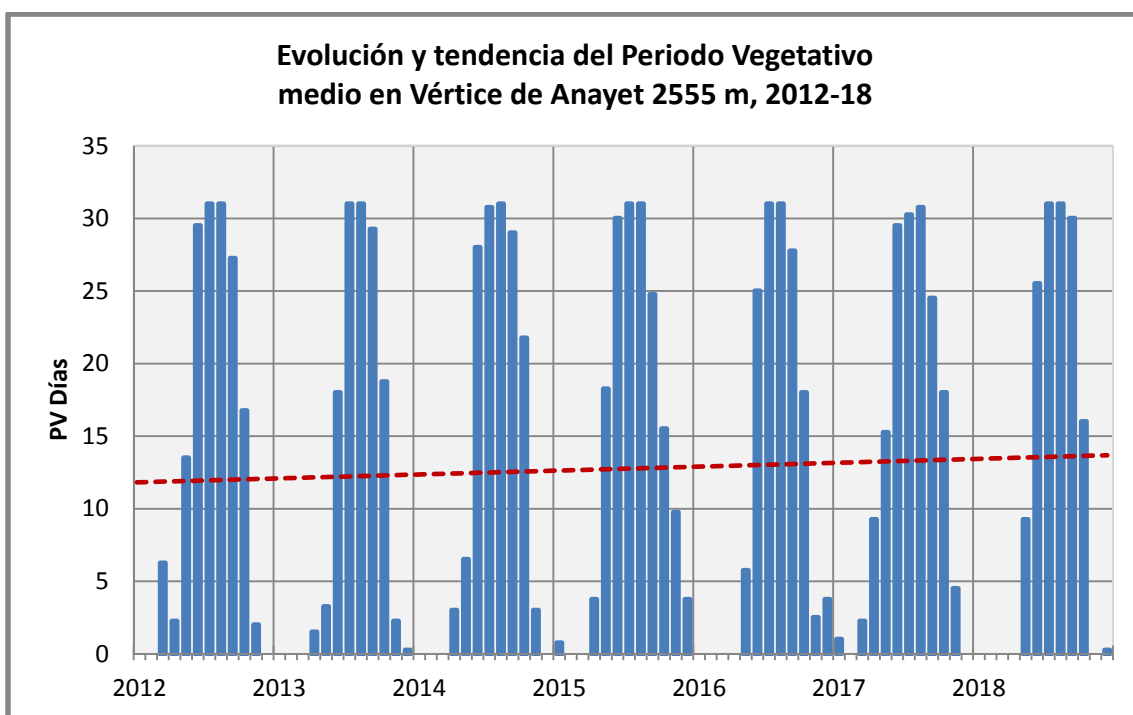
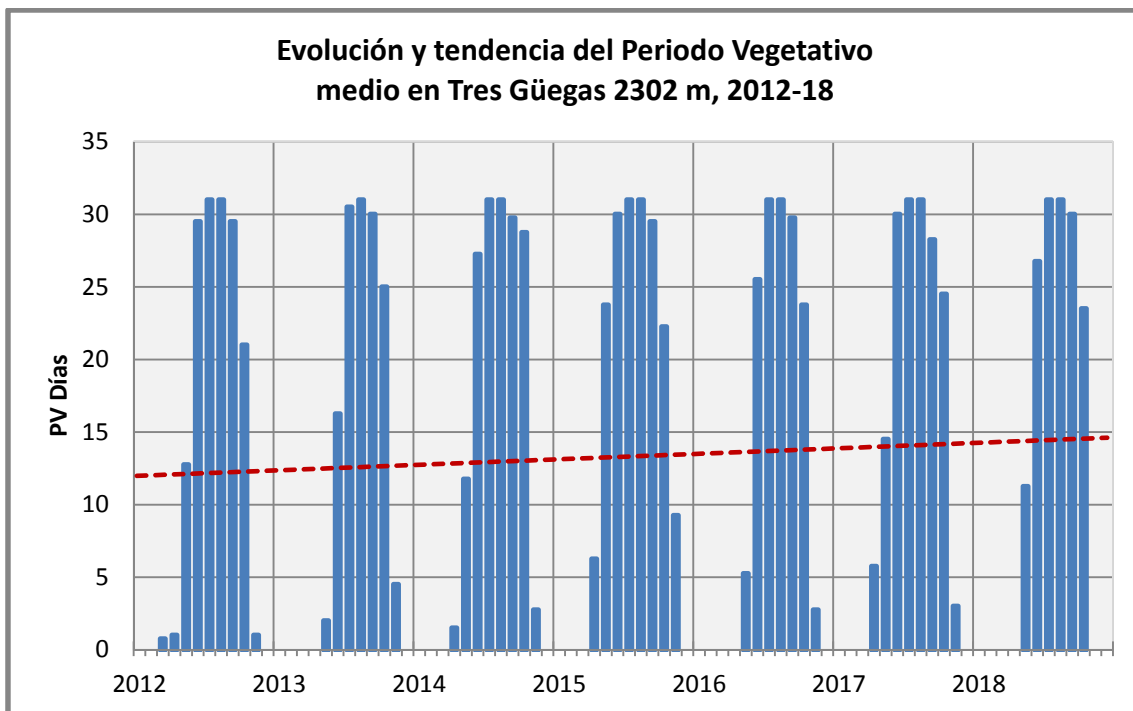
03/2016	-2,24	-5,97	0,53	0,10	-6,83	-2,14	-0,48	-4,94	-1,19	-0,40
04/2016	-0,82	-2,39	0,28	0,13	-3,25	-0,87	-0,63	-1,63	-1,55	-0,31
05/2016	-0,62	-1,50	0,22	0,07	-1,44	-0,60	-0,42	-0,38	-1,06	-0,21
06/2016	2,08	-0,17	0,00	0,02	-0,15	1,60	-0,14	-0,13	-0,21	-0,18
07/2016	12,82	9,12	10,48	9,93	8,03	10,94	-0,13	7,92	-0,12	7,89
08/2016	14,96	12,28	15,92	15,35	10,93	14,37	12,73	12,19	10,63	13,14
09/2016	15,01	11,30	17,48	16,76	9,78	14,40	12,52	12,47	10,80	12,68
10/2016	7,99	4,83	9,43	9,05	4,34	7,61	5,61	6,79	4,93	7,33
11/2016	4,88	-0,83	7,55	8,40	-0,16	4,41	-1,34	6,13	-0,42	6,20
12/2016	0,56	-0,34	0,98	0,68	-0,49	0,44	-0,37	0,04	-0,12	0,40
01/2017	0,75	-0,30	0,39	-0,39	-0,78	0,60	-0,29	0,30	-0,07	0,17
02/2017	-1,09	-1,56	-1,40	-1,78	-2,66	-1,01	-1,28	0,05	-1,14	-0,46
03/2017	-0,56	-1,58	-0,38	-0,06	-1,95	-0,53	-0,63	0,06	-0,90	-0,18
04/2017	0,11	-0,78	-0,11	-0,06	-0,81	0,04	-0,25	0,09	-0,52	-0,13
05/2017	0,56	-0,08	-0,05	0,22	-0,13	0,42	-0,15	-0,05	-0,14	-0,10
06/2017	7,82	-0,08	10,45	10,24	-0,12	6,80	-0,13	6,10	-0,13	6,17
07/2017	4,72	2,41	6,31	5,24	1,88	3,98	-0,10	2,51	-0,13	2,68
08/2017	14,70	13,76	15,57	14,13	12,45	14,34	13,65	12,29	12,44	13,55
09/2017	8,70	5,78	10,20	9,73	5,02	8,48	7,82	7,92	6,55	8,19
10/2017	6,95	4,29	7,49	6,88	3,99	6,54	4,28	5,81	4,07	5,72
11/2017	4,14	-0,53	7,31	7,64	-0,21	3,81	-0,90	5,26	-0,11	6,16
12/2017	-2,44	-7,53	0,49	-0,03	-7,71	-3,01	-8,20	-3,90	-8,41	-0,02
01/2018	-1,41	-5,75	0,27	-0,09	-5,66	-1,88	-4,26	-4,07	-5,67	-0,44
02/2018	-1,42	-7,32	0,32	-0,02	-7,03	-1,88	-3,69	-3,10	-7,31	-0,28
03/2018	-2,17	-8,94	0,30	-0,13	-9,45	-2,79	-5,15	-6,25	-8,76	-0,24
04/2018	-0,83	-3,66	0,22	-0,07	-3,72	-1,16	-2,48	-3,02	-3,83	-0,20
05/2018	-0,02	-0,08	0,11	-0,04	-0,39	-0,27	-1,64	-0,15	-2,92	-0,18
06/2018	3,76	-0,08	-0,05	-0,05	-0,13	2,94	-0,16	-0,13	-0,13	-0,15
07/2018	13,06	11,47	13,05	12,68	10,02	11,59	-0,15	12,82	-0,12	11,61
08/2018	16,23	13,33	17,24	16,28	11,69	15,57	14,22	13,34	10,69	14,19
09/2018	13,36	9,28	15,87	15,49	8,08	12,76	9,65	11,60	7,96	12,85
10/2018	8,09	1,89	11,28	10,84	1,85	7,62	3,39	7,97	2,49	9,58
11/2018	0,87	-0,67	1,47	0,06	-0,82	0,55	-1,45	-0,36	-0,85	-0,06
12/2018	0,18	-0,83	0,88	0,07	-0,72	0,08	-0,61	0,38	-1,21	0,23
01/2019	-0,50	-2,78	0,34	-0,35	-2,37	-0,68	-2,55	-0,08	-2,90	0,06
02/2019	-2,52	-4,51	-1,20	*	-5,00	-2,81	-5,85	-3,27	-5,46	-0,62
03/2019	-0,66	-5,49	-0,10	*	-5,29	-1,01	-4,37	0,79	-4,82	-0,18
04/2019	0,31	-3,52	-0,10	*	-4,65	-0,11	-3,61	-0,19	-1,83	-0,18
05/2019	1,08	-0,16	-0,06	*	-0,23	0,64	-1,68	-0,13	-1,12	-0,16
06/2019	6,08	-0,08	11,28	*	-0,13	4,75	-0,20	2,65	-0,53	-0,12
07/2019	17,39	15,90	17,51	*	14,13	16,26	12,40	15,76	5,05	17,09
08/2019	11,05	10,80	12,54	*	9,81	10,97	11,71	10,50	10,09	11,28
09/2019	9,37	8,49	11,66	*	7,94	9,00	8,97	8,74	8,03	8,83
MES	MED	N	S	E	W	MED	N	S	E	W
Temp. °C	Bacías (2731 m)					Robiñera, Morrón de Sobresplucas (2827 m)				

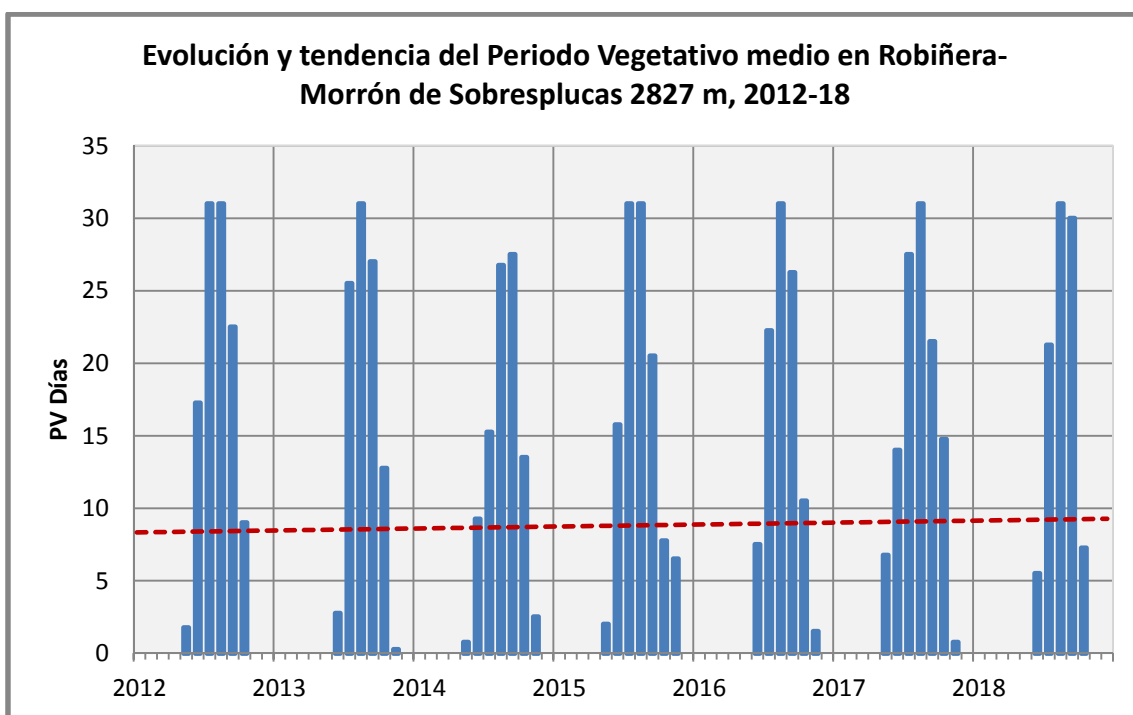
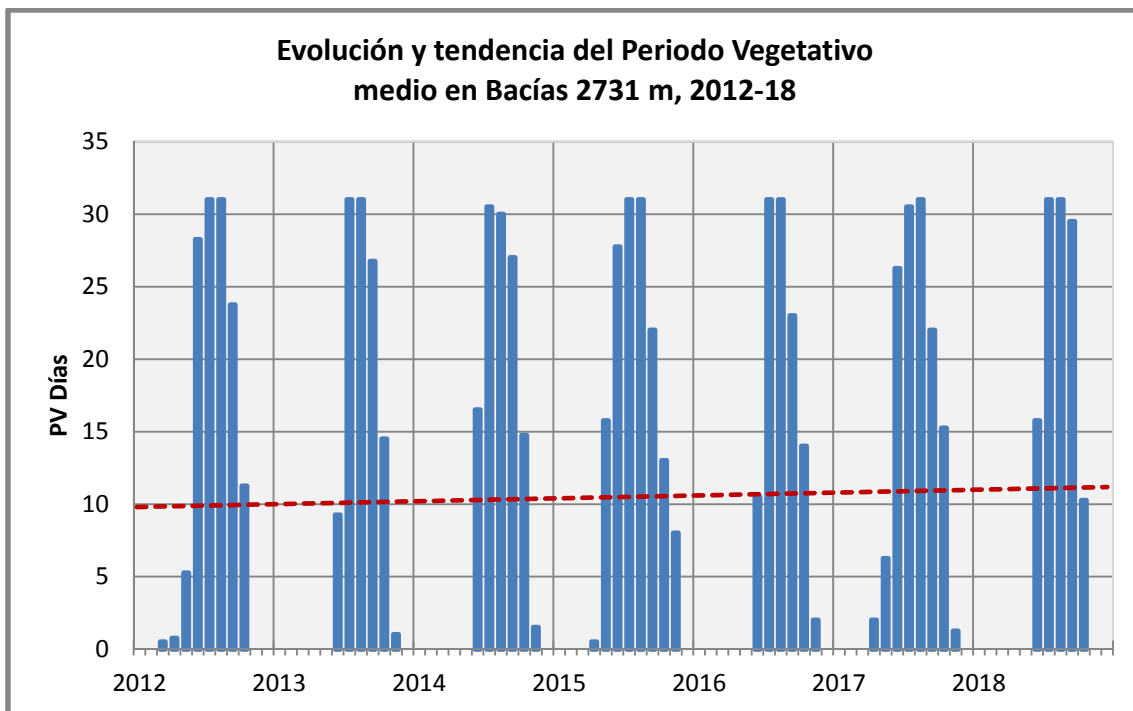
Al observar las gráficas de tendencia de las temperaturas de las cuatro cimas, en general se observa una tendencia lenta pero sostenida hacia un aumento de la temperatura, salvo en algunas orientaciones de ANA y BAC. Sin embargo, cuando estos datos los trasladamos al

periodo vegetativo (PV, temperatura media diaria ≥ 4 °C), se ve más claramente la tendencia ascendente en las cuatro cimas, a pesar de la variación interanual que podemos ver en las tablas.









10. Proyección de GLORIA

10.1. 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 Phytodiversity 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, como en el caso de GLORIA, 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.

10.2. Nuevas zonas piloto pirenaicas

El proyecto GLORIA ha sido adoptado por el Observatorio Pirenaico para el Cambio Climático (OPCC) de la C de Trabajo de los Pirineos (CTP), en su fase 2, tras nuestra presentación en los coloquios de la OPCC de Toulouse (2013) y Andorra (2015). A raíz de nuestra asesoría, han establecido dos zonas piloto en el Pirineo francés:

- FR-PHT: Pirineo Central Norte (Hautes Pyrénées - Gavarnie)
- FR-POR: Pirineo Oriental Norte (Pyrénées Orientales - Vallée d'Eyne)

Esto significa un impulso para nuestro proyecto a escala pirenaica, que sin duda complementa nuestras dos zonas piloto aragonesas en la cordillera.

10.3. Repercusión internacional

Además de la repercusión que tiene en los trabajos científicos internacionales, los datos del proyecto GLORIA están siendo usados por el **Servicio Geológico de los Estados Unidos** (*USGS's National Climate Adaptation Science Center*) para hacer meta-análisis de amplio espectro y revisiones de estudios mundiales, para mejorar el conocimiento que se tiene de los ecosistemas de alta montaña en todo el mundo, lo cual es un honor para este proyecto.

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

El calentamiento global es un hecho científico incontestable que se confirma en cada nuevo informe de panel intergubernamental de cambio climático (IPCC), 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 microhábitats 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 isoterminia 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 microhábitats 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 microhábitat (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 microhábitats 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 Ota, 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 usos 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 biomasa leñosas -por ejemplo, para la bioenergía- puede abrir las cubiertas forestales y acelerar la termofilización de la biodiversidad forestal templada.

11.6. El Temperatura mínima y duración del período vegetativo en el límite superior de los pastizales en las altas montañas europeas

En el equipo GLORIA estamos elaborando un artículo que investiga la temperatura media mínima del suelo y la duración del período vegetativo en el límite superior de distribución de los pastos alpinos.

La exploración de los umbrales fisiológicos para el crecimiento de las plantas ayuda a comprender su distribución y su cambio potencial bajo el cambio climático. La tolerancia al frío de la vegetación en las montañas es particularmente visible como límites relativamente marcados en el paisaje. Si bien el límite altitudinal que alcanzan los bosques y la línea de árboles han sido estudiados con frecuencia, las condiciones climáticas correspondientes al límite superior de los pastizales, la ecoclina alpino-subnival, son todavía poco conocidas.

Para este artículo en preparación hemos tomando los datos de 85 cumbres en montañas europeas inventariadas en el programa GLORIA, distribuidas en biomas boreal, templado y mediterráneo.

La información que hemos analizado ha sido la cobertura de plantas vasculares estimada visualmente en 332 parcelas, distribuidas en cada orientación de las cumbres. Las temperaturas asociadas del suelo se midieron entre 2 y 7 años, a partir de los cuales se determinó la duración de la temporada de crecimiento y la temperatura media. La temperatura y la longitud correspondientes a una cobertura vegetal del 50% se mantuvieron como las condiciones mínimas para el desarrollo del césped.

Resultados. Los pastos alpinos estaban presentes en lugares con una temperatura media del suelo superior a 5,8°C o una duración mínima de la temporada de crecimiento de 84 días, con días de crecimiento $\geq 2^{\circ}\text{C}$ (6,7°C y 80 días con días de crecimiento $\geq 3.2^{\circ}\text{C}$). La temporada de crecimiento fue más larga en las zonas templadas que en las cumbres boreales.

Principales conclusiones. El límite superior de los pastizales alpinos se asoció con una temperatura media del suelo muy similar a la observada anteriormente en la línea de árboles. Se corresponde con el umbral fisiológico de crecimiento de las raíces ya observado para muchas especies, y corrobora una limitación bastante universal del crecimiento relacionado con la temperatura para las plantas vasculares. Por el contrario, en comparación con los árboles, los pastos alpinos aprovechan el suelo calentado por la radiación solar y, dado que las plantas no producen madera, pueden prosperar en lugares con una estación de crecimiento más corta y, en consecuencia, desarrollarse a mayor altitud.

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 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. Carmenta, 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.
- 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 (ICSU), 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*, 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).
- 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., 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, 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 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.
- 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 y 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-Notivol, 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: 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.
- 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.



Las cuatro cimas de la zona piloto del Moncayo, vistas desde el lado soriano.



Equipo GLORIA en la cima del Moncayo (ES-MON-MON).



Realización del muestreo en Peña Negrilla (ES-MON-NEG).



Realización del muestreo en Peña Morca (ES-MON-MOR).



Realización del muestreo en Peña Morca (ES-MON-MOR).



Endemismo del macizo del Moncayo, *Armeria bigerrensis* subsp. *microcephala*.



Endemismo ibérico descrito del Moncayo, *Viola montcaunica*.



Endemismo ibérico descrito del Moncayo, *Saxifraga pentadactylis* subsp. *willkommiana*.



Endemismo ibérico, *Leocanthemopsis pallida*.



Especie típica de los pedregales silíceos de alta montaña ibérica, *Jasione crispa*.