



EACC 2030 - Proyecto GLORIA-ARAGÓN

(Estudio de los efectos del cambio climático sobre la flora de la alta montaña en Aragón)

«Monitorización GLORIA: Seguimiento de las zonas Pirineo silíceo (ES-SPY) y Moncayo (ES-MON) Año 2022»



José Luis Benito Alonso

Doctor en Biología

Jolube Consultoría Ambiental

Jaca, noviembre de 2022



EACC 2030

Estrategia Aragonesa
de Cambio Climático

HORIZONTE 2030



**GOBIERNO
DE ARAGON**

Departamento de Agricultura,
Ganadería y Medio Ambiente

EACC 2030 - Proyecto GLORIA-ARAGÓN (Estudio de los efectos del cambio climático sobre la flora de la alta montaña en Aragón)

«Monitorización GLORIA: Seguimiento de las zonas Pirineo silíceo (ES-SPY) y Moncayo (ES-MON). Año 2022»

Unidad administrativa que lo propone:

Dirección General de Cambio Climático y Educación Ambiental

Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente

Gobierno de Aragón

Ejecuta: Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC

Realiza: José Luis Benito Alonso (Jolube Consultoría Ambiental)



Fotos de portada. Arriba izquierda, recogida de datos en la cima Tres Güegas (ES-SPY-GUE). Arriba derecha, cambio de termómetros. Abajo izquierda, *Carlina acaulis* de Ordesa (ES-CPY). Abajo derecha, *Viola moncaunica*, del Moncayo (ES-MON).

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. Trabajos de mantenimiento de la red GLORIA-ARAGÓN.....	11
5.1.Logística, material y métodos	11
5.2.Equipo de trabajo.....	11
6. Mantenimiento de la zona piloto ES-SPY (Pirineo silíceo)	12
6.1.Pico de las Tres Güegas (GUE), 2302 m (ecotono piso subalpino-alpino)	12
6.2.Vértice de Anayet (ANA), 2555 m (piso alpino inferior)	13
6.3.Pico Bacías (BAC), 2758 m (piso alpino superior)	14
6.4.Robiñera-Morrón de Sobresplucas (ROB), 2827 m (ecotono piso alpino superior-subnival)	15
7. Mantenimiento de la zona piloto ES-MON (Sistema Ibérico, Moncayo)	16
7.1.Desarrollo de los trabajos e incidencias reseñables	16
7.2.Peña Negrilla (NEG), 2116 m.....	17
7.3.Peña Lobera (LOB), 2226 m.....	18
7.4.Morca (MOR) (Alto del Corralejo o del Collado de las Piedras), 2274 m.....	19
7.5.Moncayo o Pico de San Miguel (MON), 2314 m	19
8. Resultados preliminares sobre la temperatura del suelo y el periodo vegetativo en las ZP GLORIA-Aragón (ES-SPY y ES-MON)	20
8.1.La T y el PV en la zona piloto ES-SPY (Pirineo silíceo)	20
8.1.1. Evolución de la temperatura del suelo	20
8.1.2. Evolución del periodo vegetativo.....	31
8.2.La T y el PV en la zona piloto ES-MON (Sistema Ibérico - Moncayo).....	39
8.2.1. Evolución de la temperatura del suelo	39
8.2.2. Evolución del periodo vegetativo.....	48
9. Proyección de GLORIA.....	55
9.1.Presencia pública	55
9.2.Las bases de datos de GLORIA en GrassPlot	55
9.3.Proyecto SoilTemp	56

9.4. Proyecto ReSurveyEurope.....	56
9.5. Nuevas zonas piloto pirenaicas.....	57
9.6. Otras repercusiones internacionales	57
10 Últimas publicaciones relacionadas con el proyecto GLORIA.....	58
11. Bibliografía	59

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

El objetivo de esta propuesta es descargar los datos y comprobar el correcto funcionamiento de los termómetros automáticos dispuestos en las cimas de las ZP del Proyecto Gloria en Aragón del Valle de Tena-Pirineo Silíceo (ES-SPY) y el Moncayo (ES-MON), cuatro en cada una de ellas, 32 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 (EECCCL) 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 «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, iniciada en las montañas de Europa en 2001 (Figura 1), más tarde extendida a las principales cordilleras de los cinco continentes (Figura 2). 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.

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.



Figura 1. Mapa de Europa donde se localizan las 18 zonas piloto GLORIA originales (2001)

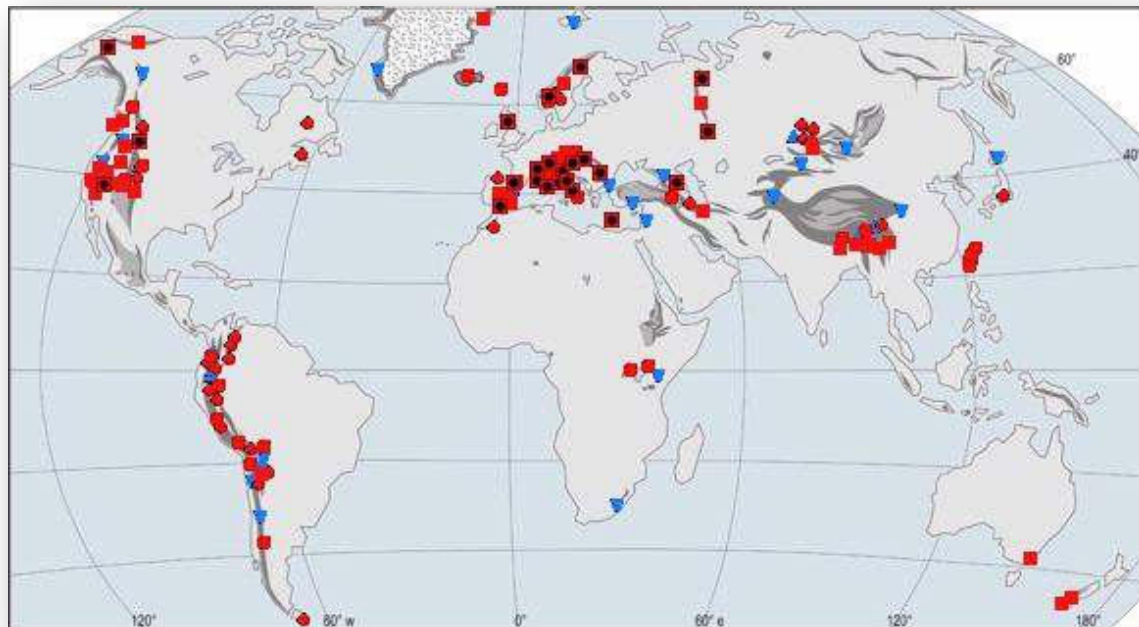


Figura 2. Mapa mundial donde están representadas las 130 zonas piloto de muestreo de flora alpina con metodología GLORIA (junio de 2017)

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.

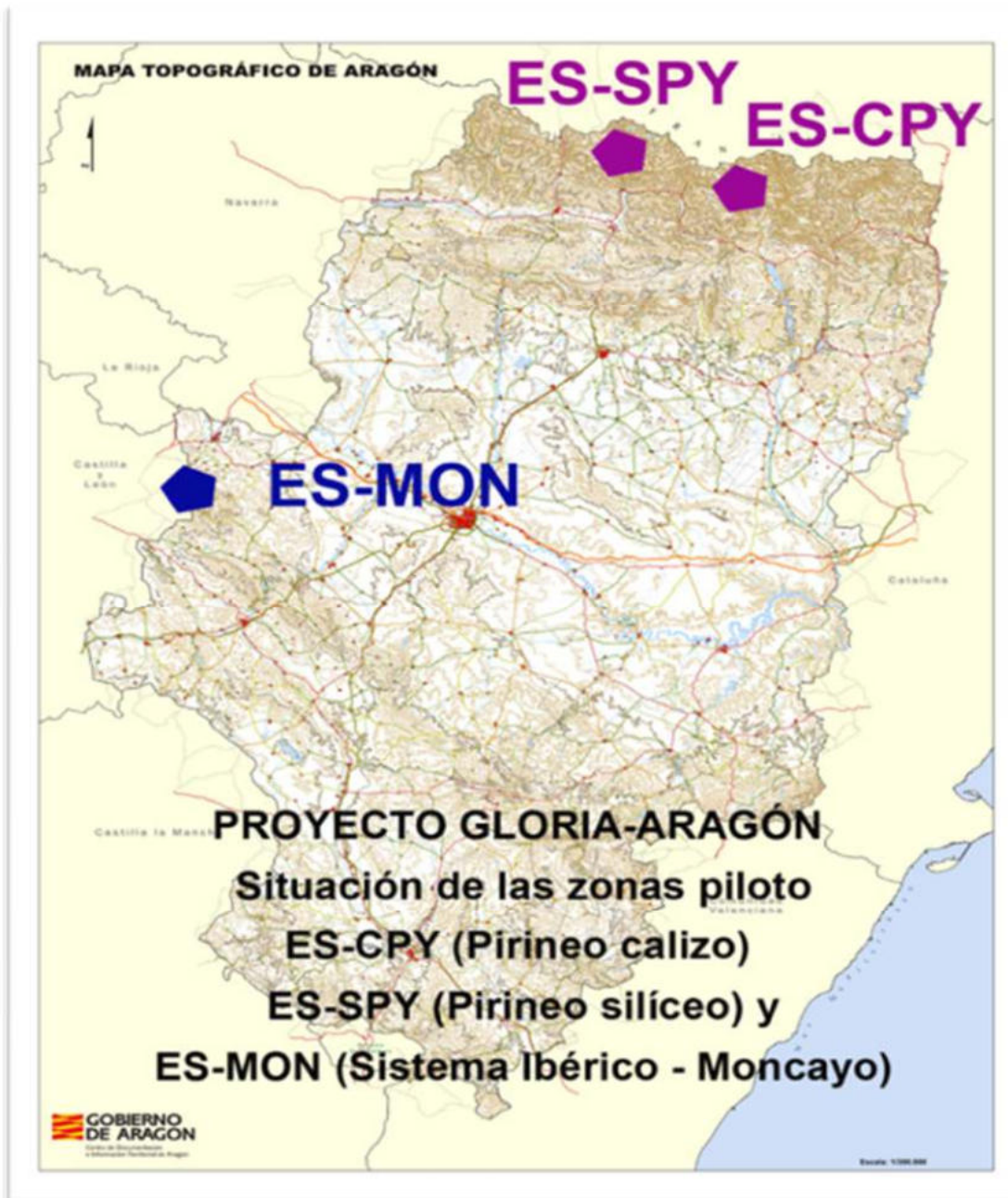


Figura 3. Ubicación en Aragón de las zonas piloto del proyecto GLORIA-ARAGÓN.

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. A partir de entonces, el proyecto GLORIA ha sido incluido en la Estrategia Aragonesa de Cambio Climático y Energías Limpias (EACCEL), ahora actualizada con la Estrategia Aragonesa de Cambio Climático Horizonte 2030 (EACC 2030), dentro del Observatorio del Cambio Climático en Aragón.

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). Desde entonces el Gobierno de Aragón, a través del Servicio de Cambio Climático y Educación Ambiental, apoya económicamente el mantenimiento, así como la repetición de los muestreos de cada zona que se realiza a intervalos de siete años.

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 21 años en las 18 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 9 años, y el Moncayo, con una serie de 8 años), de forma que ahora ya hay zonas piloto GLORIA en todos los

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.

grandes macizos montañosos del mundo, hasta completar 130. Se trata sin duda de la mayor red global de estudio de un ecosistema.

En las 18 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 realizamos la repetición del muestreo de la ZP Pirineo Silíceo (ES-SPY) y en 2019 repetimos el muestreo en el Moncayo (ES-MON), financiado por el Gobierno de Aragón.

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 zonas piloto ES-SPY y ES-MON por encargo del Gobierno de Aragón, con resultados satisfactorios⁵. En nuestro caso también hemos llevado a cabo una actividad complementaria como es la toma de muestras de suelo alpino gracias a la participación del Dr. Juan José Fernández, investigador 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.

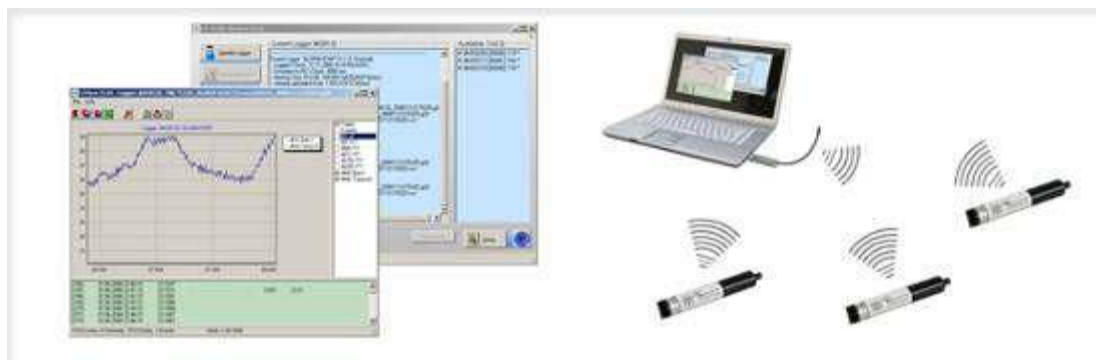
5. Trabajos de mantenimiento de la red GLORIA-ARAGÓN

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.



5.1. 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 8 cimas de las dos zonas piloto de GLORIA-ARAGÓN objeto de este informe (ES-SPY y ES-MON) se realizaron desplazándonos en vehículo todoterreno hasta la base de las montañas y después continuamos a pie.

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

5.2. Equipo de trabajo

El trabajo de campo para descargar los termómetros de las ZP lo ha realizado el autor de este informe y contratista, José Luis Benito Alonso, con apoyo puntual de la bióloga Ana Isabel Acín Pérez.

En las cimas del Moncayo contamos con la ayuda de José Luis Velasco e Ivana Lasheras, Agentes Medioambientales de la Junta de Castilla y León en Soria.

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



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

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

Este pico está situado junto al collado de Izas en Formigal (Sallent de Gállego), 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.



Termómetro instalado en la cara oeste de Tres Güegas.

Este verano de 2022 hemos podido descargar tres de los termómetros sin novedad. El correspondiente al oeste (A50338) ha sido sustituido por el aparato A5038A, debido a que hemos comprobado una bajada súbita del voltaje y unos datos de temperatura muy extraños, que han alcanzado los 82°C. Además, se han registrado temperaturas inusualmente altas a partir del día 08/08/2022 a las 10:00 horas, con valores que superan los 35°C todos los días y que alcanzan hasta la fecha de descarga el 11/08/2022. Dado que estos datos no tienen una

correlación con los que se dan en el resto de las orientaciones, hemos optado por eliminarlos de los análisis para no distorsionar los resultados.

Se ha repuesto alguna estaca y hemos repintado marcas.

Recordemos que en la visita del verano de 2019 nos llevamos la desagradable sorpresa de que la estación de Formigal había instalado en la cresta un cañón de gas para provocar avalanchas controladas, 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. Por la parcela W hay una tubería enterrada que alimentan a un cañón de gas, que han sido instalada levantando el césped y volviéndolo a colocar en su sitio. Habrá que tener en cuenta esta circunstancia de cara a los análisis y muestreos posteriores.



Tres Güegas, parcela oeste. Zanja tapada por donde discurre el tubo del cañón de nieve que toca la parcela occidental.

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

Se accede por la estación de esquí de Formigal desde la zona de Portalet, por una pista, asfaltada primero y de tierra después, que nos conduce 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.



Panorámica oeste desde el Vértice de Anayet, con los principales picos del Pirineo occidental.

Los termómetros se han podido descargar sin incidencias. Se ha repuesto alguna estaca y hemos repintado marcas.



Descarga de termómetros en el Vértice de Anayet, vista hacia el sur, macizo de Collarada.

Desde hace unos años venimos advirtiendo un aumento presencia de montañeros en esta cima, pero este verano de 2022 ha sido mucho mayor, lo que provoca el aumento de la erosión que afecta a alguna de nuestras parcelas.

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

Normalmente subimos a este pico a pie desde el Balneario de Panticosa (1640 m), tomando la senda que sube hacia los ibones de Brazato y el collado de Batanes, con un desnivel superior a los 1100 m y unas 5 horas de caminata de ascenso. Sin embargo, este año accedimos en helicóptero, aprovechando que ese día usamos este medio para hacer el muestreo GLORIA en la Punta de las Olas y a la vuelta nos dejó en Bacías y así poder realizar la descarga de los datos.

Hemos descargado los datos sin novedad. Se ha repuesto alguna estaca y hemos repintado marcas. Recordemos que en 2020 sustituimos los aparatos de las orientaciones N, S y O por otros con la batería nueva, mientras que en 2019 cambiamos el del Este.



Panorámica oeste desde Bacías, con el macizo del Vignemale.



Descarga de termómetros en el Bacías. Vista de la cresta oeste hacia la cima principal.

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

Se accede por pista de tierra desde la localidad de Chisagüés (T.M. de Bielsa), 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 sureste en busca de esta cima secundaria de Robiñera.

Se procedió a la descarga de tres de los aparatos sin incidencias. El cuarto termómetro, correspondiente al Sur (B50373) ha sido sustituido preventivamente por el nº A50387, al advertir que la carga de la batería marcaba algunos puntos de voltaje por debajo de 3,4V, lo que podría indicar un fallo inminente.



Vista aérea del Morrón de Sobresplucas (Robiñera).

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



Mapa de situación y panorámica desde Soria de la ZP ES-MON (Sistema Ibérico - Moncayo)

7.1. Desarrollo de los trabajos e incidencias reseñables

Las cuatro cimas están situadas en el Sistema Ibérico septentrional, en la sierra del Moncayo (Zaragoza-Soria). El acceso lo realizamos desde la parte soriana de la sierra. Hay dos pistas de tierra que nos permiten llegar a las distintas cimas: una que parte desde cerca de Beratón (Soria) y que llega hasta el collado de Santa Lucía, ideal para acceder a Peña Lobera, Morca y Moncayo. La otra pista parte desde la carretera de Ágreda a la Aldehuela de Ágreda

hacia el paraje denominado Canto Hincado, ascendiendo hasta los 1900 m de altitud. Desde allí se accede andando en hora y cuarto a la cima de Peña Negrilla. Para ello nos pusimos en contacto con José Manuel Meneses Canalejo, jefe 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 amablemente nos acompañaron para el acceso. En este año 2022 se trata de José Luis Velasco para el acceso desde el Canto Hincado, e Ivana Lasheras para el acceso desde Beratón. Vaya desde aquí nuestro agradecimiento a todos ellos por su inestimable ayuda.

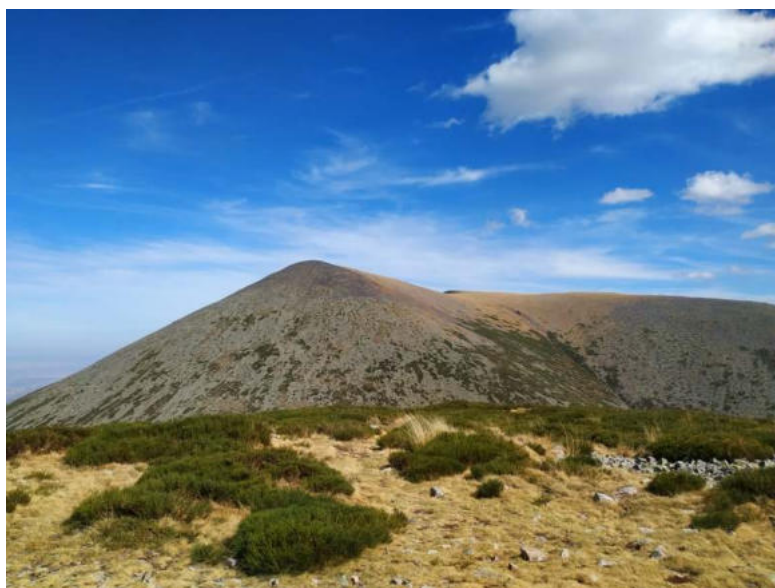
En esta ocasión el cierzo no fue muy fuerte y pudimos hacer el trabajo sin incidencias.

En el acceso desde Beratón, la vegetación lleva varios años cerrándose sobre la pista por su poco uso, con árboles y arbustos que estrechan mucho el paso hasta hacerlo impracticable. En este caso el buen hacer de la agente Ivana Lasheras, que despejó la pista en varios tramos, nos permitió poder llegar al cordal que va de Peña Lobera al Moncayo sin problemas.



Los agentes medioambientales de la Junta de Castilla y León, José Luis Velasco (izda.) e Ivana Lasheras (dcha.), nos ayudaron y facilitaron el acceso al Moncayo desde la vertiente soriana para la descarga de los termómetros.

7.2. Peña Negrilla (NEG), 2116 m



Vista NW del Moncayo desde la cima de Peña Negrilla.

Este verano de 2022 hemos podido descargar los cuatro los termómetros sin novedad. Todas las estacas estaban presentes y sólo ha habido que repintar alguna marca. Hemos reubicado unos hitos para desviar a los montañeros del paso directo por alguna de las parcelas.

7.3. Peña Lobera (LOB), 2226 m

Se procedió a la descarga de tres de los aparatos sin incidencias. El cuarto termómetro, correspondiente al norte (A50395,) ha sido sustituido preventivamente por el nº A50388, al advertir que la carga de la batería marcaba algunos puntos de voltaje por debajo de 3,4V, lo que podría indicar un fallo inminente.



Cambio de termómetro en Lobera Norte.

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

Hemos podido descargar los datos correctamente. Hemos repintado alguna marca.



Descarga de datos en Morca, HSP. Al fondo la cima del Moncayo.

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

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



Descarga de termómetros en la cima del Moncayo.

8. Resultados preliminares sobre la temperatura del suelo y el periodo vegetativo en las ZP GLORIA-Aragón (ES-SPY y ES-MON)

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* o *data-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 diurna. En contraste con la temperatura aérea, la medida de la temperatura a 10 cm de profundidad nos permite obtener de un modo fácil y discreta 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 es superior o igual a 4°C, y por tanto permite el desarrollo de la vida vegetal, en particular de las raíces que pueden acceder al agua para poner en marcha la maquinaria fisiológica.

Para ello, en cada una de las cimas de GLORIA-Aragón tenemos instalados en el suelo 4 termómetros automáticos, uno en cada una de las cuatro orientaciones principales (N, S, E, O) de cada cima.

8.1. La T y el PV en la zona piloto ES-SPY (Pirineo silíceo)

A continuación, analizamos los datos de los 16 termómetros automáticos que tenemos instalados desde verano de 2011 en la zona piloto ES-SPY, Valle de Tena y Robiñera, correspondiente a la alta montaña del Pirineo silíceo.

8.1.1. Evolución de la temperatura del suelo

Durante el periodo 2012-21, en la cima de las **Tres Güegas** (2302 m) la T media anual fue de **4,9°C** ($\pm 0,45$); la orientación más cálida es la Sur ($6,1 \pm 0,5^\circ\text{C}$), mientras que la más fría es la Norte ($3,94 \pm 0,49^\circ\text{C}$). El año más frío de la serie ha sido el 2013 ($4,05^\circ\text{C}$), mientras que el más cálido fue 2015 ($5,45^\circ\text{C}$).

La T promedio anual del **Vértice de Anayet** (2555 m) es de **4,38°C**; la orientación más cálida es la Sur ($6,17^\circ\text{C}$). La orientación más fría es la Norte ($2,55^\circ\text{C}$). El año más frío de la serie ha sido el 2013 ($3,12^\circ\text{C}$), mientras que el más cálido fue 2015 ($5,22^\circ\text{C}$).

La T promedio anual del **Bacías** (2731 m) es de **2,82°C**; la orientación más cálida es la Sur ($4,78^\circ\text{C}$), mientras que la más fría es la Oeste ($1,04^\circ\text{C}$). En esta cima la orientación occidental está bien protegida de los vientos que puedan barrer la nieve por lo que se puede acumular en mayor cantidad. El año más frío de la serie ha sido el 2013 ($1,97^\circ\text{C}$), mientras que los más cálidos han sido el 2015 y 2017 ($3,37$ y $3,5^\circ\text{C}$).

Por último, la T anual promedio la cima superior, el **Morrón de Sobresplucas de la cresta meridional de Robiñera** (2827 m) es de **2,01°C**; su orientación más cálida es la Oeste ($3,22^\circ\text{C}$), mientras que la más fría es la Este ($0,75^\circ\text{C}$). En esta cima la orientación meridional tiene un buen suelo que alberga un pasto denso, motivo por el cual creemos que ejerce un efecto tampón que impide un mayor calentamiento veraniego. Por el contrario, las vertientes Norte y Este son muy pedregosas, tiene poco suelo y en verano se calienta más. El año más frío de la serie ha sido el 2013 ($1,17^\circ\text{C}$), mientras que el más cálido ha sido el 2015 ($2,91^\circ\text{C}$).

En el conjunto de la zona piloto ES-SPY, el año más frío ha sido el 2013, mientras que el más cálido fue el 2015, a falta de recuperar los datos de 2022, pues en este año ya hemos registrado varios hitos de temperaturas máximas absolutas en varias orientaciones, tal como se puede comprobar más adelante en la tabla de máximas y mínimas absolutas.

Tablas de las temperaturas medias anuales en ES-SPY (Pirineo silíceo), de 2012 a 2021, 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	4,97	6,42	4,72	4,51	4,36	4,07	2,16	6,33	5,70	2,26
2013	4,05	5,32	4,08	4,12	2,82	3,12	1,44	5,09	4,76	1,39
2014	4,71	5,69	4,73	4,90	3,64	3,97	2,35	5,32	5,59	2,75
2015	5,45	7,02	5,52	5,49	3,96	5,22	3,19	7,09	6,91	3,86
2016	5,01	6,11	5,03	5,04	3,95	4,57	2,41	6,61	6,41	2,99
2017	5,19	6,50	4,84	5,54	4,02	5,01	3,00	6,82	6,81	3,49
2018	5,12	5,98	5,61	4,92	4,13	4,49	2,73	5,93	6,07	3,41
2019	5,27	6,39	4,85	N/D	4,47	4,52	2,50	6,45	6,46	2,87
2020	4,22	6,41	4,61	N/D	N/D	4,41	3,24	6,09	5,80	3,31
2021	4,91	5,47	4,92	5,25	4,15	4,45	2,47	5,96	5,97	2,46
PROMEDIO	4,89	3,94	6,13	4,89	4,97	4,38	2,55	6,17	6,05	2,88
DEST	0,45	0,49	0,52	0,44	0,48	0,58	0,53	0,63	0,64	0,71

T °C	Bacías (2731 m)					Robiñera, Morrón de Sobresplucas (2827 m)				
AÑO	MED	N	S	E	W	MED	N	S	E	W
2012	2,76	1,26	4,76	4,68	0,49	2,41	2,15	2,76	1,26	3,58
2013	1,97	0,34	4,17	3,97	-0,18	1,17	0,26	1,93	-0,02	2,45
2014	2,34	1,55	4,26	3,91	1,10	1,44	0,74	2,34	0,65	3,02
2015	3,37	2,11	5,64	5,13	1,70	2,91	3,10	3,80	2,34	3,51
2016	3,12	1,76	4,90	4,53	1,40	2,49	1,92	2,99	1,51	3,62
2017	3,50	2,12	5,16	5,27	1,50	2,67	1,23	3,90	1,24	4,35
2018	2,76	1,17	4,68	4,46	0,91	1,38	0,77	2,39	-0,59	3,12
2019	2,44	1,35	4,87	3,13	0,95	2,06	1,28	2,73	0,44	3,96
2020	3,01	1,52	4,58	4,56	1,47	1,71	2,30	2,55	0,45	1,63
2021	2,92	1,15	4,83	4,52	1,07	1,84	2,09	2,23	0,27	2,90
PROMEDIO	2,82	1,43	4,78	4,42	1,04	2,01	1,58	2,76	0,75	3,22
DEST	0,47	0,52	0,42	0,62	0,56	0,59	0,87	0,65	0,84	0,78

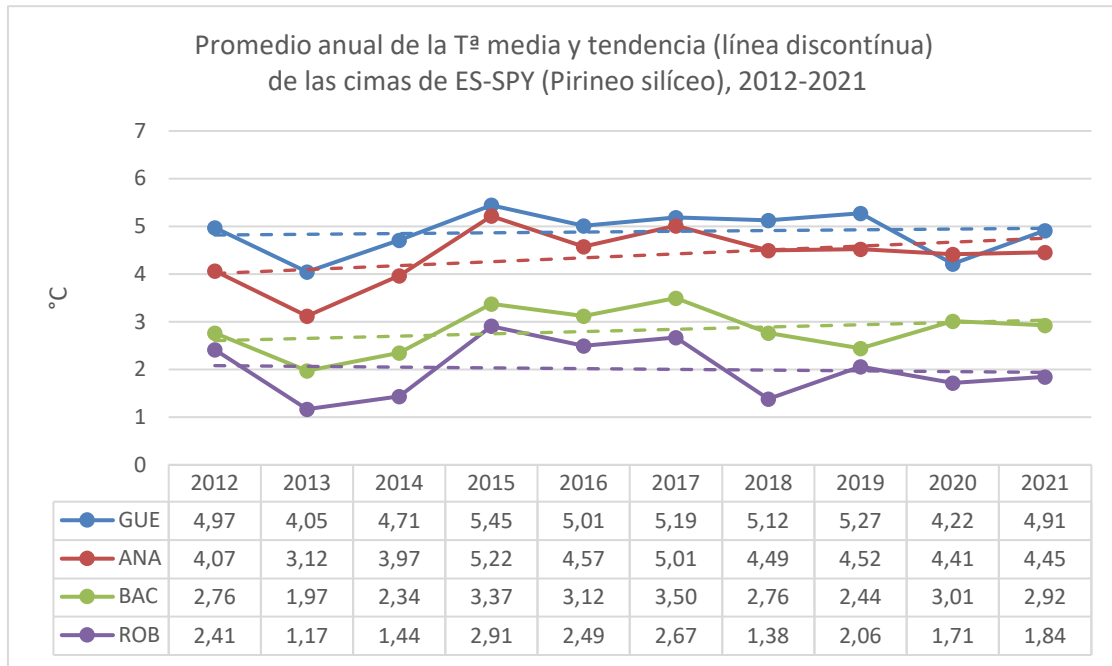


Tabla de temperaturas mínimas y máximas absolutas por orientación, 09/2011-07/2022								
	MÍNIMAS ABSOLUTAS				MÁXIMAS ABSOLUTAS			
	N	S	E	W	N	S	E	W
GUE	-7,29 28/11/13	-1,00 22/02/12	-12,74 12/02/12	-8,82 12/02/12	26,15 18/7/22	26,44 26/7/22	31,37 24/7/22	30,41 6/9/16
ANA	-10,70 13/02/12	-10,82 8/02/12	-11,27 8/02/12	-16,21 12/02/12	22,04 18/7/22	27,16 17/7/22	28,74 15/7/15	23,13 16/7/15
BAC	-12,71 28/11/13	-10,58 12/02/12	-6,35 13/02/12	-14,17 13/02/12	24,79 15/7/15	27,13 24/7/22	26,39 15/7/15	19,96 15/7/15
ROB	-13,46 25/02/13	-12,81 8/01/21	-15,15 24/02/13	-3,70 3/12/20	24,08 9/7/15	23,06 14/07/15	21,56 19/7/12	24,02 14/7/15

En esta tabla podemos apreciar cómo el verano de 2022, en el que se han sufrido varios episodios de ola de calor, también tienen reflejo en el registro de varias temperaturas máximas absolutas para periodo estudiado (en rojo), es decir, septiembre de 2012 a julio de 2022.

Tablas de las temperaturas medias mensuales en ES-SPY, durante el periodo de septiembre de 2011 a julio de 2022, por orientaciones y en promedio de la cima										
T °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	11,49	9,43	13,64	11,91	10,96	11,30	8,22	14,46	13,79	8,74
10/2011	6,03	2,56	9,51	5,75	6,31	6,56	2,00	11,55	10,42	2,29
11/2011	1,37	0,62	2,50	1,07	1,28	1,43	0,22	2,43	2,68	0,37
12/2011	-0,52	-1,61	1,15	-1,33	-0,27	-0,11	-0,36	0,84	0,57	-1,48
01/2012	-1,33	-1,28	0,76	-3,09	-1,71	-1,55	-2,46	0,93	0,49	-5,15
02/2012	-3,05	-1,51	-0,25	-6,17	-4,26	-6,26	-7,76	-3,12	-4,45	-9,73
03/2012	-0,09	-0,99	0,99	-0,67	0,33	-0,39	-4,79	3,76	3,06	-3,59
04/2012	0,37	-0,07	1,68	-0,20	0,06	-0,51	-2,59	1,28	1,01	-1,72
05/2012	3,88	1,75	5,20	4,16	4,39	4,38	2,26	6,32	5,97	2,98

06/2012	12,23	12,50	12,23	13,64	10,55	11,09	9,78	12,29	11,48	10,81
07/2012	15,23	15,53	15,24	16,77	13,40	14,01	12,62	15,30	14,55	13,56
08/2012	15,88	15,46	16,50	17,19	14,36	14,93	12,63	16,99	16,15	13,93
09/2012	10,59	8,51	12,98	10,73	10,14	9,56	6,37	12,90	11,83	7,14
10/2012	5,69	3,84	7,85	5,30	5,77	4,83	2,69	6,97	6,73	2,95
11/2012	1,05	-0,16	2,84	0,29	1,22	0,78	-0,47	2,28	2,13	-0,82
12/2012	-0,77	-1,47	0,73	-1,81	-0,52	-2,06	-2,87	-0,44	-1,11	-3,84
01/2013	-0,58	-0,90	0,82	-1,20	-1,05	-2,02	-2,98	-0,06	-0,77	-4,26
02/2013	-0,93	-0,42	0,67	-1,98	-1,98	-3,84	-4,60	-0,38	-2,90	-7,45
03/2013	-0,80	-0,28	0,55	-2,13	-1,36	-2,87	-4,18	-0,94	-1,50	-4,86
04/2013	0,09	-0,13	0,41	-0,42	0,52	-0,32	-1,25	-0,10	1,45	-1,38
05/2013	0,67	-0,02	0,74	0,13	1,85	1,00	-0,17	1,48	2,46	0,21
06/2013	5,25	0,00	5,25	8,42	7,32	5,33	3,11	5,66	6,74	5,83
07/2013	13,93	12,51	14,32	15,93	12,94	12,90	11,28	14,17	13,65	12,51
08/2013	14,57	13,58	15,39	15,76	13,54	13,59	11,09	16,26	15,47	11,56
09/2013	10,43	8,28	12,58	10,47	10,40	10,03	6,56	13,87	12,76	6,94
10/2013	6,01	4,18	8,31	5,54	6,03	5,32	3,15	7,61	7,24	3,30
11/2013	1,21	-0,48	3,25	0,35	1,72	-0,18	-1,21	1,43	0,77	-1,69
12/2013	-1,30	-2,91	1,14	-2,46	-0,96	-1,52	-4,05	1,54	1,14	-4,70
01/2014	-0,27	-0,64	0,79	-0,80	-0,41	-1,46	-2,83	0,27	-0,08	-3,21
02/2014	-0,40	-0,43	0,64	-0,80	-1,02	-2,24	-4,31	0,37	-0,52	-4,49
03/2014	-0,36	-0,25	0,49	-0,96	-0,71	-1,87	-4,14	0,26	0,48	-4,09
04/2014	0,54	-0,06	0,47	-0,29	2,03	1,08	-0,33	0,12	4,42	0,11
05/2014	3,12	-0,03	4,26	3,79	4,47	2,72	1,46	2,25	4,91	2,25
06/2014	9,23	7,07	9,19	11,00	9,67	8,74	7,00	9,81	9,64	8,52
07/2014	12,07	11,69	12,17	12,74	11,66	10,55	8,98	11,98	11,35	9,89
08/2014	12,87	11,73	13,89	13,34	12,51	11,47	9,65	13,12	12,77	10,34
09/2014	10,97	9,40	12,59	11,11	10,78	10,42	8,03	12,78	12,40	8,48
10/2014	6,96	4,74	8,99	6,66	7,47	6,91	3,93	10,11	9,38	4,24
11/2014	1,90	0,83	3,46	1,38	1,94	1,54	0,34	2,77	2,77	0,29
12/2014	-0,15	-0,65	0,95	-0,86	-0,04	-0,26	-0,02	-0,40	-0,74	0,15
01/2015	-1,72	-3,00	0,65	-3,12	-1,40	-0,07	-0,92	1,01	-0,11	-0,25
02/2015	-2,51	-3,71	0,51	-5,04	-1,80	-1,54	-2,60	-0,61	-1,19	-1,76
03/2015	-0,37	-1,16	0,45	-0,47	-0,28	-0,75	-1,55	-0,05	0,10	-1,52
04/2015	2,21	-0,15	3,37	3,25	2,36	1,61	-0,66	3,43	3,94	-0,28
05/2015	6,77	3,58	7,68	8,55	7,29	5,70	2,74	7,64	7,29	5,12
06/2015	12,24	12,37	12,22	13,44	10,94	10,75	9,23	11,58	11,57	10,64
07/2015	17,91	18,16	17,45	19,72	16,31	16,83	15,18	17,66	17,99	16,49
08/2015	13,92	13,07	14,81	14,63	13,18	12,89	11,10	14,26	14,44	11,74
09/2015	9,05	7,00	11,49	9,03	8,69	8,20	5,61	10,72	10,56	5,91
10/2015	5,24	3,05	7,59	4,65	5,66	4,51	1,99	7,09	6,74	2,23
11/2015	2,81	0,18	5,63	1,64	3,80	3,57	-0,16	7,69	6,86	-0,13
12/2015	-0,22	-2,52	1,95	-0,88	0,56	0,91	-2,20	4,12	4,15	-2,42
01/2016	-0,15	-0,68	1,14	-0,99	-0,07	-1,23	-2,35	0,08	-0,18	-2,49
02/2016	-0,45	-0,51	0,85	-1,94	-0,18	-2,00	-4,31	0,54	0,19	-4,43
03/2016	-0,69	-0,45	0,70	-2,32	-0,69	-2,32	-4,66	0,06	-0,06	-4,63
04/2016	-0,13	-0,13	0,55	-0,78	-0,15	-0,86	-2,03	0,18	0,27	-1,87
05/2016	1,29	-0,04	0,89	2,25	2,08	2,11	-0,16	3,52	3,78	1,31
06/2016	9,28	5,81	10,12	11,64	9,57	9,19	6,72	10,62	10,45	8,96
07/2016	15,25	15,23	15,06	16,75	13,97	14,20	12,49	15,35	15,34	13,63

08/2016	16,18	15,08	16,86	17,31	15,47	15,75	12,70	18,18	18,22	13,89
09/2016	11,48	9,44	13,70	11,50	11,28	11,02	7,88	13,88	13,83	8,50
10/2016	5,95	3,12	8,70	5,26	6,72	5,96	2,36	9,61	9,17	2,72
11/2016	1,58	0,04	3,67	0,99	1,61	1,48	-0,00	2,93	3,03	-0,05
12/2016	0,53	0,19	0,91	0,41	0,59	1,59	-0,10	4,02	2,51	-0,07
01/2017	-0,62	-1,28	0,20	-1,33	-0,08	-0,16	-1,13	1,58	-0,40	-0,70
02/2017	-0,53	-1,36	0,23	-0,79	-0,19	-0,78	-1,69	-0,26	-0,00	-1,17
03/2017	-0,16	-0,80	0,60	-0,36	-0,08	0,66	-0,78	1,41	2,72	-0,72
04/2017	1,43	-0,17	2,86	-0,16	3,21	3,08	-0,21	5,87	6,96	-0,31
05/2017	4,51	2,58	5,65	3,32	6,50	5,00	1,44	6,81	7,29	4,46
06/2017	13,81	13,93	13,36	15,51	12,45	12,32	11,08	12,80	13,15	12,23
07/2017	14,25	14,06	14,08	15,52	13,34	13,31	12,53	13,79	14,15	12,77
08/2017	14,11	13,34	14,79	15,09	13,21	13,77	12,22	14,96	15,20	12,69
09/2017	8,24	5,85	10,99	7,91	8,21	7,60	5,06	10,24	9,87	5,25
10/2017	6,94	3,76	10,17	5,93	7,91	7,01	3,02	11,21	10,60	3,20
11/2017	0,92	-0,30	3,71	-1,45	1,72	0,76	-1,52	3,40	2,48	-1,30
12/2017	-0,68	-1,84	0,88	-1,58	-0,17	-2,39	-4,12	-0,21	-0,55	-4,68
01/2018	0,08	-0,20	0,99	-0,29	-0,18	-0,75	-1,80	0,08	0,15	-1,44
02/2018	-0,25	-0,85	0,79	-0,71	-0,23	-1,65	-4,58	0,42	0,08	-2,52
03/2018	-0,20	-0,66	0,61	-0,58	-0,15	-1,25	-3,15	0,35	0,05	-2,26
04/2018	-0,00	-0,17	0,48	-0,22	-0,11	-0,37	-1,15	0,23	0,19	-0,76
05/2018	2,61	-0,04	1,16	5,45	3,86	2,35	0,53	2,39	4,64	1,84
06/2018	10,22	8,11	10,12	13,01	9,63	9,26	7,65	10,29	9,90	9,21
07/2018	14,52	14,72	14,48	16,26	12,63	13,88	12,80	14,59	14,70	13,43
08/2018	14,78	14,10	16,21	15,85	12,95	14,50	12,21	16,42	16,63	12,74
09/2018	12,03	9,87	14,41	12,16	11,66	11,67	8,39	14,87	14,67	8,73
10/2018	6,00	3,55	8,52	5,46	6,45	5,33	2,47	8,27	7,82	2,77
11/2018	1,28	0,40	2,37	0,77	1,56	0,65	-0,08	1,47	1,48	-0,27
12/2018	0,44	0,24	1,21	-0,30	0,60	0,30	-1,13	1,31	2,04	-1,01
01/2019	-1,29	-0,68	0,29	-4,00	-0,76	-2,91	-5,30	-0,31	-0,32	-5,71
02/2019	-0,86	-0,69	0,00	-3,09	0,35	-2,41	-5,65	0,14	1,00	-5,12
03/2019	-0,07	-0,31	0,79	-0,68	ND	0,48	-3,51	4,31	4,21	-3,08
04/2019	0,39	-0,13	0,85	0,45	ND	0,66	-0,93	2,15	2,16	-0,76
05/2019	2,52	-0,03	5,22	2,38	ND	3,25	0,85	5,48	5,24	1,43
06/2019	10,85	9,58	10,78	12,20	ND	10,02	8,79	10,31	10,68	10,28
07/2019	15,88	16,95	16,16	17,89	12,54	15,26	14,18	16,04	16,36	14,46
08/2019	15,12	14,49	16,36	16,01	13,62	13,98	12,14	15,50	15,61	12,68
09/2019	10,77	8,66	13,18	10,60	10,64	10,00	7,42	12,67	12,34	7,57
10/2019	6,40	4,14	8,61	5,97	6,86	5,75	3,23	8,47	7,82	3,50
11/2019	1,38	0,80	2,62	0,57	1,54	0,59	-0,40	1,52	1,26	-0,00
12/2019	0,32	0,38	1,29	-0,68	0,28	-0,40	-1,45	0,59	0,64	-1,37
01/2020	-0,06	0,33	0,83	-1,46	0,06	-0,84	-1,49	0,45	0,49	-2,82
02/2020	0,12	0,26	0,65	-0,54	ND	-0,17	-0,68	0,40	0,41	-0,82
03/2020	0,12	0,21	0,65	-0,50	ND	-0,09	-0,40	0,33	0,29	-0,56
04/2020	1,42	0,20	3,49	0,56	ND	0,89	-0,24	1,79	2,22	-0,23
05/2020	6,74	2,01	9,35	8,86	ND	5,44	2,65	7,45	7,39	4,26
06/2020	10,03	9,19	10,77	10,13	ND	7,90	7,06	8,76	8,15	7,64
07/2020	17,35	ND	16,74	17,95	ND	15,57	14,26	16,86	16,51	14,66
08/2020	18,08	ND	16,64	19,53	ND	13,67	12,45	15,97	ND	12,60
09/2020	12,25	ND	12,25	ND	ND	9,42	6,86	12,06	11,85	6,92

10/2020	2,34	1,17	2,54	2,58	3,06	2,27	0,77	3,39	4,16	0,78
11/2020	1,60	0,06	2,67	1,34	2,33	2,52	-0,15	5,00	5,15	0,07
12/2020	-0,53	-1,02	0,11	-1,37	0,15	-1,33	-2,45	0,23	-0,08	-3,00
01/2021	-1,27	-0,39	-0,08	-3,90	-0,72	0,27	-5,15	0,56	11,85	-6,18
02/2021	-0,32	-0,12	-0,29	-0,73	-0,12	-1,10	-2,28	0,37	0,02	-2,50
03/2021	-0,21	0,05	-0,31	-0,57	0,00	-0,88	-1,60	0,31	0,43	-2,65
04/2021	0,91	0,10	1,88	-0,21	1,86	0,79	-0,51	1,61	3,32	-1,25
05/2021	3,41	0,04	4,72	4,20	4,70	2,88	0,81	4,23	4,46	2,02
06/2021	10,43	10,08	9,91	12,14	9,60	9,32	8,06	9,87	9,92	9,42
07/2021	14,72	14,86	13,89	16,65	13,47	12,71	11,85	13,62	13,33	12,03
08/2021	15,76	15,02	15,89	17,08	15,03	14,27	12,20	16,44	16,18	12,27
09/2021	9,90	9,03	10,35	10,21	10,02	5,99	1,86	10,09	10,09	1,90
10/2021	5,29	2,51	7,27	5,18	6,18	0,53	-1,46	2,43	2,48	-1,33
11/2021	0,49	-1,02	1,54	-0,34	1,76	-0,76	-2,33	0,74	1,19	-2,65
12/2021	-0,20	-0,78	0,38	-1,20	0,80	-2,43	-5,01	0,57	0,23	-5,50
01/2022	-1,00	-0,59	-0,02	-3,31	-0,08	-1,68	-4,06	0,50	0,83	-4,00
02/2022	-0,76	-0,81	-0,13	-1,40	-0,71	-1,11	-2,48	0,34	0,35	-2,64
03/2022	-0,42	-0,41	-0,18	-0,90	-0,20	0,10	-1,04	0,29	2,40	-1,23
04/2022	0,14	-0,10	0,12	-0,19	0,74	6,13	2,56	8,52	8,94	4,51
05/2022	6,62	2,87	7,71	7,23	8,67	12,04	10,90	12,73	12,54	11,97
06/2022	13,04	13,05	12,24	14,78	12,09	16,73	15,47	17,90	17,42	16,14
07/2022	18,02	18,26	16,78	20,20	16,82	11,30	8,22	14,46	13,79	8,74
MES	MED	N	S	E	W	MED	N	S	E	W
T °C	Punta de las Tres Güegas (2302 m)					Vértice de Anayet (2555 m)				

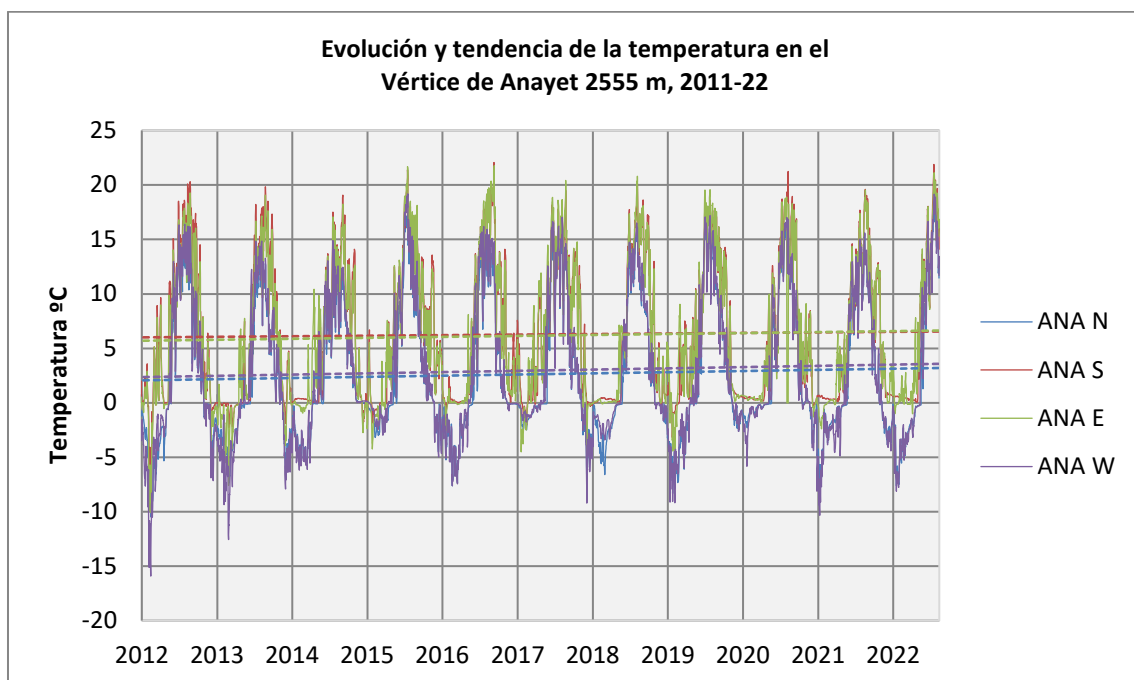
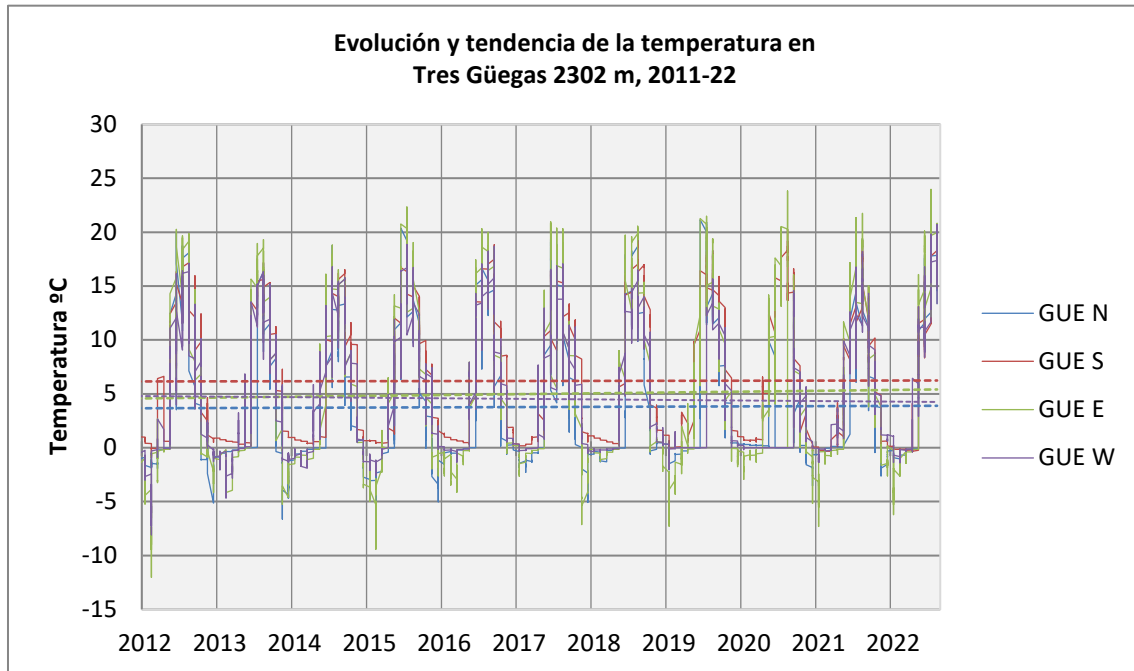
T °C	Bacías (2731 m)					Robiñera, Morrón de Sobresplucas (2827 m)				
MES	MED	N	S	E	W	MED	N	S	E	W
09/2011	9,67	7,42	12,60	12,36	6,30	*	*	*	*	*
10/2011	4,92	1,73	8,63	8,14	1,18	3,91	1,34	6,52	1,27	6,51
11/2011	0,58	0,20	1,32	0,58	0,22	0,54	0,20	1,04	0,31	0,59
12/2011	-0,77	-1,16	0,27	-0,40	-1,78	0,29	0,13	0,57	0,13	0,31
01/2012	-2,50	-4,81	-0,15	-0,49	-4,57	-0,53	-0,60	-0,77	-0,85	0,11
02/2012	-6,58	-8,84	-4,45	-3,48	-9,56	-3,01	-2,97	-4,24	-4,36	-0,47
03/2012	-2,23	-4,84	0,85	0,29	-5,23	-2,27	-3,09	-1,63	-4,17	-0,20
04/2012	-1,45	-3,01	0,51	0,10	-3,39	-1,34	-1,83	-0,51	-2,86	-0,16
05/2012	1,30	0,21	2,09	3,37	-0,46	-0,20	-0,56	1,27	-1,36	-0,15
06/2012	9,84	9,18	11,29	11,05	7,85	5,77	5,82	8,08	2,19	6,99
07/2012	12,43	11,65	14,27	13,83	9,96	11,91	13,34	10,94	11,57	11,78
08/2012	12,90	11,53	15,24	14,74	10,11	13,06	13,71	12,75	12,24	13,55
09/2012	7,95	5,38	11,20	10,72	4,51	6,40	5,86	7,11	5,19	7,45
10/2012	3,54	1,73	5,65	5,41	1,37	2,95	2,08	3,72	2,12	3,88
11/2012	-0,11	-0,58	0,71	0,21	-0,79	-0,45	-0,99	-0,46	-0,52	0,16
12/2012	-1,98	-2,90	-0,57	-0,05	-4,39	-3,35	-5,26	-3,40	-4,50	-0,23
01/2013	-2,40	-4,55	0,07	-0,00	-5,11	-3,44	-5,37	-2,28	-5,90	-0,22
02/2013	-3,58	-6,85	0,17	0,02	-7,65	-5,20	-7,57	-4,30	-8,75	-0,19
03/2013	-2,60	-5,12	0,15	0,01	-5,42	-3,52	-5,62	-3,27	-5,01	-0,19
04/2013	-0,81	-1,43	0,10	0,01	-1,91	-1,55	-2,40	-0,82	-2,79	-0,18
05/2013	-0,07	-0,06	0,02	-0,01	-0,23	-0,32	-0,44	-0,13	-0,53	-0,16
06/2013	2,42	2,80	2,40	2,66	1,81	0,58	-0,21	2,90	-0,19	-0,16

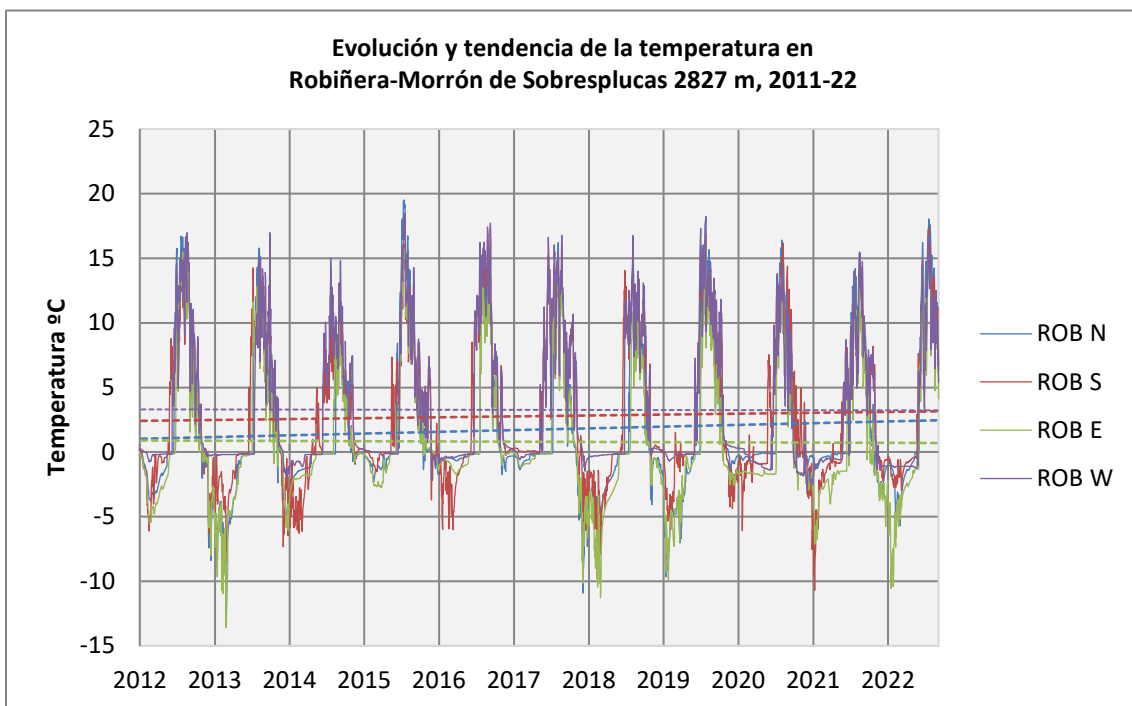
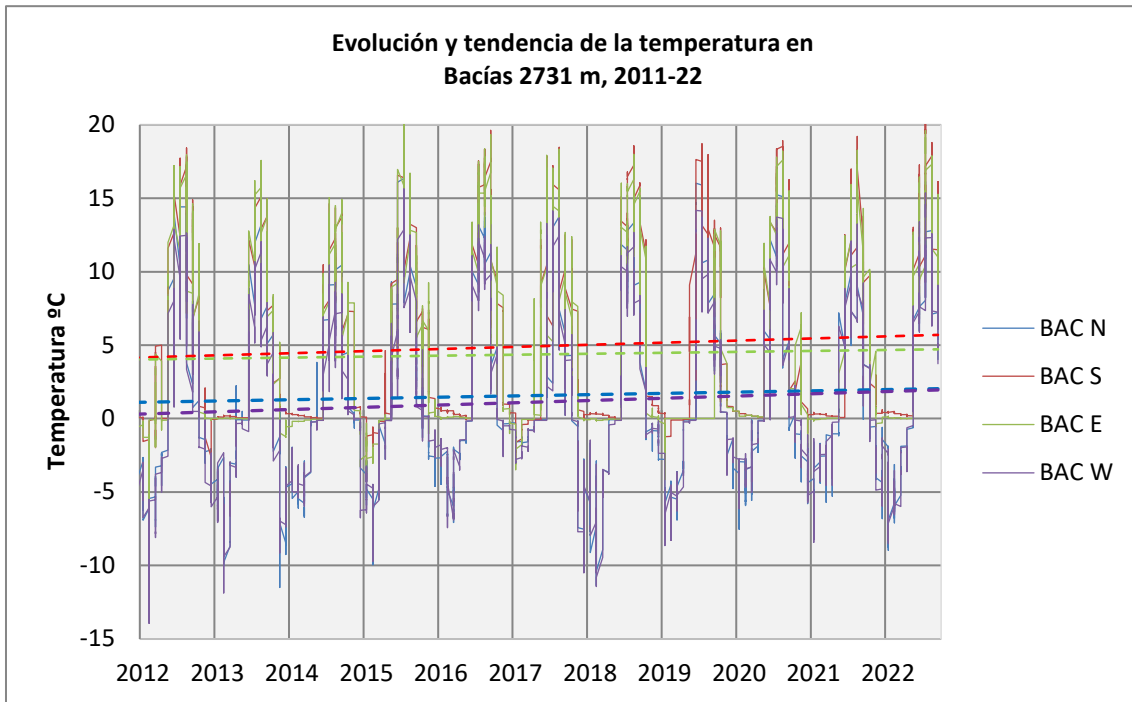
07/2013	10,99	10,01	12,67	12,75	8,53	8,10	8,25	9,92	9,16	5,10
08/2013	11,79	10,22	14,07	14,04	8,84	11,28	11,98	11,17	10,23	11,73
09/2013	8,32	6,05	11,27	11,13	4,82	7,78	6,56	9,18	5,50	9,89
10/2013	3,52	1,87	5,46	5,36	1,39	3,66	3,09	4,06	2,54	4,95
11/2013	-1,00	-3,32	1,46	0,73	-2,87	0,04	-0,48	-0,26	-0,10	1,00
12/2013	-2,93	-6,19	0,48	-0,64	-5,39	-3,41	-4,30	-3,41	-4,49	-1,46
01/2014	-1,63	-3,35	0,31	-0,32	-3,17	-2,37	-2,27	-3,96	-2,40	-0,87
02/2014	-2,21	-4,73	0,23	-0,20	-4,15	-2,28	-1,48	-4,80	-2,02	-0,80
03/2014	-2,47	-5,15	0,17	-0,14	-4,75	-1,61	-1,29	-2,83	-1,78	-0,53
04/2014	-0,54	-0,79	0,08	-0,07	-1,37	-0,74	-0,67	-0,64	-1,46	-0,19
05/2014	0,14	0,77	0,02	-0,06	-0,17	0,27	-0,15	1,67	-0,26	-0,19
06/2014	4,31	4,84	5,07	4,49	2,84	2,03	-0,14	3,76	-0,12	4,60
07/2014	8,87	9,11	10,07	9,92	6,38	4,13	-0,13	7,32	-0,11	9,45
08/2014	9,29	8,88	10,80	10,84	6,62	6,67	4,96	7,19	5,64	8,88
09/2014	7,86	6,91	9,70	9,59	5,23	7,22	7,41	7,11	5,62	8,72
10/2014	4,18	2,55	6,11	6,21	1,83	3,21	2,48	3,70	2,07	4,61
11/2014	0,87	-0,11	1,92	1,59	0,08	0,63	-0,30	1,06	-0,16	1,93
12/2014	-0,52	-0,76	0,46	-0,50	-1,29	0,06	-0,09	0,23	-0,12	0,25
01/2015	-2,81	-3,78	-0,74	-2,40	-4,35	-0,28	-0,52	-0,06	-0,64	0,11
02/2015	-4,15	-6,65	-1,19	-2,32	-6,42	-1,16	-1,56	-0,89	-2,17	0,00
03/2015	-2,01	-3,44	-0,39	-0,71	-3,51	-1,08	-1,23	-0,50	-2,56	-0,03
04/2015	-0,14	-0,63	0,88	-0,04	-0,76	-0,52	-0,71	-0,13	-1,20	-0,05
05/2015	4,30	4,19	5,78	5,23	2,02	0,38	-0,18	2,03	-0,21	-0,11
06/2015	8,63	8,59	10,03	9,92	5,97	4,60	6,36	5,68	3,01	3,37
07/2015	14,49	14,41	15,94	15,58	12,03	14,37	16,83	12,69	13,11	14,85
08/2015	11,36	10,08	13,15	13,14	9,09	10,28	11,20	9,86	9,65	10,41
09/2015	6,60	4,36	9,33	9,06	3,65	5,25	4,95	5,86	4,18	5,99
10/2015	2,96	0,80	5,40	5,09	0,54	2,20	0,90	3,42	1,02	3,47
11/2015	2,04	-0,46	4,28	4,49	-0,14	1,37	0,08	2,10	0,25	3,04
12/2015	-0,83	-3,04	0,94	0,47	-1,71	-0,53	-0,96	-0,06	-0,64	-0,46
01/2016	-1,14	-2,90	0,59	0,02	-2,26	-1,00	-0,64	-2,11	-0,70	-0,55
02/2016	-2,01	-4,22	0,45	0,10	-4,36	-1,10	-0,43	-2,81	-0,77	-0,40
03/2016	-2,30	-4,75	0,35	0,14	-4,92	-1,51	-0,59	-3,53	-1,53	-0,39
04/2016	-0,96	-2,09	0,23	0,11	-2,08	-0,80	-0,50	-1,18	-1,25	-0,25
05/2016	-0,32	-0,72	0,06	0,05	-0,65	-0,36	-0,30	-0,19	-0,77	-0,18
06/2016	3,84	4,52	3,83	3,21	3,82	2,11	-0,14	5,54	-0,14	3,18
07/2016	12,69	11,75	14,24	14,21	10,54	8,20	4,57	11,72	4,16	12,34
08/2016	13,94	12,15	16,66	16,15	10,80	12,85	12,61	13,56	10,83	14,41
09/2016	9,20	6,74	12,36	11,79	5,90	8,29	7,83	9,17	6,88	9,28
10/2016	3,91	1,28	6,81	6,36	1,17	2,91	1,65	4,20	1,62	4,16
11/2016	0,62	-0,75	2,21	1,94	-0,93	0,31	-0,85	1,02	-0,28	1,35
12/2016	-0,05	-0,26	0,62	-0,02	-0,54	0,02	-0,32	0,20	-0,06	0,27
01/2017	-1,42	-0,82	-0,98	-2,03	-1,86	-0,29	-0,71	0,22	-0,52	-0,16
02/2017	-1,36	-1,61	-0,76	-0,79	-2,28	-0,54	-0,85	0,04	-1,01	-0,35
03/2017	-0,72	-1,22	-0,18	-0,06	-1,41	-0,32	-0,41	0,08	-0,79	-0,17
04/2017	0,24	-0,35	-0,09	1,83	-0,41	-0,14	-0,20	0,06	-0,31	-0,11
05/2017	1,96	-0,08	2,84	5,18	-0,12	1,75	-0,14	3,87	-0,13	3,39
06/2017	10,71	9,78	12,96	12,76	7,33	4,89	-0,12	9,69	-0,13	10,12
07/2017	12,30	11,67	13,73	13,34	10,45	9,92	8,29	10,66	9,18	11,55
08/2017	12,22	11,20	14,04	13,48	10,16	11,78	12,17	11,71	10,84	12,42

09/2017	6,51	4,15	9,33	9,17	3,42	5,75	4,78	6,89	4,15	7,17
10/2017	5,31	2,00	8,60	8,91	1,74	4,48	1,71	6,91	1,89	7,40
11/2017	-0,83	-3,29	2,04	1,21	-3,28	-1,32	-3,63	-0,05	-2,90	1,31
12/2017	-2,97	-6,04	0,11	-0,08	-5,86	-3,96	-6,25	-3,42	-5,51	-0,65
01/2018	-2,38	-5,35	0,34	-0,04	-4,46	-2,67	-3,09	-2,55	-4,70	-0,33
02/2018	-3,66	-7,50	0,35	-0,09	-7,41	-4,31	-3,91	-5,31	-7,73	-0,28
03/2018	-2,39	-4,81	0,27	-0,10	-4,93	-3,10	-3,35	-3,71	-5,11	-0,22
04/2018	-1,05	-2,08	0,16	-0,06	-2,22	-1,79	-2,12	-1,43	-3,41	-0,19
05/2018	-0,07	-0,08	0,02	-0,04	-0,19	-0,81	-0,87	-0,14	-2,09	-0,15
06/2018	6,23	6,02	5,74	7,90	5,25	1,89	-0,15	5,76	-0,13	2,09
07/2018	11,62	10,70	13,47	12,94	9,37	6,88	5,00	10,40	1,84	10,27
08/2018	12,07	10,28	14,65	14,06	9,29	10,52	10,77	11,11	8,63	11,55
09/2018	9,68	6,97	12,97	12,55	6,21	8,52	7,89	9,60	6,58	10,03
10/2018	3,49	1,15	6,10	5,73	0,97	2,41	0,84	3,91	0,99	3,89
11/2018	0,08	-0,63	1,11	0,35	-0,52	-0,33	-1,04	0,27	-0,82	0,26
12/2018	-0,43	-1,24	0,55	0,02	-1,06	-0,62	-1,15	0,17	-1,69	0,18
01/2019	-3,73	-5,34	-1,25	-2,39	-5,94	-4,24	-6,99	-3,13	-6,53	-0,32
02/2019	-4,23	-6,14	-0,54	ND	-6,02	-3,36	-4,70	-2,85	-5,45	-0,43
03/2019	-3,30	-4,90	-0,10	ND	-4,91	-2,41	-4,97	-0,27	-4,20	-0,18
04/2019	-1,22	-1,70	-0,08	ND	-1,88	-1,17	-2,56	-0,27	-1,68	-0,17
05/2019	0,32	-0,11	1,28	ND	-0,19	-0,56	-0,93	-0,13	-1,04	-0,16
06/2019	6,77	6,15	9,64	ND	4,50	3,49	0,88	6,52	-0,16	6,74
07/2019	13,23	12,86	15,44	ND	11,39	12,81	13,64	12,84	10,75	14,01
08/2019	11,67	10,67	14,69	ND	9,64	11,42	11,99	11,33	10,35	12,02
09/2019	8,37	6,43	11,01	10,28	5,78	7,64	7,00	8,36	5,39	9,80
10/2019	4,10	2,35	6,01	5,93	2,12	2,92	2,34	3,67	0,72	4,95
11/2019	-0,11	-1,32	1,31	1,14	-1,57	-0,75	-0,37	-1,57	-1,58	0,53
12/2019	-1,03	-3,28	0,63	0,60	-2,05	-1,07	-0,58	-2,23	-1,83	0,35
01/2020	-1,99	-4,69	0,39	0,35	-4,03	-0,93	-0,41	-1,96	-1,58	0,25
02/2020	-1,86	-4,24	0,27	0,23	-3,68	-0,75	-0,37	-0,73	-1,58	-0,30
03/2020	-0,90	-2,14	0,20	0,20	-1,87	-0,91	-0,26	-1,00	-1,64	-0,74
04/2020	-0,28	-0,71	0,12	0,14	-0,69	-0,95	-0,12	-0,92	-1,77	-0,97
05/2020	1,61	1,51	1,33	2,75	0,86	-0,44	-0,09	1,29	-1,67	-1,28
06/2020	6,88	5,88	8,44	8,15	5,06	1,26	-0,11	4,56	-1,70	2,30
07/2020	13,82	12,96	15,46	15,19	11,67	10,53	11,51	11,53	8,40	10,66
08/2020	12,34	10,85	14,56	14,02	9,94	10,07	11,63	11,06	8,57	9,02
09/2020	7,19	4,36	10,17	9,51	4,70	5,48	5,88	7,39	3,59	5,05
10/2020	0,38	-0,77	1,18	1,23	-0,13	-0,23	0,30	1,51	-1,42	-1,30
11/2020	0,70	-1,63	2,56	2,84	-0,96	-0,56	-0,13	0,84	-1,73	-1,23
12/2020	-1,78	-3,45	0,06	-0,27	-3,47	-2,01	-0,48	-3,19	-2,35	-2,02
01/2021	-2,81	-5,54	0,34	-0,08	-5,94	-3,28	-0,99	-6,01	-5,08	-1,04
02/2021	-1,97	-3,09	0,30	ND	-3,12	-1,48	-0,46	-2,05	-2,78	-0,64
03/2021	-1,26	-2,75	0,27	0,01	-2,57	-1,18	-0,34	-1,05	-2,79	-0,52
04/2021	-0,91	-1,93	0,16	0,03	-1,88	-0,82	-0,16	-0,72	-1,87	-0,53
05/2021	0,38	0,58	0,12	0,14	0,67	-0,06	-0,10	0,92	-1,52	0,46
06/2021	7,32	6,41	8,28	8,47	6,10	2,68	-0,08	4,97	1,18	4,66
07/2021	11,60	9,95	13,87	13,07	9,52	9,45	10,97	8,86	8,53	9,46
08/2021	12,76	10,30	15,79	14,99	9,96	10,78	11,76	10,91	8,86	11,58
09/2021	7,33	5,25	9,43	9,18	5,45	6,30	6,86	6,59	4,56	7,19
10/2021	4,03	0,55	7,37	7,55	0,67	2,93	1,08	5,42	-0,30	5,52

11/2021	-0,75	-2,36	1,11	0,60	-2,33	-1,33	-1,96	-0,49	-2,30	-0,58
12/2021	-1,86	-3,85	0,48	-0,06	-4,03	-1,86	-1,88	-0,99	-3,48	-1,08
01/2022	-3,01	-6,16	0,43	0,10	-6,40	-2,71	-1,15	-1,46	-7,19	-1,06
02/2022	-2,55	-5,24	0,38	0,03	-5,36	-3,03	-4,19	-1,86	-4,93	-1,13
03/2022	-1,39	-2,84	0,28	0,03	-3,04	-2,07	-2,59	-1,41	-3,16	-1,10
04/2022	-0,89	-1,74	0,20	0,00	-2,00	-1,32	-1,20	-0,67	-2,31	-1,10
05/2022	4,11	1,30	7,29	5,93	1,92	-0,22	-0,28	0,92	-1,32	-0,19
06/2022	10,30	9,11	12,04	11,31	8,74	8,75	9,92	8,75	8,10	8,25
07/2022	14,63	12,90	17,12	16,24	12,25	13,26	15,02	13,22	12,08	12,74
08/2022	12,65	10,04	15,76	15,12	9,69	10,55	12,01	11,02	9,17	10,00
MES	MED	N	S	E	W	MED	N	S	E	W
T °C	Bacías (2731 m)					Robiñera, Morrón de Sobresplucas (2827 m)				

A continuación, podemos ver en las gráficas de la evolución de las temperaturas de las cuatro cimas desde septiembre de 2012 hasta agosto de 2022. En general, se observa una tendencia lenta pero sostenida hacia un aumento de la temperatura media tal como reflejan las líneas de tendencia, 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 consultar en las tablas.





8.1.2. Evolución del periodo vegetativo

En la siguiente tabla podemos comparar el PV promedio del periodo estudiado, 2012-21, en la ZP ES-SPY. El PV medio de la cima inferior, **Tres Güegas** (2302 m) es de más de **cinco meses (158,7 días)**. La orientación con PV más corto es la Norte, con una media de 128 días (4,3 meses), y más largo la Sur y Oeste con 173 días (5,8 meses). La diferencia de PV entre ambas vertientes es de mes y medio (45 días).

En el **Vértice de Anayet** (2555 m), el PV es similar a la cima anterior, **más de cinco meses (158,9 días)**. Su orientación más fría también es la Norte (125,5 días, 4,2 meses), mientras que las más cálidas son la Este (190 días, 6,3 meses) y Sur (186,6 días, 6,2 meses). La diferencia de PV entre las vertientes extremas es de 64,5 días (2,15 meses).

En **Bacías** (2731 m), el PV es de poco **menos de cuatro meses (127,6 días)**. Su cara con periodo más corto es la Oeste con 105,9 días (3,5 meses), que por su posición topográfica alberga más tiempo la nieve. El PV más largo está en sus caras Este (147,6 días) y Sur con (146,4 días) es decir, 4,9 meses. La diferencia de PV entre las vertiente más fría y más cálida es de 34,7 días, poco más de un mes.

En **Robiñera** (2827 m), el PV es de **tres meses y medio (105,6 días)**. El PV más corto lo encontramos en su cara Este, 80,2 días (2,7 meses), vertiente algo más protegida del viento que la Norte que es de 85,6 días (2,9 meses) y es barrida por los frentes. La orientación más propicia para la vegetación es la Sur con 134 días (4,5 meses). La diferencia de PV entre las vertientes más extremas es de 53,8 días (1,8 meses).

Si miramos cual es el **gradiente altitudinal del PV**, en la zona piloto ES-SPY, en promedio, el PV desciende 10,1 días cada 100 m de altitud.

Tablas del periodo vegetativo (PV) anual en la ZP ES-SPY (2012-2021), 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	132	190	185	137	161,0
2013	108	150	144	155	139,3	115	152	166	124	139,3
2014	135	171	170	179	163,8	137	164	194	143	159,5
2015	141	212	184	195	183,0	127	240	230	139	184,0
2016	114	163	156	163	149,0	119	189	179	127	153,5
2017	136	188	154	194	168,0	123	219	216	135	173,3
2018	122	157	168	167	153,5	121	166	173	134	148,5
2019	136	173	157	ND	155,3	131	200	200	138	167,3
2020	ND	169	156	ND	162,5	121	170	177	125	148,3
2021	125	171	154	172	155,5	129	176	183	131	154,8
MEDIA DÍAS	128,2	173,0	159,9	173,3	158,7	125,5	186,6	190,3	133,3	158,9
DESV. EST.	11,6	17,2	11,2	15,0	11,7	6,8	27,1	20,1	6,4	13,2
MEDIA MESES	4,3	5,8	5,3	5,8	5,3	4,2	6,2	6,3	4,4	5,3
MEDIA DÍAS CIMA	158,6 ± 22,7					158,9 ± 34,4				
MEDIA MESES CIMA	5,3					5,3				

Días de PV ANUAL	Bacías (2731 m)					Robiñera (2827 m)				
AÑO	N	S	E	W	MED	N	S	E	W	MED
2012	118	155	148	114	133,8	102	136	94	124	114,0
2013	110	130	129	98	116,8	89	116	88	96	97,3
2014	117	144	142	110	128,3	58	148	63	140	102,3

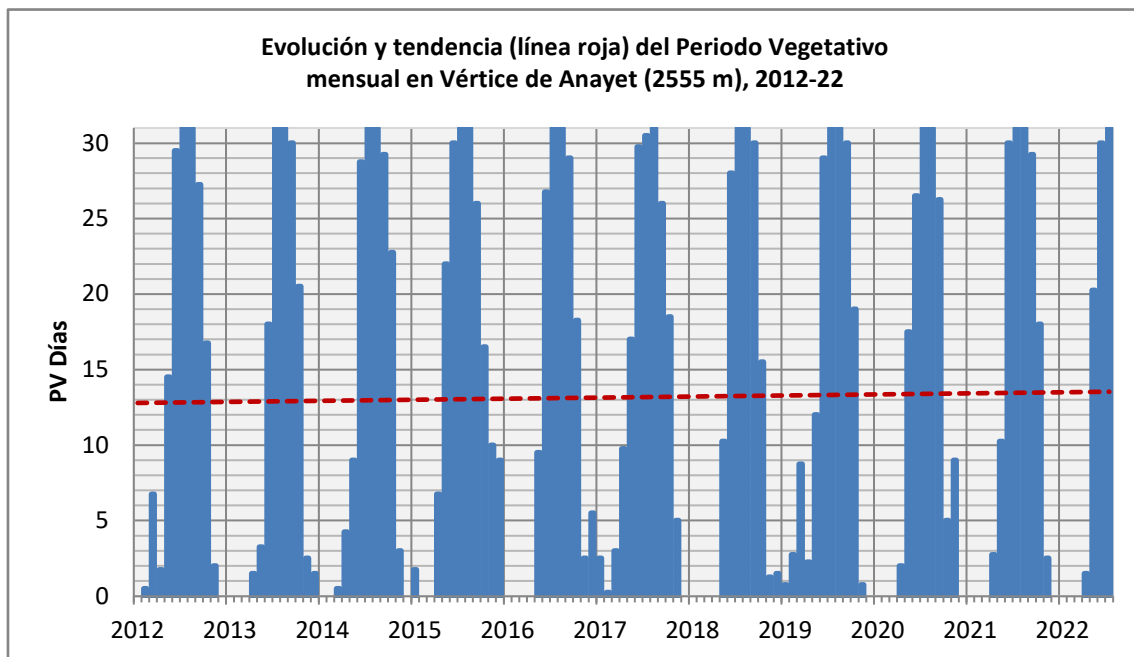
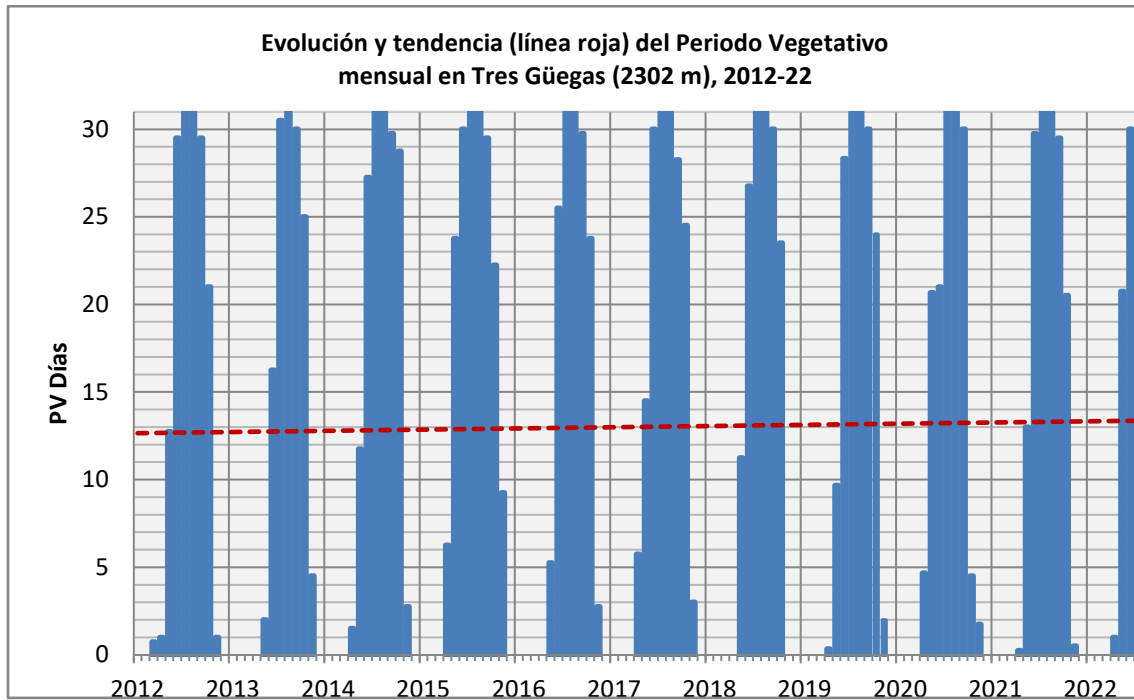
2015	126	197	189	112	156,0	105	154	91	129	119,8
2016	101	133	127	93	113,5	77	126	73	120	99,0
2017	107	163	178	95	135,8	76	156	79	154	116,3
2018	109	127	132	108	119,0	77	123	68	112	95,0
2019	118	145	ND	110	124,3	99	125	89	125	109,5
2020	109	122	132	108	117,8	83	117	69	88	89,3
2021	114	148	151	111	131,0	90	139	88	138	113,8
MEDIA DÍAS	102,8	135,2	131,3	94,3	115,4	78,9	119,4	72,7	109,9	95,2
DESV. EST.	13,5	16,6	14,1	11,3	10,5	18,2	10,5	14,9	18,7	10,4
MEDIA MESES	3,4	4,5	4,4	3,1	3,9	2,6	4,0	2,4	3,7	3,2
MEDIA DÍAS CIMA	127,7 ± 24,7					105,6 ± 27,7				
MEDIA MESES CIMA	4,26					3,5				

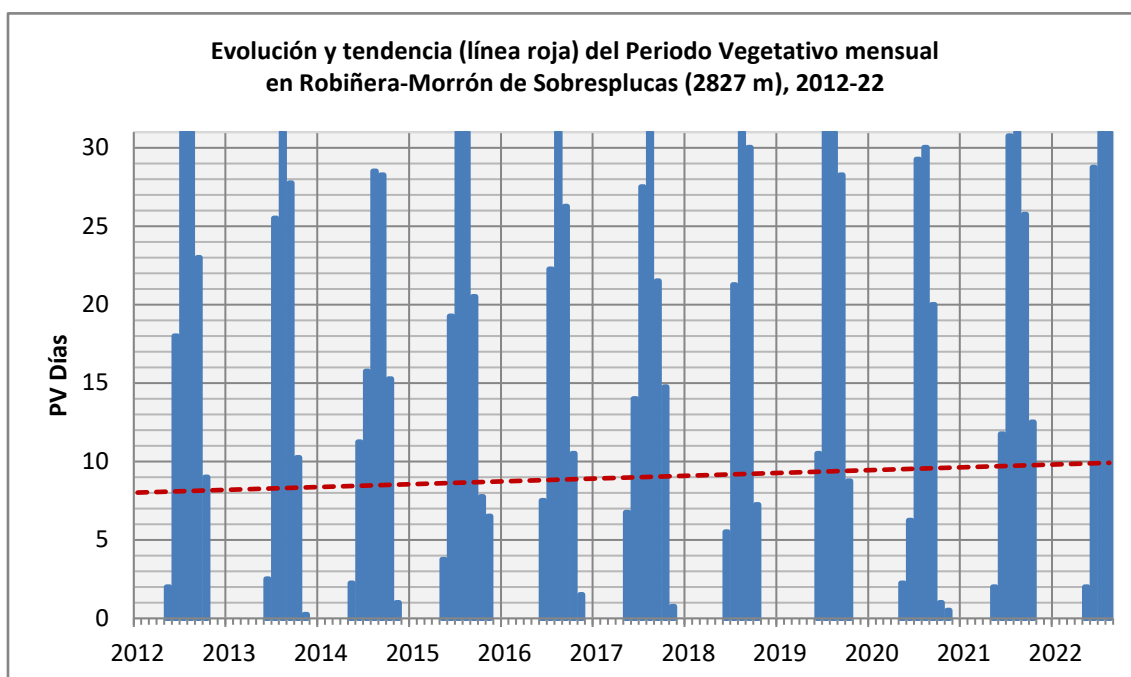
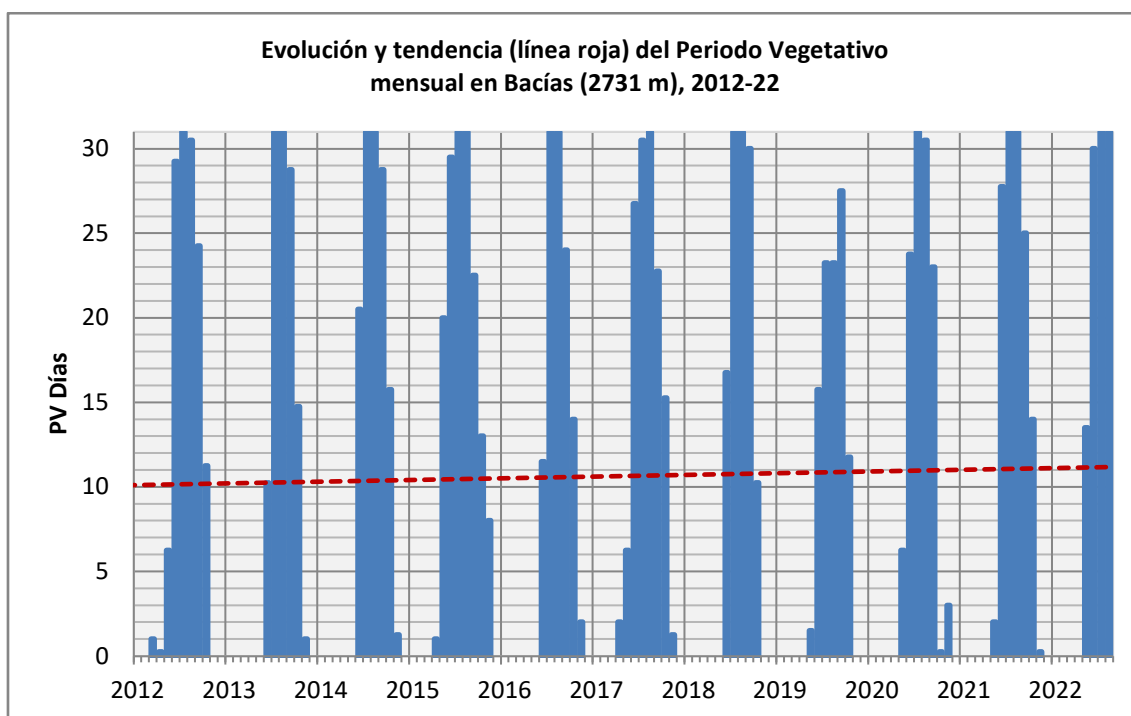
Tabla del periodo vegetativo (días con la temperatura media diaria ≥ 4 °C) al mes, desde septiembre 2011 al mes de agosto 2022, por cimas y orientaciones

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	29,5	29	31	31	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	0,5	0	1	1	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
03/2012	0,8	0	3	0	0	6,8	0	15	12	0	1,0	0	3	1	0	0,0	0	0	0	0
04/2012	1,0	0	4	0	0	1,8	0	4	3	0	0,3	0	1	0	0	0,0	0	0	0	0
05/2012	12,8	5	16	12	18	14,5	9	19	19	11	6,3	4	7	12	2	2,0	0	8	0	0
06/2012	29,5	29	30	30	29	29,5	29	30	30	29	29,3	28	31	30	28	18,0	15	27	7	23
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
08/2012	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	30,5	30	31	31	30	31,0	31	31	31	31
09/2012	29,5	29	30	30	29	27,3	24	30	30	25	24,3	20	31	28	18	23,0	20	26	20	26
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	10,3	12	9	9	11	2,5	0	10	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	30,0	30	30	30	30	28,8	31	31	31	22	27,8	29	30	23	29
10/2013	25,0	18	31	24	27	20,5	10	31	30	11	14,8	5	26	25	3	10,3	5	14	5	17
11/2013	4,5	0	10	3	5	2,5	0	4	6	0	1,0	0	2	2	0	0,3	0	0	0	1
12/2013	0,0	0	0	0	0	1,5	0	4	2	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	0,5	0	0	2	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
04/2014	1,5	0	0	0	6	4,3	0	0	17	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
05/2014	11,8	0	14	15	18	9,0	3	7	18	8	0,0	0	0	0	0	2,3	0	9	0	0
06/2014	27,3	22	27	30	30	28,8	27	30	30	28	20,5	21	21	20	20	11,3	0	23	ND	22

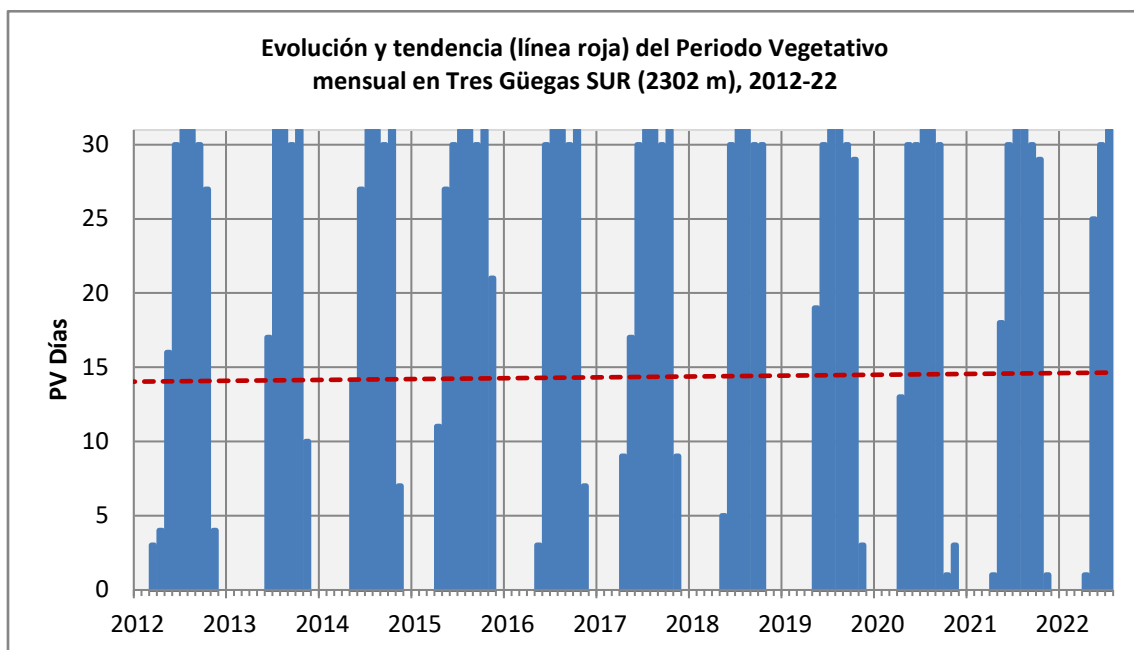
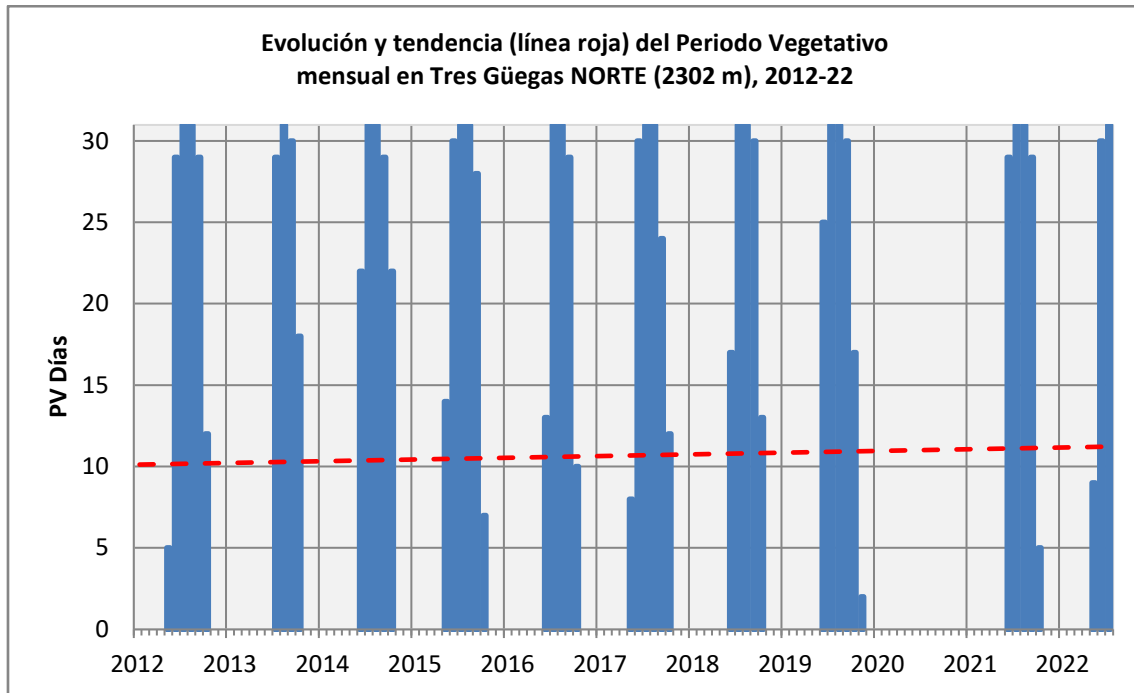
07/2014	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	15,8	0	31	ND	31
08/2014	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	28,5	21	31	31	31
09/2014	29,8	29	30	30	30	29,3	29	30	30	28	28,8	27	31	31	26	28,3	28	30	25	30
10/2014	28,8	22	31	31	31	22,8	16	29	29	17	15,8	7	27	27	2	15,3	9	22	6	24
11/2014	2,8	0	7	2	2	3,0	0	6	6	0	1,3	0	3	2	0	1,0	0	2	0	2
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	1,8	0	6	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	6,8	0	13	14	0	1,0	0	4	0	0	0,0	0	0	0	0
05/2015	23,8	14	27	28	26	22,0	11	30	27	20	20,0	16	27	25	12	3,8	0	15	0	0
06/2015	30,0	30	30	30	30	30,0	30	30	30	30	29,5	30	31	31	26	19,3	25	26	13	13
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	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31
09/2015	29,5	28	30	30	30	26,0	21	30	30	23	22,5	17	31	31	11	20,5	18	24	16	24
10/2015	22,3	7	31	23	28	16,5	3	30	29	4	13,0	1	27	23	1	7,8	0	15	0	16
11/2015	9,3	0	21	2	14	10,0	0	21	19	0	8,0	0	15	17	0	6,5	0	12	0	14
12/2015	0,0	0	0	0	0	9,0	0	18	18	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	5,3	0	3	9	9	9,5	0	16	16	6	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
06/2016	25,5	13	30	30	29	26,8	23	30	29	25	11,5	14	11	9	12	7,5	0	19	0	11
07/2016	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	22,3	13	31	14	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	29,8	29	30	30	30	29,0	28	30	30	28	24,0	19	31	31	15	26,3	27	27	23	28
10/2016	23,8	10	31	24	30	18,3	6	31	30	6	14,0	6	25	21	4	10,5	6	15	5	16
11/2016	2,8	0	7	1	3	2,5	0	5	5	0	2,0	0	4	4	0	1,5	0	3	0	3
12/2016	0,0	0	0	0	0	5,5	0	15	7	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
01/2017	0,0	0	0	0	0	2,5	0	8	2	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
02/2017	0,0	0	0	0	0	0,3	0	0	1	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
03/2017	0,0	0	0	0	0	3,0	0	4	8	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
04/2017	5,8	0	9	0	14	9,8	0	19	20	0	2,0	0	0	8	0	0,0	0	0	0	0
05/2017	14,5	8	17	9	24	17,0	7	23	24	14	6,3	0	9	16	0	6,8	0	15	0	12
06/2017	30,0	30	30	30	30	29,8	29	30	30	30	26,8	25	31	31	20	14,0	0	28	0	28
07/2017	31,0	31	31	31	31	30,5	30	31	31	30	30,5	30	31	31	30	27,5	22	30	28	30
08/2017	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31
09/2017	28,3	24	30	29	30	26,0	21	30	30	23	22,8	17	31	31	12	21,5	19	25	17	25
10/2017	24,5	12	31	24	31	18,5	5	31	31	7	15,3	4	27	28	2	14,8	4	26	3	26
11/2017	3,0	0	9	0	3	5,0	0	12	8	0	1,3	0	3	2	0	0,8	0	1	0	2
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	11,3	0	5	22	18	10,3	0	12	21	8	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
06/2018	26,8	17	30	30	30	28,0	24	30	29	29	16,8	17	14	19	17	5,5	0	15	0	7
07/2018	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	21,3	16	31	7	31
08/2018	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31
09/2018	30,0	30	30	30	30	30,0	30	30	30	30	30,0	29	31	31	29	30,0	30	30	30	30
10/2018	23,5	13	30	24	27	15,5	5	27	25	5	10,3	1	20	20	0	7,3	0	16	0	13
11/2018	0,0	0	0	0	0	1,3	0	3	2	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
12/2018	0,0	0	0	0	0	1,5	0	2	4	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0

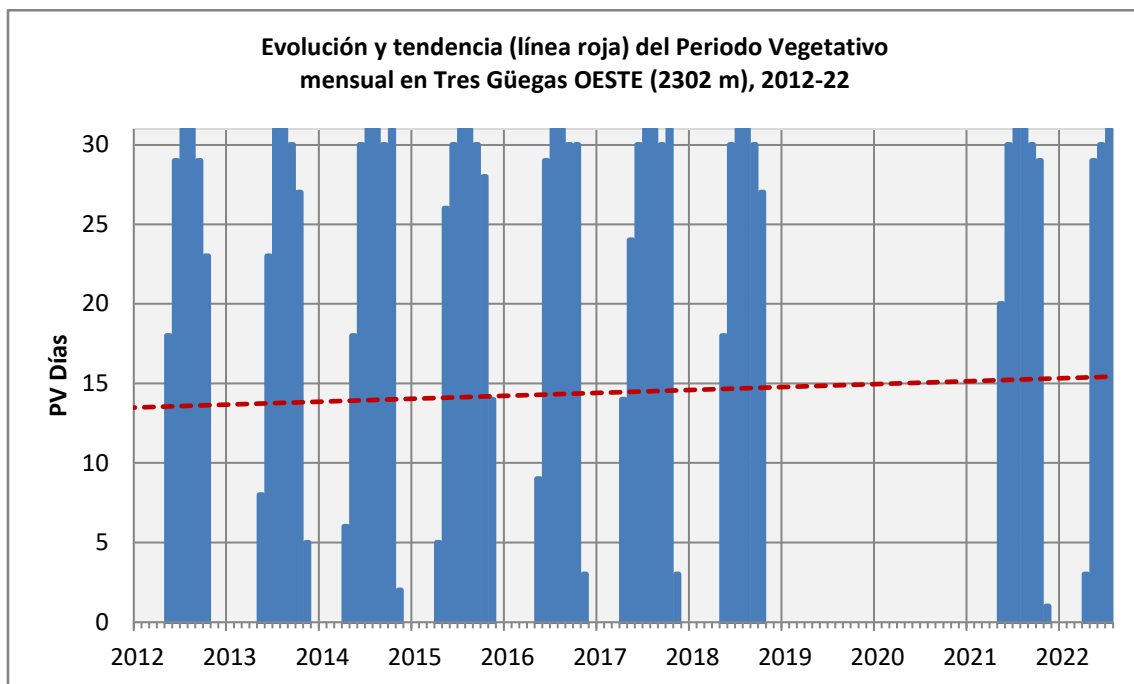
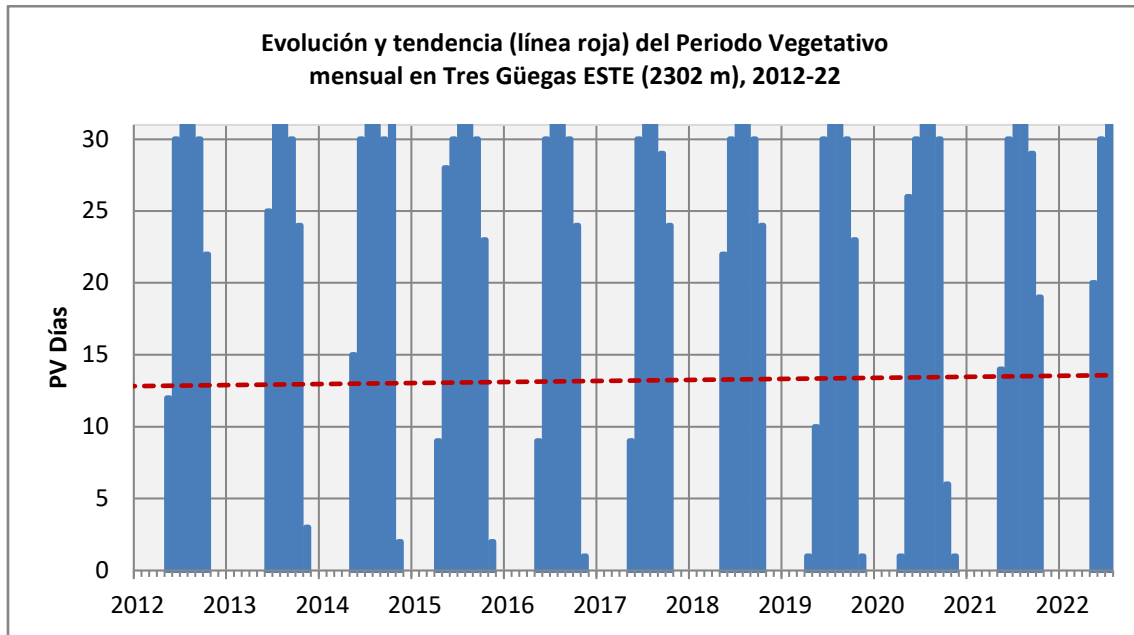
01/2019	0,0	0	0	0	0	0,8	0	0	3	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
02/2019	0,0	0	0	0	0	2,8	0	3	8	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
03/2019	0,0	0	0	0	N/D	8,8	0	18	17	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
04/2019	0,3	0	0	1	N/D	2,3	0	5	4	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
05/2019	9,7	0	19	10	N/D	12,0	1	24	20	3	1,5	0	6	0	0	0,0	0	0	0	0
06/2019	28,3	25	30	30	N/D	29,0	26	30	30	30	15,8	18	30	0	15	10,5	3	20	0	19
07/2019	31,0	31	31	31	N/D	31,0	31	31	31	31	23,3	31	31	0	31	31,0	31	31	31	31
08/2019	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	23,3	31	31	0	31	31,0	31	31	31	31
09/2019	30,0	30	30	30	30	30,0	30	30	30	30	27,5	29	31	23	27	28,3	29	30	24	30
10/2019	24,0	17	29	23	27	19,0	12	26	25	13	11,8	9	16	16	6	8,8	5	13	3	14
11/2019	2,0	2	3	1	2	0,8	0	2	1	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
12/2019	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
01/2020	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
02/2020	0,0	0	0	0	N/D	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
03/2020	0,0	0	0	0	N/D	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
04/2020	4,7	0	13	1	N/D	2,0	0	4	4	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
05/2020	20,7	6	30	26	N/D	17,5	11	23	22	14	6,3	7	4	9	5	2,3	0	9	0	0
06/2020	21,0	3	30	30	N/D	26,5	24	29	28	25	23,8	22	28	27	18	6,3	0	15	0	10
07/2020	31,0	N/D	31	31	N/D	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	29,3	28	31	27	31
08/2020	31,0	N/D	31	31	N/D	31,0	31	31	31	31	30,5	30	31	31	30	30,0	31	31	29	29
09/2020	30,0	N/D	30	30	N/D	26,3	24	28	29	24	23,0	19	25	24	24	20,0	24	25	13	18
10/2020	4,5	2	1	6	9	5,0	0	8	12	0	0,3	0	0	1	0	1,0	0	4	0	0
11/2020	1,8	0	3	1	3	9,0	0	16	20	0	3,0	0	3	9	0	0,5	0	2	0	0
12/2020	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
01/2021	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
02/2021	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
03/2021	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
04/2021	0,3	0	1	0	0	2,8	0	1	10	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
05/2021	13,0	0	18	14	20	10,3	3	16	16	6	2,0	5	0	0	3	2,0	0	4	0	4
06/2021	29,8	29	30	30	30	30,0	30	30	30	30	27,8	27	27	31	26	11,8	0	21	7	19
07/2021	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	30,8	31	31	30	31
08/2021	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31
09/2021	29,5	29	30	29	30	29,3	29	30	30	28	25,0	20	30	30	20	25,8	26	28	20	29
10/2021	20,5	5	29	19	29	18,0	5	31	31	5	14,0	0	29	27	0	12,5	2	24	0	24
11/2021	0,5	0	1	0	1	2,5	0	6	4	0	0,3	0	0	1	0	0,0	0	0	0	0
12/2021	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
01/2022	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
02/2022	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
03/2022	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
04/2022	1	0	1	0	3	1,5	0	0	6	0	0,0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
05/2022	20,8	9	25	20	29	20,3	11	25	28	17	13,5	6	21	19	8	2,0	0	5	0	3
06/2022	30	30	30	30	30	30,0	30	30	30	30	30,0	30	30	30	30	28,8	28	30	28	29
07/2022	31	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31	31,0	31	31	31	31
08/2022		*	*	*	*	*	*	*	*	*	31,0	31	31	31	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)				





En Tres Güegas hemos tenido fallos en los termómetros en dos de las vertientes, por lo que hemos decidido aportar también las gráficas de los termómetros por separado.





8.2. La T y el PV en la zona piloto ES-MON (Sistema Ibérico - Moncayo)

Hemos analizado los datos de los 16 termómetros automáticos que tenemos instalados desde verano de 2012 en la zona piloto ES-MON, Sistema Ibérico-Moncayo, correspondiente a la alta montaña ibérica silíceo.

8.2.1. Evolución de la temperatura del suelo

Durante el periodo 2013-21, en la cima de **Peña Negrilla** (2118 m), la T media anual es de **5,65°C**; la orientación más cálida es la Sur (6,8°C), mientras que la más fría es la Este (4,74°C).

La T promedio anual de la **Peña Lobera** (2226 m) es de **5,3°C**; la orientación más cálida es la Oeste (5,9°C). La orientación más fría es la Sur!!! (4,7°C).

La T promedio anual de la **Peña Morca** (2274 m) es de **4,8°C**; la orientación más cálida es la Sur (6,1°C). La orientación más fría es la Este (3,6°C).

La T promedio anual del **Moncayo-Peña San Miguel** (2314 m) es de **4,7°C**; la orientación más cálida es la Sur (5,7°C). La orientación más fría es la Oeste (4,1°C).

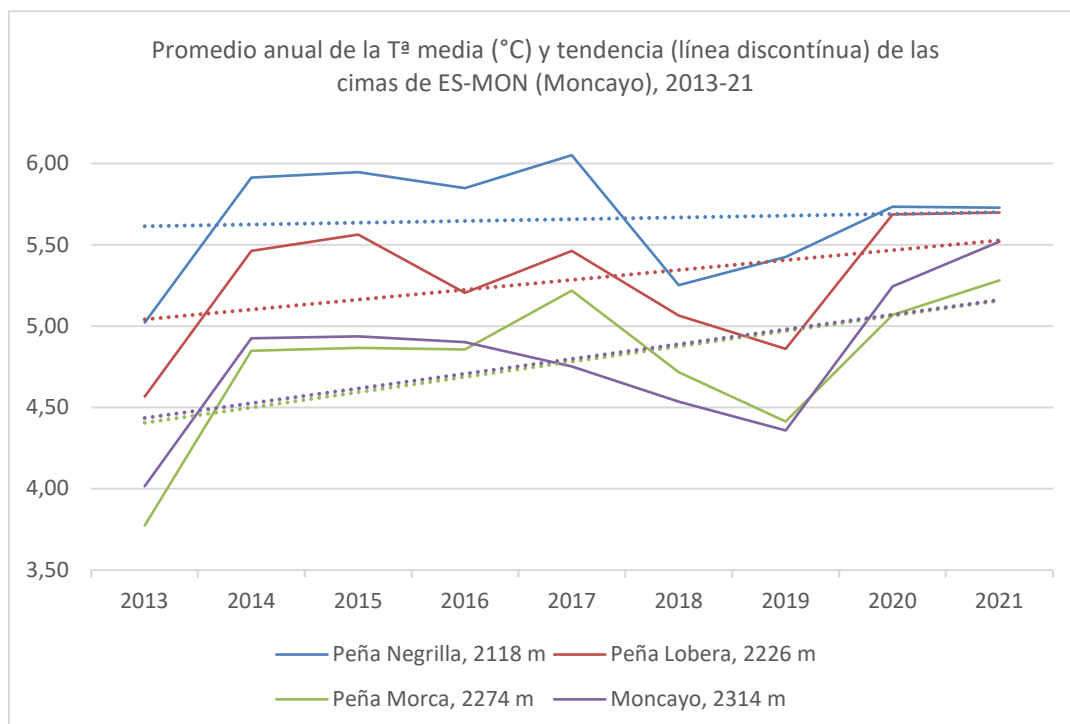
A continuación, exponemos las tablas que resumen la temperatura del suelo en las cuatro cimas de la ZP Moncayo, tanto en su forma sintética anual, como mensual por orientaciones. Podemos observar que el año más frío del periodo, en todos los casos fue 2013, al igual que en el Pirineo, mientras que el más cálido fue el 2021, salvo para Peña Negrilla que fue el 2017, a la espera de los datos que obtengamos de 2022, pues en este año ya hemos registrado varios hitos de temperaturas máximas absolutas en varias orientaciones, tal como se puede comprobar en la tabla de máximas y mínimas absolutas que se puede consultar más adelante.

T (°C)	Peña Negrilla	Peña Lobera	Peña Morca	Moncayo
Año/Alt.	2118 m	2226 m	2274 m	2314 m
2013	5,02	4,57	3,77	4,02
2014	5,91	5,46	4,85	4,93
2015	5,95	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
2019	5,42	4,86	4,41	4,36
2020	5,73	5,69	5,07	5,24
2021	5,73	5,70	5,28	5,52
Promedio	5,65	5,29	4,78	4,76
Desv. Est.	0,84	0,68	1,07	0,77
Tabla de la temperatura media anual por cimas en ES-MON (Moncayo), 2013-2021				
(*año con falta de datos en alguna de las exposiciones).				

Tablas de las temperaturas medias anuales (°C) en ES-MON (Moncayo), de 2013 a 2021, por orientaciones y en promedio de la cima

	Peña Negrilla (2118 m)				Peña Lobera (2226 m)			
AÑO	N	S	E	W	N	S	E	W
2013	4,47	5,94	4,59	5,09	4,88	4,07	4,38	4,93
2014	5,38	6,94	5,13	6,20	5,61	5,09	5,33	5,81
2015	5,63	7,07	5,01	6,08	5,61	5,11	5,55	5,98
2016	5,42	7,11	4,74	6,12	5,87	4,55	5,19	N/D
2017	5,90	7,36	4,71	6,25	6,07	4,79	5,54	N/D
2018	5,03	6,42	4,13	5,43	5,59	4,56	5,04	N/D
2019	5,35	6,59	4,26	5,49	5,48	4,09	4,02	5,86
2020	6,12	N/D	4,97	6,12	6,33	5,12	4,89	6,41
2021	5,93	N/D	5,11	6,15	6,21	5,28	4,79	6,51
MED	5,47	6,78	4,74	5,88	5,74	4,74	4,97	5,92
DEST	0,51	0,49	0,36	0,43	0,44	0,45	0,52	0,56

	Peña Morca (2274 m)				Moncayo (2314 m)			
AÑO	N	S	E	W	N	S	E	W
2013	3,33	5,09	2,54	4,13	3,12	4,97	4,33	3,64
2014	4,41	5,97	3,89	5,12	4,37	5,80	5,07	4,46
2015	4,21	6,17	3,50	5,58	4,09	5,75	5,24	4,66
2016	4,35	6,24	3,74	5,09	4,31	6,00	5,12	4,17
2017	4,51	6,66	3,99	5,70	4,22	N/D	5,48	4,55
2018	4,13	6,10	3,59	5,04	3,99	5,53	4,77	3,84
2019	3,76	5,87	3,06	4,95	3,88	5,55	4,56	3,44
2020	4,37	6,42	3,93	5,55	4,79	5,63	5,31	N/D
2021	4,82	6,57	4,22	5,51	5,03	6,24	5,30	N/D
MED	4,21	6,12	3,61	5,19	4,20	5,68	5,02	4,11
DEST	0,44	0,47	0,52	0,48	0,55	0,37	0,38	0,48



Tablas de la temperatura media mensual (°C) en ES-MON, 2012-2022, por orientaciones (* series de datos incompletas)								
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	7,16	7,01	6,79	5,94	6,12	7,35
11/2013	0,44	2,51	2,76	2,14	1,34	-0,44	-0,43	1,45
12/2013	-1,04	0,78	0,90	0,84	-1,34	-1,68	-1,85	-1,00
01/2014	-1,11	0,42	0,26	0,40	-0,93	-0,47	-0,72	-0,54
02/2014	-1,22	0,36	-0,13	-0,01	-2,28	-0,90	-1,48	-1,36
03/2014	-0,18	0,29	-0,03	0,07	-0,73	-0,31	-0,68	-0,13
04/2014	4,32	6,27	2,88	5,24	3,73	3,47	3,89	3,83
05/2014	5,58	8,21	5,25	7,15	7,13	5,74	5,86	6,96
06/2014	10,93	11,57	8,19	10,70	11,26	9,98	10,53	10,86
07/2014	11,96	13,69	9,97	12,81	13,47	12,19	12,66	13,02
08/2014	14,96	16,14	12,07	14,55	14,78	13,43	14,94	14,56
09/2014	11,80	13,97	10,97	12,58	12,19	11,31	12,09	12,57
10/2014	7,34	8,84	7,67	7,99	7,45	7,44	7,58	8,08
11/2014	1,62	3,33	3,43	2,81	2,21	1,17	1,53	2,49
12/2014	-1,44	0,16	1,00	0,15	-0,92	-1,94	-2,22	-0,63
01/2015	-3,48	-0,01	-0,35	-0,73	-2,46	-2,29	-2,23	-1,60
02/2015	-2,78	-0,52	-0,60	-1,69	-3,08	-3,26	-3,70	-1,51
03/2015	-0,50	-0,03	-0,13	-0,26	-0,37	-0,14	-0,43	-0,22
04/2015	3,44	4,96	1,35	3,57	2,35	1,48	3,18	1,37
05/2015	7,79	8,12	5,23	7,23	7,45	6,77	7,05	7,19
06/2015	12,28	13,08	9,04	12,35	12,79	12,59	12,67	12,51
07/2015	19,56	19,53	13,30	17,91	18,59	18,01	19,70	18,35
08/2015	14,46	15,76	12,02	14,13	14,34	12,07	14,01	14,49
09/2015	8,08	11,09	8,87	9,90	9,47	8,21	8,60	9,98
10/2015	4,87	6,66	5,84	5,87	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	ND
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	16,42	16,67	10,85	15,60	16,24	13,13	13,12	15,75
08/2019	15,58	16,70	11,29	15,03	15,02	12,92	12,74	14,96
09/2019	10,15	12,12	8,99	10,63	10,77	9,09	8,80	11,32
10/2019	6,71	8,34	6,80	7,15	6,90	5,38	5,81	7,60
11/2019	0,06	2,08	2,72	1,51	1,09	-0,99	0,21	1,29
12/2019	-0,24	0,79	0,93	0,28	-0,05	-0,22	-0,53	0,25
01/2020	-0,85	0,20	0,42	-0,22	-0,62	-1,27	-1,01	0,39
02/2020	1,73	2,57	1,22	1,01	0,44	1,41	0,75	1,42
03/2020	1,30	1,76	1,31	1,13	0,97	0,58	0,57	1,22
04/2020	3,07	3,77	2,53	3,65	2,86	1,90	2,12	2,55
05/2020	9,69	9,93	6,23	9,04	9,49	8,43	7,31	9,46
06/2020	10,78	ND	7,79	10,36	11,82	8,64	8,27	10,23
07/2020	17,32	ND	11,27	16,37	17,93	16,39	15,29	16,95

08/2020	16,75	ND	11,88	15,49	16,15	13,22	13,53	15,82
09/2020	9,75	ND	8,87	10,61	10,87	9,79	9,08	11,38
10/2020	2,91	ND	4,31	3,62	3,85	2,30	2,30	4,22
11/2020	2,40	ND	3,35	2,79	2,59	2,47	1,96	3,49
12/2020	-1,45	ND	0,42	-0,42	-0,43	-2,44	-1,53	-0,16
01/2021	-2,01	ND	-0,32	-1,46	-1,42	-3,95	-2,62	-0,89
02/2021	0,37	ND	0,21	0,01	-0,04	-0,18	-0,33	0,08
03/2021	-0,37	ND	0,26	-0,15	-0,55	-0,98	-1,35	0,06
04/2021	2,27	ND	1,71	2,56	1,92	1,32	0,66	2,69
05/2021	5,28	ND	5,00	6,31	6,41	4,55	3,67	5,99
06/2021	10,74	ND	9,98	11,80	12,08	9,85	8,65	11,44
07/2021	14,88	ND	11,97	14,78	15,26	13,34	12,21	14,63
08/2021	16,47	ND	13,05	15,85	16,43	15,09	13,94	16,44
09/2021	9,76	ND	9,75	10,61	10,92	9,03	8,66	11,06
10/2021	5,20	7,71	5,68	5,80	6,00	5,75	4,77	7,49
11/2021	-0,63	1,29	1,61	0,44	0,37	-0,81	-0,73	0,92
12/2021	-0,28	0,70	1,14	0,30	0,18	-0,55	-0,11	0,77
01/2022	-2,50	-1,67	0,23	-0,77	-1,36	-2,04	-2,44	-0,22
02/2022	-0,53	-0,34	-0,53	-0,70	-0,71	-0,43	-0,87	0,02
03/2022	-0,33	0,03	-0,05	-0,15	-0,21	-0,55	-0,59	-0,01
04/2022	1,11	3,05	0,60	1,08	0,61	0,42	0,23	1,06
05/2022	8,81	10,02	5,97	8,29	8,84	7,77	6,89	9,18
06/2022	14,92	15,11	9,70	13,10	14,22	12,58	12,27	13,77
07/2022	19,78	21,21	13,18	18,76	19,23	19,67	17,92	18,81
08/2022	16,44	19,33	13,44	16,74	17,54	16,28	14,85	17,76
PROMEDIO	5,45	6,58*	4,76	5,86	5,73	4,72	4,90	5,67*
Orientación	N	S	E	W	N	S	E	W
T (°C)	Peña Negrilla (2118 m)				Peña Lobera (2226 m)			

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	14,23	16,47	13,38	14,93	14,95	16,04	14,66	13,21
08/2019	13,64	15,63	12,40	14,25	14,33	15,49	14,15	12,97
09/2019	7,84	11,14	8,11	10,16	8,57	10,95	9,51	7,80
10/2019	5,18	7,29	5,28	6,54	4,89	6,96	5,79	4,98
11/2019	-0,31	0,72	-1,29	0,88	0,17	0,75	0,65	-0,69
12/2019	-0,46	-0,20	-1,05	-0,11	-0,89	-0,20	0,19	-1,17
01/2020	-1,83	-0,02	-2,84	-0,47	-2,43	-0,45	-1,17	-1,86
02/2020	0,19	1,50	0,30	-0,08	-0,28	0,42	0,10	ND
03/2020	-0,98	0,84	-0,93	0,09	-0,27	0,68	0,15	ND
04/2020	0,68	2,20	-0,20	2,36	1,79	2,85	2,40	ND
05/2020	7,46	9,35	6,92	8,53	8,37	8,99	8,20	ND
06/2020	8,28	10,20	7,93	9,67	9,40	10,03	9,63	ND
07/2020	16,49	18,44	15,61	16,19	16,93	17,58	15,94	ND
08/2020	14,15	16,15	13,39	14,92	14,75	15,96	14,72	ND
09/2020	7,89	11,94	7,86	9,99	8,24	ND	9,36	ND
10/2020	1,32	3,70	1,39	3,29	1,92	3,59	2,90	ND
11/2020	1,14	3,10	1,08	2,38	1,19	2,88	1,97	ND
12/2020	-2,36	-0,39	-3,36	-0,22	-2,12	-0,56	-0,50	ND
01/2021	-2,67	-0,65	-4,48	-1,00	-4,38	-1,39	-1,42	ND
02/2021	-0,45	-0,16	-0,78	-0,19	-0,85	-0,26	-0,16	-0,66
03/2021	-2,13	-0,19	-1,50	-0,86	-2,01	-0,62	-0,37	-1,79
04/2021	0,07	2,89	-0,13	0,71	0,74	1,65	0,56	0,47
05/2021	3,91	5,25	3,73	4,46	4,84	5,27	4,53	3,66
06/2021	9,96	11,25	9,18	10,75	11,14	11,23	10,48	9,02
07/2021	15,03	15,22	13,29	13,67	15,03	15,23	13,69	13,12
08/2021	15,01	16,69	13,82	14,79	15,86	17,03	14,89	15,20
09/2021	8,51	10,51	8,32	10,17	9,42	10,98	9,86	8,26
10/2021	4,02	7,33	3,64	5,85	3,75	7,24	5,32	3,84
11/2021	-2,51	0,46	-2,83	0,29	-1,85	0,24	-0,15	-2,03
12/2021	-0,92	0,22	-1,13	0,06	-1,07	0,33	-0,13	-0,30
01/2022	-4,19	-0,36	-4,31	-1,12	-4,38	-0,59	-1,71	-3,46
02/2022	-2,08	-0,27	-2,47	-0,89	-2,60	-0,90	-1,57	-2,07
03/2022	-1,30	-0,04	-1,12	-0,37	-1,41	-0,39	-0,52	-1,21
04/2022	-0,19	1,31	-0,12	0,17	-0,30	0,09	0,32	-0,09
05/2022	7,22	9,04	5,32	6,93	8,18	8,68	6,68	6,95
06/2022	14,52	14,45	12,90	13,08	14,58	14,09	12,52	13,31
07/2022	19,78	20,60	18,69	17,74	19,85	19,67	17,38	19,54
08/2022	15,60	18,37	15,04	16,35	17,14	17,87	16,03	15,91

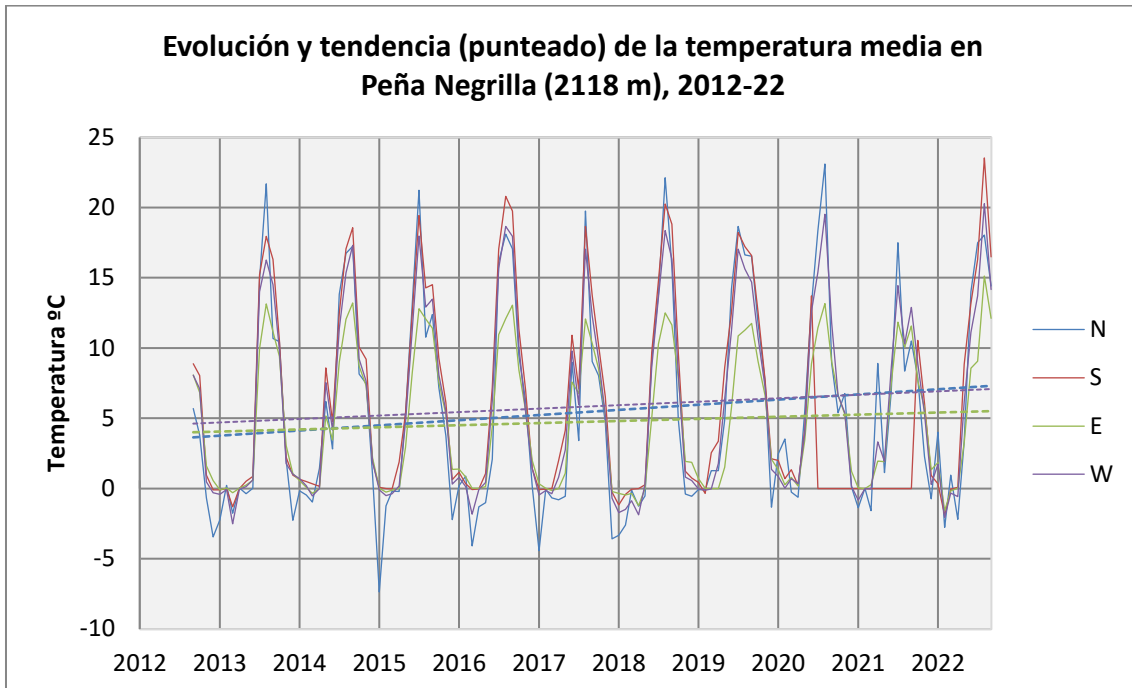
T (°C)	Peña Morca (2274 m)				Peña San Miguel - Moncayo (2314 m)			
Orientación	N	S	E	W	N	S	E	W
PROMEDIO	4,19	6,10	3,59	5,17	4,20	5,51*	5,00	4,18*

Tabla de temperaturas mínimas y máximas absolutas por orientación, 2012-2022								
T (°C) Fecha	MÍNIMAS ABSOLUTAS				MÁXIMAS ABSOLUTAS			
	N	S	E	W	N	S	E	W
NEG	-10,68 13/01/22	-5,78 28/01/22	-2,17 22/03/18	-5,41 22/3/18	37,62 29/06/19	28,51 15/7/22	20,34 9/8/22	28,33 15/7/22
LOB	-6,42 06/02/15	-12,14 11/01/19	-13,14 10/01/19	-4,45 11/01/19	33,64 23/06/20	37,25 13/07/15	33,44 15/07/15	28,31 17/7/22
MOR	-14,01 11/01/19	-6,07 11/01/19	-13,19 03/12/17	-3,68 21/03/21	31,17 15/7/22	31,84 15/07/15	28,13 18/7/22	24,61 29/07/20
MON	-10,87 11/01/19	-4,01 19/03/21	-7,56 11/01/19	-13,62 11/01/19	24,36 24/7/22	27,54 01/8/22	25,19 16/07/15	29,84 10/07/19

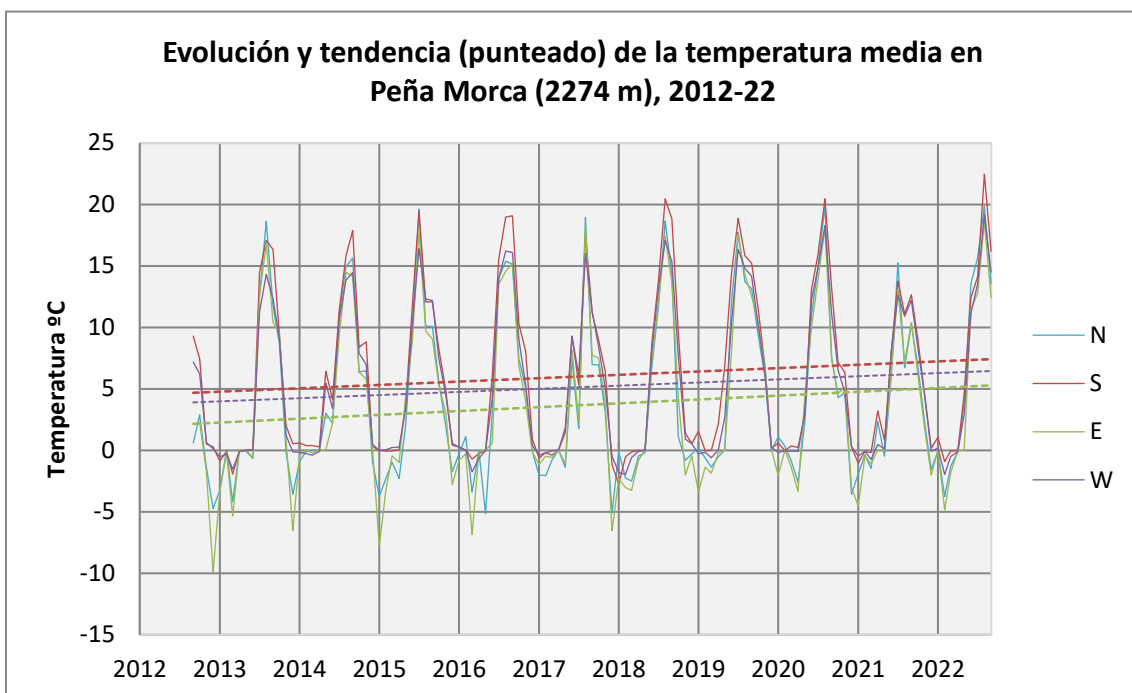
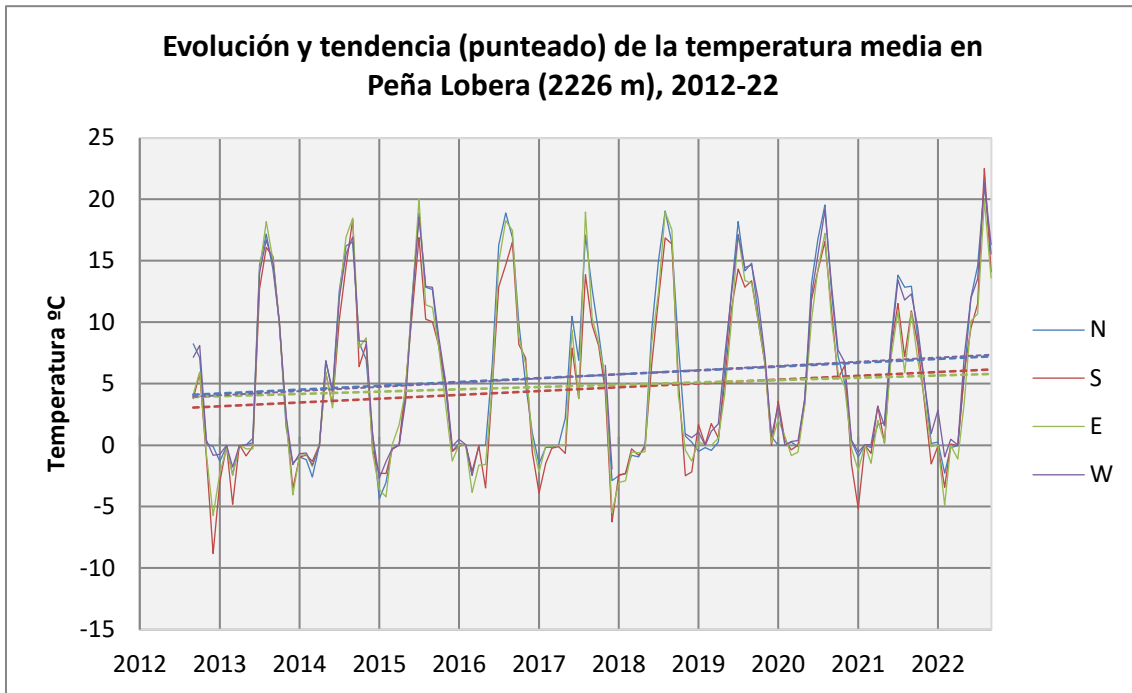
Los datos de T máxima y mínima absolutas de NEG-N se deben a que la parcela es muy pedregosa, apenas tiene suelo, por lo que las variaciones de temperatura son más acusadas y extremas.

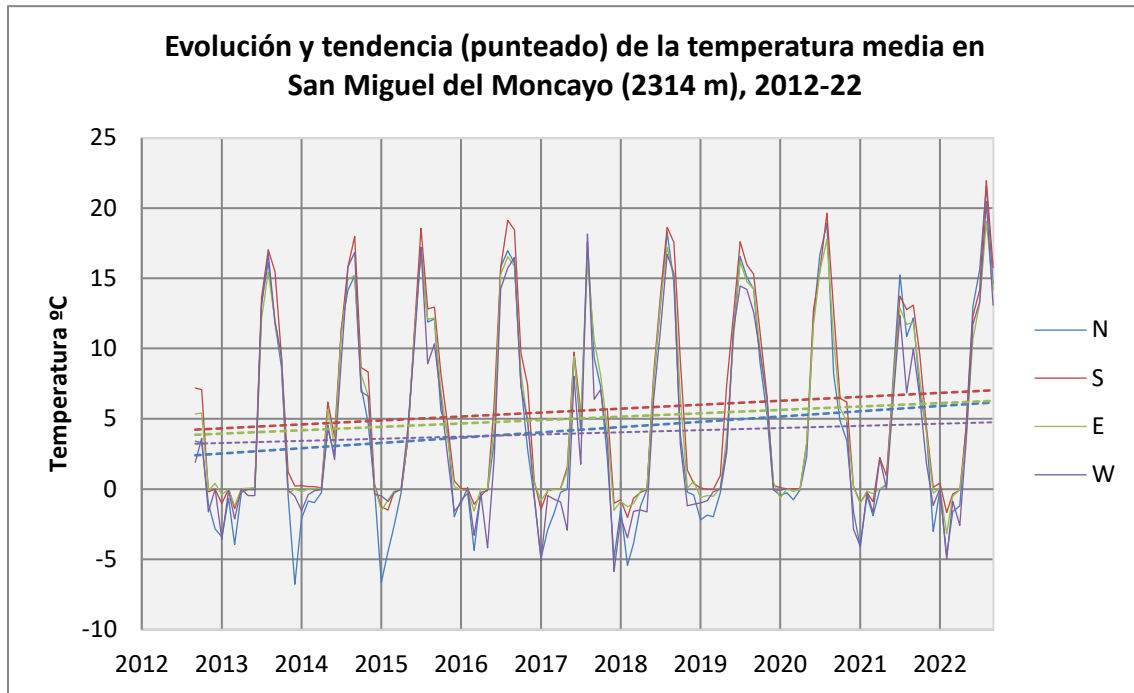
En este verano de 2022, que ha sido tan caluroso y con constantes y repetidas olas de calor, se han alcanzado en algunas de nuestras cimas la temperatura máxima absoluta desde que hacemos el estudio desde 2012: Negrilla S y E; Lobera W; Morca E y Moncayo N y S.

A continuación, exponemos las gráficas de la evolución y la tendencia de la temperatura en las cuatro cimas de la ZP del Moncayo, desde septiembre de 2012 hasta septiembre de 2022. En todas las cimas se observa una **tendencia acusada ascendente** de la temperatura.



No se ha añadido la línea de tendencia del sur pues faltan datos que distorsionan su interpretación.





8.2.2. Evolución del periodo vegetativo

El periodo vegetativo (PV) en las dos cimas inferiores, Peña Negrilla y Lobera, es de alrededor de seis meses (5,9 meses o 175,8 y 180,6 días, respectivamente). Las dos cimas superiores, Morca y Moncayo, tienen un PV similar de 5,35 meses (algo más de 160 días). La diferencia entre los extremos es de 21 días.

En la **Peña Negrilla** las orientaciones con el PV anual más corto son Este y Norte, con 170,9 y 175,8 días de media (c. 5,8 meses), mientras que en la cara Sur el PV se alarga casi tres semanas más (hasta los 194,4 días o 6,5 meses). La diferencia entre la vertiente más fría (Este) y más la más cálida (Sur) es de 23,5 días.

Curiosamente, en **Peña Lobera** las orientaciones con el PV más largo son la Oeste y Norte, con c. 183,3 días (6,1 meses) y 180,7 (6 meses) respectivamente. La más corta es la Sur con c. 167 días (5,6 meses), con una diferencia de 16,3 días con el Oeste. 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 (146 días, 4,9 meses), mientras que el PV más largo es más de un mes mayor en la orientación Sur, con 179,9 días (6 meses), con una diferencia de más de un mes (33,9 días).

Por fin, en la cima más alta, la **Peña San Miguel del Moncayo**, las orientaciones con el PV más corto son la Norte y Oeste (155 y 153 días, poco más de 5 meses), mientras que la ladera más cálida es la Sur con 15 días más (170 días, 5,7 meses).

En la zona piloto del Moncayo, el PV desciende a razón de 10,1 días cada 100 m de altitud, es decir, un mes (30,2 días) cada 300 metros de desnivel, aproximadamente el mismo gradiente que medimos en el Pirineo.

Tablas del periodo vegetativo (PV) anual en ES-MON, contado en días y meses, por orientaciones. Indicamos en rojo los valores de PV máximos y en azul los mínimos								
CIMA VERTIENTE	Peña Negrilla (2118 m)				Peña Lobera (2226 m)			
	N	S	E	W	N	S	E	W
DÍAS PV								
2013	163	169	159	164	162	156	159	161
2014	187	214	189	205	199	180	186	199
2015	188	209	181	193	183	169	187	181
2016	163	187	173	178	176	154	163	*
2017	183	212	174	199	194	188	187	*
2018	175	177	152	180	176	165	165	*
2019	166	193	159	174	178	155	155	186
2020	179	*	176	188	180	166	158	191
2021	178	*	175	180	178	169	154	184
MEDIA	175,8	194,4	170,9	184,6	180,7	166,9	168,2	183,3
DEST	10,4	17,8	12,6	13,7	11,5	12,3	14,1	14,2
MED CIMA DEST	180,6 ± 15,2				174,0 ± 13,8			
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	5,8	5,9	5,1	6,0	5,9	5,5	5,5	*
2019	5,5	6,4	5,3	5,8	5,9	5,2	5,2	6,2
2020	6,0	*	5,9	6,3	6,0	5,5	5,3	6,4
2021	5,9	*	5,8	6,0	5,9	5,6	5,1	6,2
MEDIA	5,9	6,5	5,7	6,1	6,0	5,6	5,6	6,1
DEST	0,3	0,6	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5
MED CIMA DEST	6,0 ± 0,5				5,8 ± 0,5			

CIMA VERTIENTE	Peña Morca (2274 m)				Moncayo (2314 m)			
	N	S	E	W	N	S	E	W
DÍAS PV								
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	143	173	141	159	149	163	156	151
2019	144	180	139	162	154	173	152	144
2020	139	181	143	163	149	179	157	*
2021	150	184	151	170	156	177	166	148
MEDIA	148,1	179,9	146,0	167,8	154,6	172,3	163,3	152,8
DEST	6,9	13,6	6,8	12,3	10,8	10,0	12,9	11,0
MED CIMA DEST	160,4 ± 17,1				160,6 ± 12,7			
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	4,8	5,8	4,7	5,3	5,0	5,4	5,2	5,0
2019	4,8	6,0	4,6	5,4	5,1	5,8	5,1	4,8
2020	4,6	6,0	4,8	5,4	5,0	6,0	5,2	*
2021	5,0	6,1	5,0	5,7	5,2	5,9	5,5	4,9
MEDIA	4,9	6,0	4,9	5,6	5,2	5,7	5,4	5,1
DEST	0,2	0,5	0,2	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4
MED CIMA DEST	5,35 ± 0,6				5,35 ± 0,4			

El año con el PV anual 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.

Tabla del promedio de días de periodo vegetativo de cada cima, años 2013-21				
CIMA Alt. (m)	Negrilla 2118	Lobera 2226	Morca 2274	Moncayo 2314
2013	163,8	159,5	146,5	146,5
2014	198,8	191,0	169,5	173,5
2015	192,8	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	171,0	168,7	154,0	154,0
2019	173,0	168,0	156,3	155,8
2020	181,0	173,8	156,5	161,7
2021	177,7	171,3	163,8	161,8
MEDIA	180,6	174,0	160,4	161,1
DEST	±15,2	±13,8	±17,1	±12,7

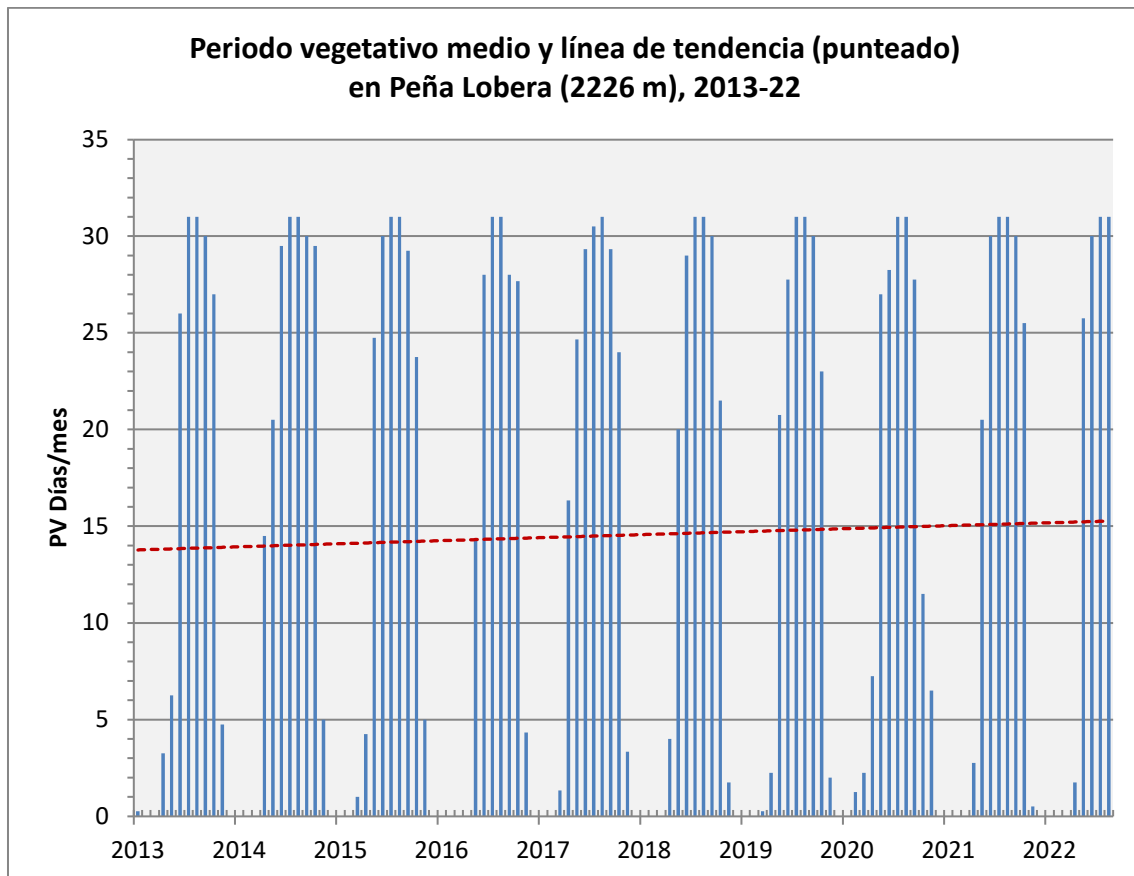
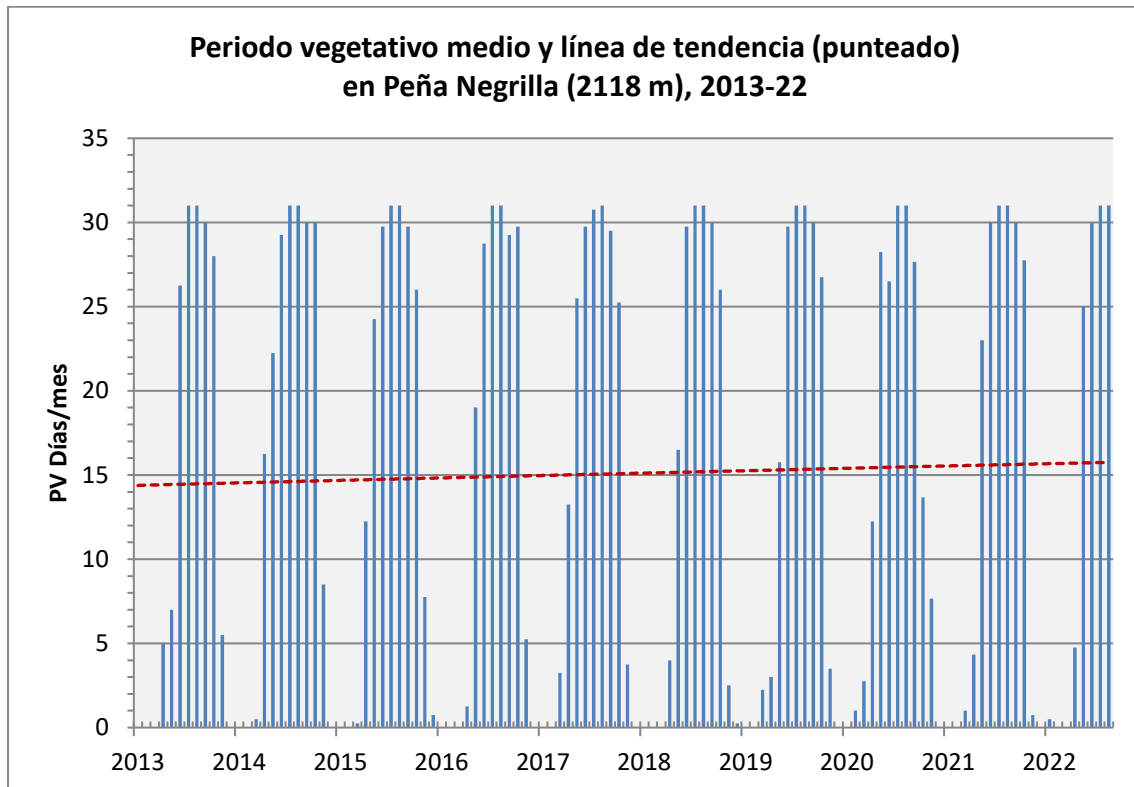
A continuación, la tabla del número de días de periodo vegetativo (PV, temperatura media diaria ≥ 4 °C) por mes, durante el periodo septiembre de 2012 – agosto de 2022, por cimas y orientaciones.

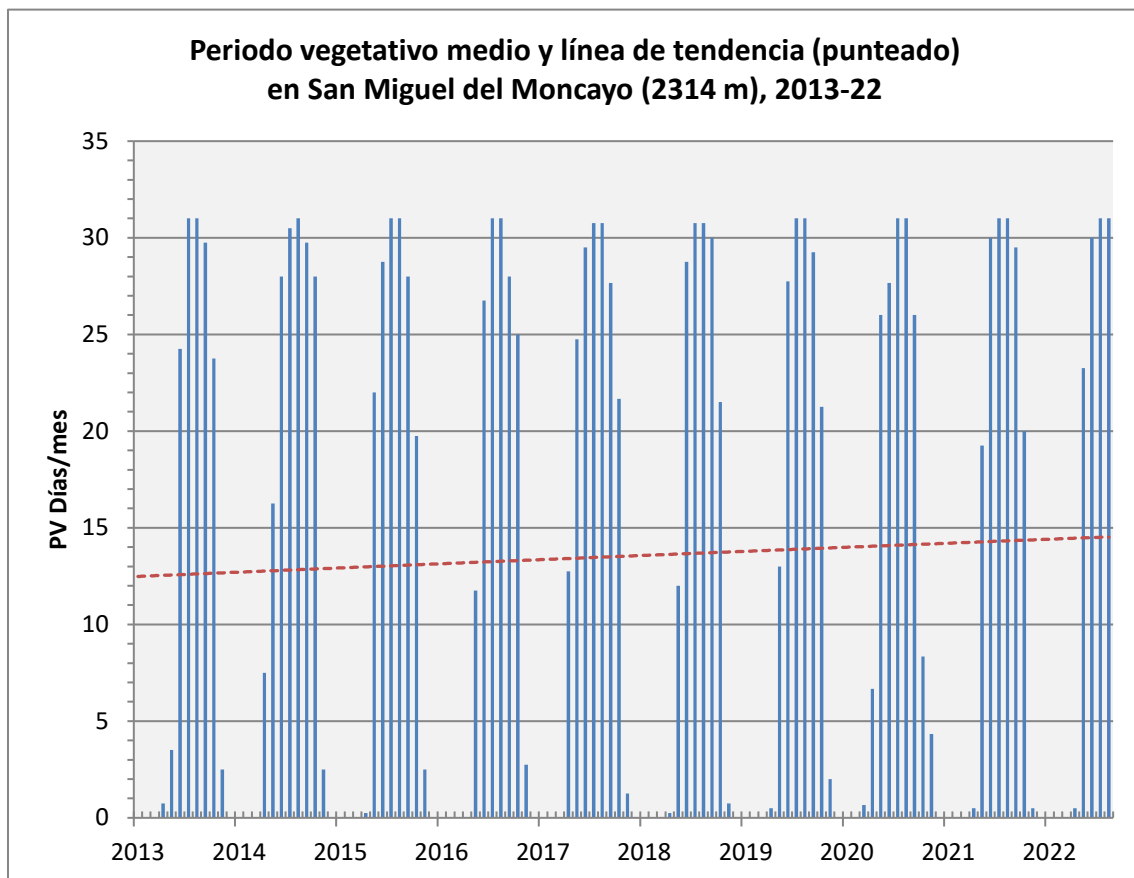
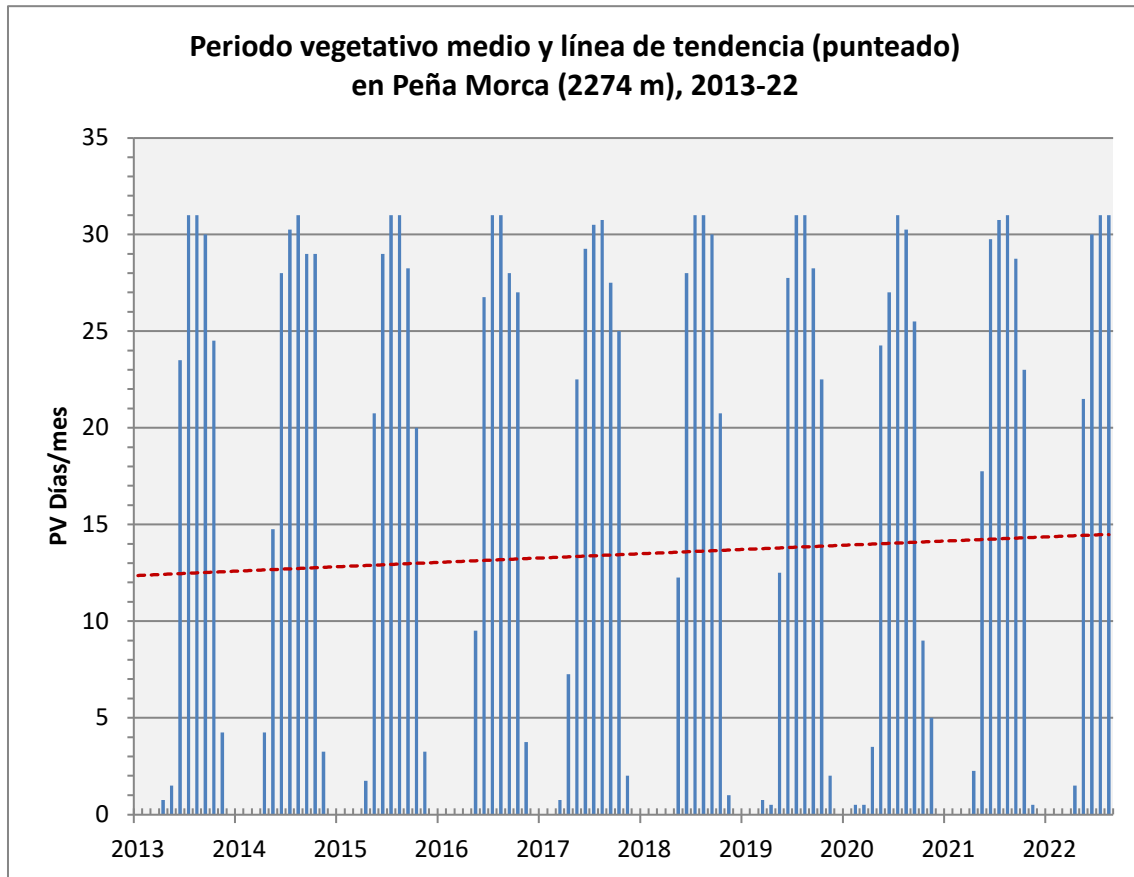
PV MENSUAL	Peña Negrilla (2118 m)				Peña Lobera (2226 m)				Peña Morca (2274 m)				Moncayo (2314 m)			
	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W
09/2012	26	30	30	30	30	24	25	30	22	30	22	30	22	28	28	22
10/2012	21	27	27	24	24	22	21	25	16	23	16	24	18	23	22	16
11/2012	3	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12/2012	1	0	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	29	28	28	26	26	28	21	28	21	28	20	28	27	20
11/2013	4	6	6	6	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

04/2014	16	23	9	17	15	12	16	15	0	10	0	7	3	12	7	8
05/2014	15	28	19	27	26	16	16	24	14	20	7	18	16	18	16	15
06/2014	28	30	29	30	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	31	31	31	28	28	31	27	31	27	31	25	31	30	26
11/2014	7	10	9	8	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	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04/2015	13	24	0	12	4	3	10	0	1	3	0	3	0	0	1	0
05/2015	22	26	23	26	26	24	24	25	17	25	18	23	22	24	23	19
06/2015	29	30	30	30	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	30	30	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	30	25	30	26	30	29	30	28	24
07/2019	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
08/2019	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
09/2019	30	30	30	30	30	29	29	32	26	30	27	30	29	30	30	28
10/2019	24	28	29	26	26	19	21	26	19	26	20	25	19	25	21	20
11/2019	2	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
12/2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01/2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02/2020	3	1	0	0	0	3	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0
03/2020	4	5	0	2	2	2	2	3	0	2	0	0	0	2	0	*
04/2020	14	17	1	17	10	6	4	9	0	9	0	5	3	12	5	*
05/2020	25	31	28	29	29	26	24	29	22	26	22	27	25	27	26	*
06/2020	27	19	30	30	30	26	26	31	24	29	25	30	27	28	28	*
07/2020	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	*
08/2020	31	31	31	31	31	31	31	31	29	31	30	31	31	31	31	*
09/2020	26	*	30	27	29	26	26	30	23	28	24	27	25	27	26	*
10/2020	12	*	16	13	12	10	9	15	7	14	6	9	5	13	7	*
11/2020	6	*	9	8	6	5	5	10	3	9	5	3	2	8	3	*
12/2020	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*
01/2021	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*
02/2021	0	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03/2021	3	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04/2021	7	*	0	6	5	0	0	6	0	9	0	0	0	2	0	0
05/2021	22	*	22	25	24	21	15	22	14	21	17	19	21	21	20	15
06/2021	30	*	30	30	30	30	30	30	29	30	30	30	30	30	30	30
07/2021	31	*	31	31	31	31	31	31	30	31	31	31	31	31	31	31
08/2021	31	*	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
09/2021	30	*	30	30	30	30	28	32	27	30	28	30	30	30	30	28
10/2021	24	31	30	26	26	26	19	31	19	31	14	28	12	31	24	13
11/2021	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0
12/2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01/2022	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02/2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03/2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04/2022	4	12	0	3	1	2	1	3	0	6	0	0	0	0	0	2
05/2022	22	31	21	26	27	25	22	29	20	26	18	22	24	26	22	21
06/2022	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
07/2022	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
08/2022	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
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 gráficas de la evolución y la tendencia del periodo vegetativo en las cuatro cimbras de la ZP del Moncayo, desde septiembre de 2012 hasta agosto de 2022. En todas las cimbras se observa una **tendencia ascendente** del PV.





9. Proyección de GLORIA

9.1. Presencia pública

Informes publicados en la web de la Estrategia Aragonesa de Cambio Climático 2030 del Gobierno de Aragón, dentro del Observatorio del Cambio Climático en Aragón: <http://www.estrategiaaragonesacambioclimatico.es/observatorio/>

Presentación del proyecto GLORIA-Aragón en el **III Coloquio internacional sobre cambio climático en zonas de montaña**, organizado por el Observatorio Pirenaico del Cambio climático (OPCC) de la Comunidad de Trabajo de los Pirineos (CTP), el 22 y 23 de octubre de 2019 (<https://www.opcc-ctp.org/es/contenido/3o-coloquio-internacional-cambio-climatico-en-zonas-montana>).

Entrevista a José Luis Benito en el programa **Ágora de Aragón Radio**, el 25 de enero de 2020, en la que hablamos del proyecto GLORIA y los efectos de calentamiento global sobre las plantas en alta montaña. Se puede escuchar en la siguiente dirección: <http://www.aragonradio.es/podcast/emision/agora-25012020-paseo-cientifico-por-ordesa/>

Presencia en la **VI Jornada de investigación del del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido** (PNOMP) celebrada el día 2 de diciembre de 2020, donde se expusieron los resultados de algunos de los proyectos de investigación que se están desarrollando en ese espacio protegido. Fuimos invitados para presentar el proyecto GLORIA-Aragón y las conclusiones extraídas hasta el momento en el ámbito del PNOMP. Dicha jornada se desarrolló vía telemática (enlace del programa: <https://jolube.wordpress.com/2020/11/30/vi-jornada-de-investigacion-del-parque-nacional-de-ordesa-y-monte-perdido/>).

Las presentaciones fueron editadas en abril de 2021 en el libro de las **VI Jornada de investigación del del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido**, publicado por el Parque: <https://jolube.wordpress.com/2021/09/23/vi-jornada-de-investigacion-parque-nacional-de-ordesa-y-monte-perdido/>

Actualización periódica de la web del proyecto GLORIA-Aragón: <https://jolube.wordpress.com/proyecto-gloria/>

Entrada en Wikipedia del proyecto GLORIA: [https://es.wikipedia.org/wiki/GLORIA_\(proyecto_de_investigaci%C3%B3n\)](https://es.wikipedia.org/wiki/GLORIA_(proyecto_de_investigaci%C3%B3n))

9.2. 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 Palearctic 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.

9.3. Proyecto *SoilTemp*

En ecología, los análisis y predicciones actuales de los patrones y procesos espaciales suelen basarse en datos climáticos interpolados de estaciones meteorológicas normalizadas, de forma que se toman como representativos de las condiciones térmicas medias a largo plazo, pero con una resolución espacial que resulta demasiado grosera. Por lo tanto, muchos factores climáticos que operan con resoluciones espaciales y temporales finas siguen sin ser considerados. Esto es particularmente importante en relación con los efectos de la altura de observación (por ejemplo, las características de la vegetación, la nieve y el suelo) y en los hábitats que varían en su exposición a la radiación, la humedad y el viento (por ejemplo, la topografía, el forzamiento radiativo o la acumulación de aire frío). Dado que los organismos que viven cerca del suelo están más relacionados con estas condiciones microclimáticas que con las temperaturas del aire libre, se necesitan urgentemente datos microclimáticos sobre el suelo y las cercanías de la superficie para poder hacer pronósticos realistas del destino de estos organismos en el marco del cambio climático antropogénico, así como del funcionamiento de los ecosistemas en los que viven.

Para llenar este vacío se ha puesto en marcha la iniciativa ***SoilTemp*** (Lemprech & al., 2020), para formar una base de datos geoespaciales mundiales que recopila datos sobre la temperatura del suelo y la temperatura cercana a la superficie. Esta base de datos, que actualmente contiene series cronológicas de 6.748 sensores de temperatura de 48 países de todos los biomas principales, allanará el camino hacia una mejor comprensión mundial del microclima. *SoilTemp* tiene como objetivo dar un gran paso adelante para salvar la brecha entre los datos climáticos disponibles y el clima relevante para la mayoría de los organismos y procesos de los ecosistemas. Para ello, proporcionará datos sobre la temperatura del suelo y la temperatura cercana a la superficie, disponibles a nivel mundial y con resoluciones espacio-temporales pertinentes, para su uso en análisis ecológicos, con mediciones justo allí donde se concentra gran parte de la biodiversidad y funciona el ecosistema.

El proyecto GLORIA-Aragón participa de dicha iniciativa aportando las series temporales de datos de temperatura del suelo (10 cm de profundidad) que tenemos de nuestras tres zonas piloto: desde 2001 en la ZP de Ordesa (Pirineo central español calizo, ES-CPY); desde 2011 en la ZP del Valle de Tena (Pirineo central español silíceo, ES-SPY); y 2012 en la ZP del Sistema Ibérico (Moncayo, ES-MON).

9.4. Proyecto *ReSurveyEurope*

ReSurveyEurope es una iniciativa dentro del Archivo Europeo de Vegetación (EVA) que tiene como objetivo movilizar los datos para permitir nuevas exploraciones de los datos de las parcelas de vegetación en los que se han realizado mediciones repetidas a lo largo del tiempo. Todo ello permitiría establecer una serie de colaboraciones para una reevaluación robusta de las tendencias de la biodiversidad realizadas en áreas pequeñas y definidas durante períodos más largos, dentro del continente europeo. Esta iniciativa tiene como objetivo la inclusión de

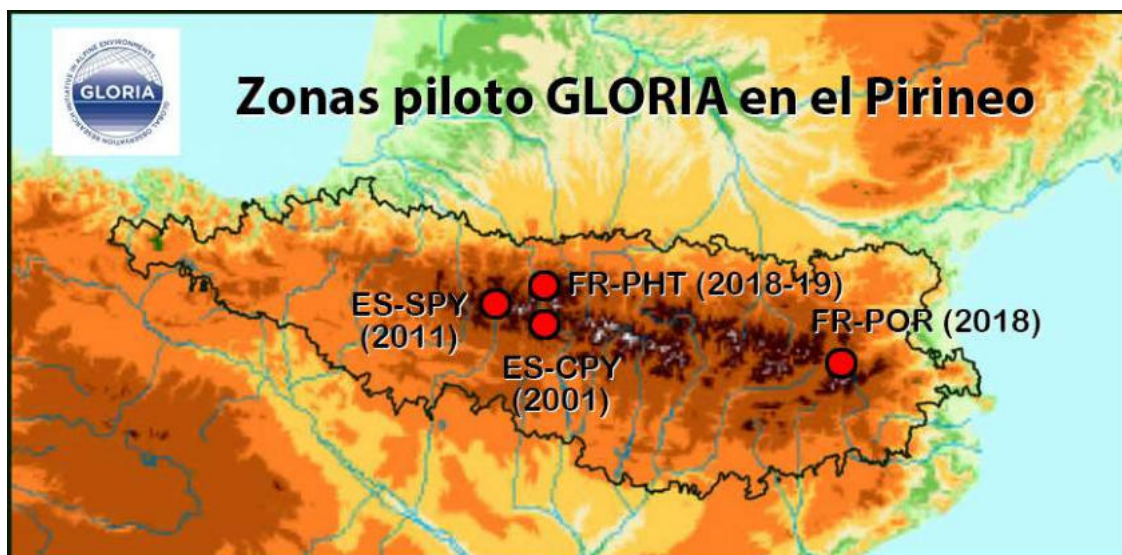
series temporales con muestreos repetidos de la misma parcela en el EVA o la identificación de dichas muestras en las bases de datos existentes del EVA si ya están incluidas. También apoya una iniciativa paralela dentro de la base de datos global de vegetación sPlot (a partir de su próxima versión 4.0). Mientras que el *ReSurveyEurope* dentro de EVA se centra en Europa, sPlot recogerá esas series temporales fuera de Europa y buscará el consentimiento de los colaboradores de EVA para combinar los datos a escala global, siguiendo las normas de sPlot.

9.5. Nuevas zonas piloto pirenaicas

El proyecto GLORIA ha sido adoptado por el Observatorio Pirenaico para el Cambio Climático (OPCC) de la Comunidad 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.



9.6. Otras repercusiones internacionales

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.

10 Últimas publicaciones relacionadas con el proyecto GLORIA

- Benito Alonso, J.L. (2021). *El proyecto GLORIA en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Cómo afecta el calentamiento global a la flora de alta montaña*. In: JOLUBE (Ed.) VI Jornada de Investigación, 2 de diciembre de 2020. Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, Gobierno de Aragón, Jaca. <https://jolube.wordpress.com/2021/09/23/vi-jornada-de-investigacion-parque-nacional-de-ordesa-y-monte-perdido/>
- Bürli, S., Theurillat, J.P., Winkler, M., [...], J.L. Benito Alonso, L. Villar, [...] & al. (2021). **A common soil temperature threshold for the upper limit of alpine grasslands in European mountains**. *Alp Botany* **131**, 41–52 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00035-021-00250-1>.
- Biurrun, I., Pielech, R., Dembicz, I., Gillet, F., Kozub, Ł., Marcenò, C., [...], J.L. Benito Alonso, L. Villar, [...] & al. (2021). **Benchmarking plant diversity of Palaearctic grasslands and other open habitats**. *Journal of Vegetation Science* **32**: e13050. <https://doi.org/10.1111/jvs.13050>.
- Kwon, T., H. Shibata, S. Kepfer-Rojas, I.K. Schmidt, K.S. Larsen, C. Beier, B. Berg, K. Verheyen, J.-F. Lamarque, F. Hagedorn, [...], J.J. Jiménez-Jaén, J.L. Benito Alonso, L. Villar, [...] & al. (2021). **Effects of climate and atmospheric nitrogen deposition on early to mid-term stage litter decomposition across biomes**. *Frontiers in Forests and Global Change* **4**: 18.
- Lembrechts, J., van den Hoogen, J., Aalto, J., Ashcroft, M., De Frenne, P., Kemppinen, J. [...], J.L. Benito Alonso, L. Villar, [...] & al. (2021). **Global maps of soil temperature**. *EcoEvoRxiv*, 21 Mar. 2021. <https://doi.org/10.32942/osf.io/pksqw>.
- Lembrechts, J., J.V.D. Hoogen, J. Aalto, M.B. Ashcroft, P.D. Frenne, J. Kemppinen, M. Kopecký, M. Luoto, I.M.D. Maclean, T.W. Crowther [...], J.L. Benito Alonso, L. Villar, [...] & al. (2021). **Mismatches between soil and air temperature**. *EcoEvoRxiv*.
- Stade, I.R., H.M. Pereira, G.N. Daskalova, M. Bernhardt-Römermann, M. Diekmann, H. Pauli, H. Van Calster, M. Vellend, A.D. Bjorkman, J. Brunet [...], J.L. Benito Alonso, L. Villar, [...] & al. (2021). **Directional turnover towards larger-ranged plants over time and across habitats**. *Ecology Letters* **25**(2): 466-482. [<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ele.13937>].

11. 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.
- Benito Alonso, J.L.** (2021). *El proyecto GLORIA en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Cómo afecta el calentamiento global a la flora de alta montaña*. In: JOLUBE (Ed.) VI Jornada de Investigación, 2 de diciembre de 2020. Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, Gobierno de Aragón, Jaca. <https://jolube.wordpress.com/2021/09/23/vi-jornada-de-investigacion-parque-nacional-de-ordesa-y-monte-perdido/>
- Bürli, S., Theurillat, J.P., Winkler, M., [...], **J.L. Benito Alonso, L. Villar**, [...] & al. (2021) **A common soil temperature threshold for the upper limit of alpine grasslands in European mountains**. *Alp Botany* **131**, 41–52 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00035-021-00250-1>.
- Biurrun, I., Pielech, R., Dembicz, I., Gillet, F., Kozub, Ł., Marcenò, C., [...], **J.L. Benito Alonso, L. Villar**, [...] & al. (2021) **Benchmarking plant diversity of Palaearctic grasslands and other open habitats**. *Journal of Vegetation Science* **32**: e13050. <https://doi.org/10.1111/jvs.13050>.
- 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. Carmena, P. Errea, F. Fillat, R. García-González, J.M. García-Ruiz, **L. Villar** & al. (2016). **Integrando escalas y métodos LTER para comprender la dinámica global de un espacio protegido de montaña: el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido**. *Ecosistemas* 25(1): 19-30.
- Gobierno de Aragón (2009). *Estrategia Aragonesa de Cambio Climático y Energías Limpias*. 190 pp. Departamento de Medio Ambiente. Zaragoza.
- Gottfried, M., H. Pauli, A. Futschik, M. Akhalkatsi, P. Barančok, **J.L. Benito Alonso**, **L. Villar** & al. (2012). **Continent-wide response of mountain vegetation to climate change**. *Nature Climate Change* 2: 111-115 (10 de enero de 2012) [doi:10.1038/nclimate1329](https://doi.org/10.1038/nclimate1329). Disponible en www.jolube.es.
- Gottfried, M., M. Hantel, C. Maurer, R. Toechterle, H. Pauli & G. Grabherr (2011). Coincidence of the alpine-nival ecotone with the summer snowline. *Environmental Research Letters* 6.
- Grabherr, G., Gottfried M. & Pauli, H. (2001). Long-term monitoring of mountain peaks in the Alps. In: C. A. Burga & A. Kratochwil (eds.). *Biomonitoring: General y applied aspects on regional y global scales. Tasks for Vegetation Science* 35, Kluwer, pp. 153-177.
- Grabherr, G., Gottfried, M. & Pauli, H. (1994). Climate effects on mountain plants. *Nature* 369: 448.
- Grabherr, G., Gottfried, M. & Pauli, H. (2000a). GLORIA: A Global Observation Research Initiative in Alpine Environments. *Mountain Research & 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, Berlin.
- Grabherr, G., M. Gottfried & H. Pauli (2010). Climate Change Impacts in Alpine Environments. *Geography Compass* 4/8: 1133–1153.
- Gutiérrez-Girón, A. & R.-G. Gavilán (2010). Spatial patterns and interspecific relations analysis help to better understand species distribution patterns in a Mediterranean high mountain grassland. *Plant Ecol* 210: 137-151.
- Haeberli, W., Hoelzle, M. & Suter, S. (1996). *Glacier Mass Balance Bulletin. A contribution to the Global Environment Monitoring System (GEMS) y the International Hydrological Programme*. Compiled by the World Glacier Monitoring Service, IAHS (ICS), UNEP, UNESCO 4 (1994-1995): 88 pp.
- Halloy, S., K. Yager, C. García, S. Beck, J. Carilla, A. Tupayachi, J. Jácome, R.I. Meneses, J. Farfán, A. Seimon & al. (2010). South America: Climate Monitoring and Adaptation Integrated across Regions and Disciplines. In: Al., S.E. (Ed.) *Atlas of Biodiversity Risk*. Pensoft Publishers, Sofía (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.
- Jiménez, J. J., J. M. Igual, L. Villar & J.L. Benito-Alonso** & J. Abadías-Ullod (2019). **Hierarchical drivers of soil microbial community structure variability in “Monte Perdido” Massif (Central Pyrenees)**. *Scientific Reports* 9(8768): 1-17.
- 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.
- Kwon, T., H. Shibata, S. Kepfer-Rojas, I.K. Schmidt, K.S. Larsen, C. Beier, B. Berg, K. Verheyen, J.-F. Lamarque, F. Hagedorn, [...], **J.L. Benito Alonso**, **L. Villar**, [...] & al. (2021). **Effects of climate and**

- atmospheric nitrogen deposition on early to mid-term stage litter decomposition across biomes.** *Frontiers in Forests and Global Change* 4: 18.
- 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 Lorente, 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.
- Lembrechts J.J., [...], **J.L. Benito Alonso, L. Villar, [...]** & al. (2020). [SoilTemp: a global database of near-surface temperatures](https://doi.org/10.1111/gcb.15123). *Global Change Biology* 26(11): 6616-6629. [doi.org/10.1111/gcb.15123].
- Lembrechts, J., van den Hoogen, J., Aalto, J., Ashcroft, M., De Frenne, P., Kemppinen, J. [...], **J.L. Benito Alonso, L. Villar, [...]** & al. (2021) **Global maps of soil temperature**. *EcoEvoRxiv*, 21 Mar. 2021. <https://doi.org/10.32942/osf.io/pksqw>.
- Lembrechts, J., J.V.D. Hoogen, J. Aalto, M.B. Ashcroft, P.D. Frenne, J. Kemppinen, M. Kopecký, M. Luoto, I.M.D. Maclean, T.W. Crowther [...], **J.L. Benito Alonso, L. Villar, [...]** & al. (2021). **Mismatches between soil and air temperature**. *EcoEvoRxiv*.
- 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.
- Montes, L., R. Domingo Martínez, R. Laborda Lorente, P. Lanau, V. Villalba-Mouco, M. Gisbert & M. Sebastián (2019). Le canyon de la Pardina et ses estives : approche archéologique d'un territoire de haute montagne dans le parc national d'Ordesa et du mont Perdu (Fanlo, Huesca, Espagne). *La conquête de la montagne : des premières occupations humaines à l'anthropisation du milieu*. Pp. 1-25. Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques, Paris. [http://books.openedition.org/cths/6937].
- 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.
- 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.