



FACULTAT
**DE CIÈNCIES
I TECNOLOGIA**

UVIC | UVIC·UCC

Trabajo de Fin de Grado

**CAMBIO CLIMÁTICO EN PASTIZALES DE
MONTAÑA DE LA CUENCA
MEDITERRÁNEA: UNA REVISIÓN.**

DAVID VILLALBA CERDÁN

Grado en Biología

Tutora: Elisa Oteros Rozas

Vic, Enero de 2021

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar querría dar las gracias a la directora y los diferentes miembros de la Cátedra de Agroecología y Sistemas Alimentarios de la UVic por darme la oportunidad de realizar este trabajo con ellos. En especial quiero darle las gracias a mi tutora Elisa Oteros Rozas, por la gran ayuda y dedicación que ha tenido conmigo, mostrando su gran profesionalidad y transmitiéndome sus muchos conocimientos sobre el tema en todo momento.

Agradecer también a todas las personas que he conocido durante estos años de carrera: amigos, compañeros de piso, compañeros de clase, profesores y personal del laboratorio de la UVic, por hacer de los años de carrera la mejor etapa de mi vida y de los que siempre me acordaré.

Finalmente dar las gracias a mi familia y amigos más cercanos, las personas más importantes de mi vida y sin las que no podría haber llegado hasta aquí. En especial dar las gracias a mis padres. Por darme la mejor educación que uno puede tener, por ayudarme y por apoyarme en todas mis decisiones, GRACIAS POR TODO.

RESUMEN

Título: *Cambio climático en pastizales de montaña de la cuenca mediterránea: una revisión.*

Autor: David Villalba Cerdán

Tutora: Elisa Oteros Rozas

Fecha: Enero de 2021

Palabras clave: Cambio climático, pastizales, cuenca mediterránea, indicadores, revisión bibliográfica

En las últimas décadas se ha experimentado un preocupante aumento de los impactos derivados del cambio climático y los cambios en los usos del suelo. Estos fenómenos, de origen antrópico, están teniendo consecuencias especialmente importantes en paisajes abiertos como los pastizales, lo que podría llevar a estos ecosistemas al borde del colapso incentivando la crisis climática y deteriorando la provisión de servicios ecosistémicos. Para poder revertir esta situación es esencial la investigación entorno a los factores que lo están provocando y a posibles estrategias de mitigación y adaptación. En este trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica sistemática donde se han revisado 106 publicaciones que abordaban el cambio climático en pastizales de la cuenca mediterránea. Mediante la realización de análisis descriptivos se han descrito los ecosistemas de los estudios, los métodos utilizados, las variables estudiadas, los impulsores y factores de cambio, los impactos del cambio climático y las posibles estrategias a seguir con el fin de mitigarlo y/o adaptarnos. Por otro lado, mediante análisis multivariante se ha estudiado la relación entre algunas de las variables, y se han identificado las diferentes tipologías de estudios científicos que abordan temas de cambio climático. Los resultados muestran que los esfuerzos no se están distribuyendo de igual manera, ya que la mayoría de los estudios se centran en el análisis de variables climáticas, mientras que otras de igual importancia como son los cambios en los ciclos biogeoquímicos están pasando más desapercibidos. Los resultados también han mostrado que algunos métodos de estudio están fuertemente asociados al tipo de agroecosistema de estudio, y que diferentes impactos del cambio climático pueden vincularse directamente con determinados impulsores de cambio. El estudio identifica diversos vacíos de información en relación al cambio climático en

pastizales de montaña mediterránea y destaca la necesidad de implementar estrategias de adaptación y mitigación a la vez que se sigan estudiando los impactos del cambio climático.

SUMMARY

Title: Climate change in mountain grasslands of the Mediterranean basin: a review.

Author: David Villalba Cerdán

Supervisor: Elisa Oteros Rozas

Date: January 2021

Keywords: Climate change, grasslands, Mediterranean basin, indicators, systematic review

In recent decades there has been a worrying increase in the impacts derived from climate change and changes in land use. This phenomena, of anthropic origin is having especially important consequences in open landscapes such as grasslands, which could bring these ecosystems to the brink of collapse, fueling the climate crisis and deteriorating the provision of ecosystem services. To be able to reverse this situation, research on the factors that are causing it and possible mitigation and adaptation strategies are essential. In this work, a systematic bibliographic review has been carried out, where 106 publications that addressed climate change in grasslands of the Mediterranean basin have been reviewed. By means of descriptive analysis , the ecosystems of the studies, the methods used, the variables studied, the drivers and factors of change, the impacts of climate change and the possible strategies to follow in order to mitigate and / or adapt have been described. On the other hand, through multivariate analysis, the relationship between some of the variables has been studied, and the different types of scientific studies that address climate change issues have been identified. The results show that efforts are not being distributed in the same way, since most of the studies focus on the analysis of climatic variables, while others of equal importance such as changes in biogeochemical cycles are going unnoticed. The results have also shown that some study methods are strongly associated with the type of agroecosystem under study, and that different impacts of climate change can be directly linked to certain drivers of change. The study identifies various information gaps in relation to climate change in Mediterranean mountain grasslands and highlights the need to implement adaptation and mitigation strategies while continuing to study the impacts of climate change.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	7
MÉTODOS	8
- LA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA	8
- DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	10
- TOMA DE DATOS	11
- ANÁLISIS DE DATOS	18
RESULTADOS.....	21
- ANÁLISIS DESCRIPTIVOS	21
- TABLAS DE CONTINGENCIA CON CHI-CUADRADO	31
- ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES.....	36
DISCUSIÓN	39
CONCLUSIONES.....	47
BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXO A: Publicaciones incorporadas a la revisión.....	i

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Ecozonas que componen la ecorregión mediterránea según Olson and Dinerstein, 1998.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 2: Variables que forman la base de datos y su clasificación.</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 3: Tabla de contingencia entre los objetos/métodos de estudio y el tipo de agroecosistema</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 4: Tabla de contingencia entre los impulsores de cambio climático y sus impactos.</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 5: Características de los tres principales factores extraídos.....</i>	<i>36</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Pasos para realizar la revisión sistemática.</i>	9
<i>Figura 2: Distribución geográfica de los artículos utilizados en el estudio.</i>	21
<i>Figura 3: Frecuencia anual y acumulada de artículos identificados según su año de publicación.....</i>	21
<i>Figura 4: Principales características de los casos de estudio.</i>	22
<i>Figura 5: Características de la ganadería.</i>	23
<i>Figura 6: Escala a la que han sido realizados los estudios de las publicaciones revisadas.</i>	23
<i>Figura 7: Objeto/Métodos de estudio de las publicaciones revisadas.</i>	24
<i>Figura 8: Variables de estudio.</i>	25
<i>Figura 9: Clasificación de los datos utilizados en las publicaciones revisadas.</i>	26
<i>Figura 10: Clasificación de los impulsores de cambio climático.</i>	27
<i>Figura 11: Clasificación de los factores de cambio climático.</i>	28
<i>Figura 12: Impactos del cambio climático.</i>	29
<i>Figura 13: Estrategias de adaptación al cambio climático en práctica y sugeridas.</i>	30
<i>Figura 14: Gráfico de sedimentación de los factores identificados.</i>	36

INTRODUCCIÓN

Según numerosos expertos científicos, la vida en la Tierra ha sufrido durante los siglos XIX, XX y XXI, una gran crisis, por la que se podría decir que es la sexta extinción en masa que se produce (Ceballos, Ehrlich and Raven, 2020). Al contrario de las otras 5 extinciones, la pérdida masiva de especies que estamos experimentando durante esta sexta crisis, tiene dos componentes diferentes: que la extinción de estas especies están causadas directa o indirectamente por las actividades del Homo sapiens y que los otros episodios de extinción masiva se habían producido en escalas de tiempo que abarcaban millones de años, mientras que la actual se ha visto incrementada en los últimos 10.000 años coincidiendo con el desarrollo de la agricultura (Barnosky *et al.*, 2011). Uno de los grandes problemas de esta gran extinción es que las cifras documentadas de especies desaparecidas tienen grandes subestimaciones, ya que la mayoría de las especies todavía no se han descrito formalmente.

Según el Informe de la Evaluación Mundial sobre la Diversidad Biológica y los Servicios de los Ecosistemas (IPBES, 2019), más de un tercio de la superficie terrestre mundial y casi el 75% de los recursos de agua dulce se dedican a la producción agrícola o ganadera. Además, las áreas urbanas se han visto más que duplicadas desde 1992, lo que ha generado que la contaminación por plásticos se multiplique por 10. Todo esto ha provocado que la abundancia de especies se haya reducido en al menos un 20% de los principales hábitats, y que al menos el 47% de los mamíferos terrestres no voladores y una cuarta parte de las aves se hayan visto gravemente afectadas por el cambio climático. El informe también añade que desde 1970, las tendencias en la producción agrícola, la pesca, la producción de bioenergía y la recolección de materiales han aumentado, mientras que 14 de las 18 categorías que se evaluaron de contribuciones de la naturaleza a las personas (“nature contributions to people”, NCPs), en su mayoría de regulación e inmateriales, han disminuido. Esto nos indica que el incremento del uso de las contribuciones materiales a menudo no es sostenible. Actualmente, la degradación de la tierra ha reducido la productividad en el 23 % de la superficie terrestre mundial, y la pérdida de polinizadores pone en peligro la producción anual de cultivos a nivel mundial. Para podernos adaptar a estos efectos, el

IPBES y otros muchos artículos, hacen un llamamiento a incorporar el conocimiento ecológico local/tradicional/indígena en los estudios, ya que las políticas nacionales e internacionales han centrado más sus esfuerzos en la mitigación, mientras que las comunidades locales se han estado adaptando continuamente a los cambios ambientales (Berkes, Colding and Folke, 2000)(Ingty, 2017).

Hoy, un millón de especies están en peligro de extinción a nivel mundial como resultado de las acciones de los seres humanos. En promedio, alrededor del 25% de las especies de grupos de animales y plantas evaluados están amenazadas (IPBES, 2019). Si no se adoptan medidas, habrá una mayor aceleración del ritmo de extinción de especies en todo el mundo, que es ya 1000 veces superior a las tasas naturales de extinción (unas 150 extinciones al día), debido a la apropiación de recursos, la fragmentación de hábitats y la introducción de especies no autóctonas, propagando patógenos, matando especies directa e indirectamente y cambiando el clima global (Torres-Romero *et al.*, 2020).

Por estas razones, en el año 1988 se crea El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), formado por un conjunto de expertos en investigaciones climáticas de la mayoría de países miembros de las Naciones Unidas. Desde su creación, el IPCC ha preparado una serie de documentos técnicos, informes especiales y 5 informes de evaluación que han puesto a disposición de la comunidad internacional (tanto responsables políticos como público en general) el conocimiento científico-técnico disponible sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta. Además el IPCC publica informes especiales sobre temas concretos, tales como la aviación, los efectos regionales del cambio climático, la transferencia de tecnología, los escenarios de emisiones, los usos del suelo y sus cambios, la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono, y la relación entre la protección de la capa de ozono y el sistema climático mundial (IPCC, 1988).

El quinto y último de estos informes (Fifth Assessment Report- AR5) hasta el momento, fue publicado en 2014. El Informe de síntesis confirma que la influencia humana en el

sistema climático es clara y va en aumento, y sus impactos se observan en todos los continentes y océanos. Muchos de los cambios observados desde la década de 1950 no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. El IPCC confirma, con un 95% de certeza, que la actividad humana es actualmente la causa principal del calentamiento global. Además, el quinto Informe de Síntesis concluye que cuanto mayor sea la perturbación de la actividad humana sobre el clima, mayores serán los riesgos de impactos graves, generalizados e irreversibles en las personas y los ecosistemas, y más duraderos serán los cambios en todos los componentes del sistema climático. El Informe de síntesis destaca que disponemos de los medios para limitar el cambio climático y sus riesgos, y de muchas soluciones que permiten el continuo desarrollo económico y humano. En el informe se hace hincapié en que un incremento superior a los 2°C (definidos en el Acuerdo de París), respecto a la temperatura de los niveles preindustriales, produciría efectos irreversibles. Sin embargo, para estabilizar el aumento de la temperatura por debajo de 2 °C respecto de los niveles preindustriales será necesario un cambio radical y urgente del *statu quo*. Además, cuanto más esperemos a actuar, mayores serán el costo y los desafíos tecnológicos, económicos, sociales e institucionales a los que nos enfrentaremos (AR5-IPCC, 2014).

El cambio climático afecta a todas las regiones del mundo, sin embargo, se ha visto que hay zonas más susceptibles donde puede tener un mayor efecto debido a la riqueza de los ecosistemas amenazados y/o a las dinámicas biogeofísicas.

La Cuenca Mediterránea es una de las zonas más productivas y con mayor biodiversidad del planeta. Su extraordinaria flora alberga de 15.000 a 25.000 especies, el 60% de las cuales son exclusivas de la región, y alrededor de un tercio de la fauna mediterránea es endémica (IUCN, 2008). Por ello, esta zona está catalogada como una de las 34 zonas importantes de conservación o “*hotspots*” del planeta (Mittermeier, 2004).

Los hechos por los que se cataloga como “*hotspot*” es por que cumple los dos criterios estrictos necesarios: el primero es que presenta concentraciones excepcionales de especies con niveles muy elevados de endemismos (al menos 1500 especies de plantas

vasculares, aproximadamente un 0,5 % de las especies vegetales vasculares del mundo en calidad de endémicas), y segundo, que la zona se enfrenta a un grado excepcional de amenaza (Myers, 1988).

La Cuenca Mediterránea tiene una fuerte estacionalidad climática debido a que está dominada por sistemas alternos de alta y baja presión (Bolle, 2003). El clima se caracteriza por inviernos templados y húmedos en los que la mayor parte de las precipitaciones se producen durante el letargo invernal de las plantas. Los veranos, en cambio, son calurosos y secos, y se caracterizan por las pocas precipitaciones, la mayor parte de las cuales se pierde a la atmósfera por evapotranspiración (Milano *et al.*, 2013). Este clima, unido al hecho de que esta zona ha sufrido una pérdida mayor al 70% de su hábitat original, hace que se deba prestar especial atención, pues el cambio climático puede tener graves consecuencias aquí como por ejemplo el aumento de las olas de calor o la continuidad en el tiempo de las sequías, haciendo que sus efectos pueden verse gravemente amplificadas en unos pocos años (Gorguner and Kavvas, 2020).

Los pastizales, en concreto, son posiblemente el bioma con más biodiversidad y mayor valor ecológico de toda la ecorregión mediterránea, proporcionando el hábitat donde se encuentran casi dos tercios de las especies de plantas en peligro de extinción, y que requieren de algún tipo de defoliación antrópica, normalmente asociada a la actividad ganadera (Welch & Bakker, 1990)(Pavlů, Pavlů and Fraser, 2020).

Existen dos opciones básicas de defoliación muy utilizadas en toda la cuenca mediterránea: la producción de heno y el pastoreo, que también se pueden usar en combinación. Sin embargo, los efectos del pastoreo y la producción de heno sobre la riqueza de especies y la composición de especies de plantas difieren de varias maneras (Hansson and Fogelfors, 2000). Durante la producción de heno, la biomasa aérea se corta y se elimina de forma no selectiva, mientras que los factores que afectan la vegetación bajo el pastoreo incluyen la carga ganadera, el pastoreo selectivo, el pisoteo y el enriquecimiento de nutrientes (Stewart and Pullin, 2008).

Se ha demostrado que la utilización de ganadería extensiva de las siguientes maneras provoca un mayor grado de resiliencia de los ecosistemas respecto a la producción de heno, amortiguando el efecto del cambio climático: (i) manejo de rebaños extensivos, incluyendo prácticas como la trashumancia; (ii) diversificación, uso de razas locales y cambio en las especies de pastoreo; y (iii) manejo de pastos y forrajes, ajustando en cada momento la carga ganadera para prevenir el abandono, la intensificación y la frecuencia de los fuegos (Aguilera *et al.*, 2020).

En concreto los sistemas de pastoreo estacional como los trashumantes han modelado los pastizales de montaña a lo largo de siglos de historia (Aryal *et al.*, 2018). La adaptación de la ganadería a la estacionalidad del clima ha ayudado a generar estos ecosistemas, los pastizales, que mantienen una especie de simbiosis con esta actividad. De no ser así, el abandono del pastoreo provocaría una regeneración secundaria de los bosques (desarrollándose en mayor medida arbustos y árboles) (Myers, 1988), y provocando directa e indirectamente una reducción de los servicios de los ecosistemas, es decir, una menor contribución de los ecosistemas al bienestar humano (TEEB, 2010).

Sin embargo, los dos impulsores de cambio que han sufrido los agroecosistemas de la cuenca mediterránea, el abandono rural y la intensificación de las prácticas agrarias, amenazan los paisajes multifuncionales y erosionan la capacidad de prestar servicios ecosistémicos (Nieto-Romero *et al.*, 2014). Los ganaderos y ganaderas coinciden en que el abandono del medio rural, unido a una elevada tasa de envejecimiento por la falta de relevo generacional, se debe a factores como la falta de escuelas o formación adecuada que tengan que ver con las labores del campo, unas condiciones de vida que no son las adecuadas para las personas jóvenes (Muntané-Puig *et al.*, 2019) o cuestiones de discriminación por género u origen (Fernández-Giménez *et al.* en revisión). Por otro lado, la intensificación de las prácticas agro-ganaderas se debe principalmente a la baja rentabilidad de estas, provocando una falta de regeneración social y afectando la estabilidad y la sostenibilidad socio-ecológica de todo el sistema (Aguilera *et al.*, 2020).

En la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM) estos impulsores de cambio se categorizaron en directos o indirectos según si la alteración del funcionamiento de los ecosistemas se producía de manera directa o indirecta. Los impulsores directos de cambio se definieron como aquellos donde un determinado factor altera el ecosistema directamente, ya sea por factores naturales o por las acciones de los seres humanos (EM, 2003). La EM clasifica estos impulsores directos de cambio en 6 tipos:

- Cambios en los usos del suelo.
- Cambio climático.
- Contaminación de aguas, suelos y atmósfera.
- Especies exóticas invasoras.
- Cambios en los ciclos biogeoquímicos.
- Sobreexplotación del ecosistema.

Por lo contrario, los impulsores indirectos de cambio son aquellos en los que los procesos actúan de manera difusa alterando los ecosistemas a través de acciones que provocan uno o varios impulsores directos. Estos se clasifican en 6 tipos:

- Económicos (Cambios provocados por acciones destinadas a obtener un beneficio).
- Demográficos (Aumento de las ciudades y las infraestructuras para su conexión).
- Sociopolíticos (Gobernanza y movimientos sociales).
- Ciencia y tecnología (Inversión en ciencia y tecnología).
- Culturales (Ética ecológica y estilo de vida).
- Género (Incorporación de la visión femenina)

En la actualidad, debido a las consecuencias catastróficas que está teniendo el cambio climático en la flora y fauna, se desarrollan multitud de proyectos cada año para la evaluación de los impactos del cambio global y posibles estrategias de mitigación (como el proyecto "LIFE LiveAdapt" o la "Plataforma de adaptación al cambio climático" de la Fundación Biodiversidad). De hecho, se genera una gran cantidad de información, muy útil para la toma de decisiones a nivel práctico y político, pero que a menudo se encuentra dispersa, dificultando que se puedan sacar conclusiones

orientadas a la gestión, planificación y futura investigación. Por ello, este trabajo se basa en un análisis bibliográfico sistemático, es decir, una revisión de artículos anteriormente publicados que consideren indicadores de cambio climático en pastizales. Estos indicadores describen cambios biogeofísicos o socio-culturales en los sistemas socio-ecológicos asociados directa o indirectamente al cambio climático y son de gran ayuda para el seguimiento del estado del medio ambiente y para evaluar la eficacia de medidas de conservación o restauradoras. La revisión bibliográfica sistemática es una metodología que puede mejorar significativamente la identificación y provisión de evidencias de manera que permita apoyar las prácticas y las políticas de conservación y manejo ambiental correctas (Pullin and Stewart, 2006).

OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es evaluar el conocimiento científico sobre indicadores relacionados con el cambio climático en pastizales de montaña de la Cuenca Mediterránea.

Como objetivos específicos de este estudio se proponen:

- Inventariar el conocimiento científico entorno al cambio climático en pastizales de montaña de la Cuenca Mediterránea.
- Identificar tendencias y vacíos de información en investigación en torno al cambio climático en pastizales de montaña, para poder así orientar futuras investigaciones.
- Determinar si existe una relación entre los métodos de investigación y el tipo de agroecosistema
- Determinar si existe una relación entre los impulsores y factores de cambio reportados y los impactos del cambio climático identificados
- Identificar tipologías de estudios científicos que abordan el estudio del cambio climático en pastizales de montaña

MÉTODOS

- LA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

La técnica utilizada en este trabajo es una revisión bibliográfica sistemática. Antes de nada es importante especificar que esta revisión se trata de un tipo de investigación clasificada como secundaria ya que no son trabajos experimentales (denominados investigación primaria). Este tipo de estudios se empiezan a realizar a principios del siglo XX por médicos y profesionales de la salud debido a la introducción de la medicina basada en evidencias y con la necesidad de estar actualizados constantemente frente a una creciente avalancha de información; Fazey, Salisbury, Lindenmayer, Maindonald, & Douglas, 2004). Más adelante, los ecólogos usaron las directrices establecidas en el sector de la salud como modelos para su aplicación a la conservación y gestión ambiental.

Las revisiones sistemáticas son una forma de investigación que recopila y proporciona un resumen sobre un tema específico, orientado a responder a una pregunta de investigación, y donde la información proviene de estudios disponibles en los recursos bibliográficos (Robinson, 1997). Diferenciamos dos tipos de revisiones sistemáticas según si se realizan análisis estadísticos o no: las que presentan la información en forma descriptiva y sin análisis estadísticos numéricos se denominan revisiones cualitativas; mientras que las revisiones cuantitativas (denominadas en ocasiones “meta-análisis”), también pueden presentar evidencias de forma descriptiva, pero con la gran diferencia de que se utilizan técnicas estadísticas para combinar de manera numérica los resultados (Aguilera Eguía, 2014).

Para la realización de este trabajo hemos seguido las directrices del artículo “Guidelines for Systematic Review in Conservation and Environmental Management” de *Pullin & Stewart* (2006), considerado una de las principales guías. Para ello, la revisión se ha estructurado en 3 etapas, con varios apartados dentro de cada una de ellas (Fig. 1). La primera de ellas es la planificación de la revisión. Para ello se debe definir correctamente la pregunta o el objetivo de la investigación ya que de ella dependerá la obtención de unos buenos resultados con la revisión. Una vez planteada la pregunta y sabiendo el área que queremos abarcar con el estudio se deben definir

las palabras de búsqueda, las cuales suelen ser las palabras clave de la pregunta planteada junto a los países, zonas y/o ecosistemas del área de estudio. La segunda etapa es la realización de la revisión. En ella se debe revisar brevemente al menos los resúmenes de los artículos hallados, para seleccionar aquellos que verdaderamente se corresponden con el objetivo del trabajo. Posteriormente se leen y analizan en profundidad para poder extraer la información necesaria y rellenar las variables escogidas para formar parte de la base de datos. Una vez la tenemos completa se deben realizar los análisis cualitativos y cuantitativos correspondientes según los objetivos planteados. La tercera y última etapa es la presentación y difusión de los resultados. En ella se debe hacer un breve resumen mostrando los resultados más importantes, e incluyendo después los resultados detallados de todos los análisis realizados.

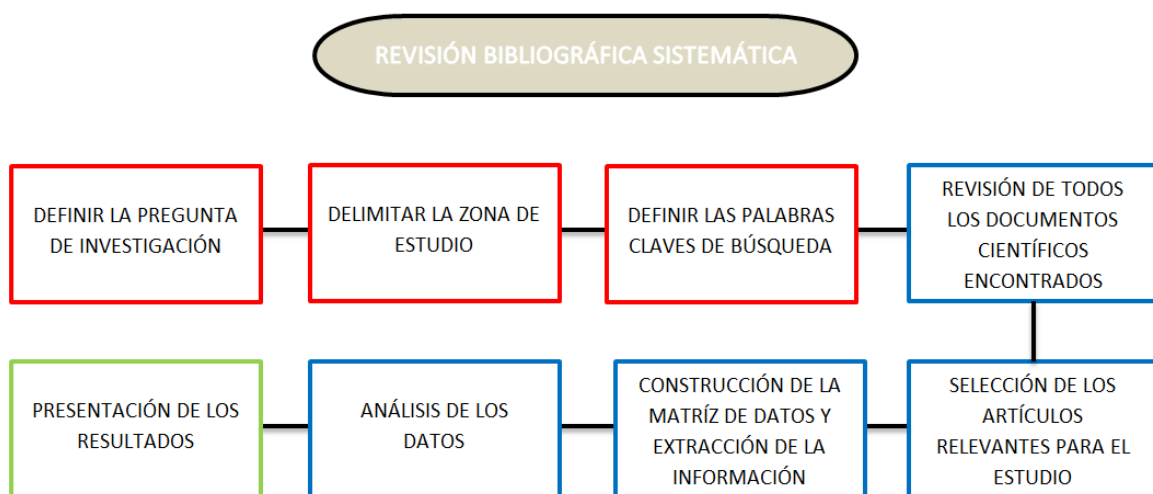


Figura 1: Pasos para realizar la revisión sistemática. En rojo la primera etapa (Planificación de la revisión), en azul la segunda (realización de la revisión) y en verde la tercera (Presentación y difusión de resultados).

Para que esta metodología tenga un impacto en la efectividad de la conservación, es necesario que más biólogos de la conservación realicen revisiones, por ello, hay que alentar a la comunidad a usar (y mejorar) estas pautas y ayudar a establecer un marco basado en la evidencia para la disciplina de la ecología, la conservación y la gestión ambiental (Pullin and Stewart, 2006).

- DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Al inicio del trabajo se propuso delimitar el área de estudio a la ecorregión mediterránea según la clasificación de ecorregiones propuesta por Olson *et al.*, 2001. Las ecorregiones se pueden definir como aquellas áreas del mundo más distintivas, con un alto valor de representación y que, por lo tanto, merecen una mayor atención (Olson *et al.*, 2001). El planeta está compuesto por 233 ecorregiones, entre las cuales se encuentra la ecorregión mediterránea, y estas se clasifican según el carácter distintivo de sus características de biodiversidad: endemismos de especies, la rareza de taxones superiores, riqueza de especies, fenómenos ecológicos o evolutivos inusuales y rareza global de su tipo de hábitat (Olson and Dinerstein, 1998).

La ecorregión mediterránea dispone de un clima caracterizado por inviernos templados, veranos secos, otoños cálidos y primaveras con abundantes precipitaciones, además de frecuentes incendios forestales a los cuales la vegetación está adaptada (Olson and Dinerstein, 2014). Pero este clima no solo se da en la Cuenca Mediterránea, sino que hay otras partes del mundo que también disponen de las mismas condiciones climáticas tal y como se muestra en la tabla 1. Este hecho dificultó la búsqueda de artículos por palabras clave, ya que la búsqueda con el nombre de los otros países fuera de la cuenca mediterránea aumentaba en un gran número los artículos encontrados y no disponía de tiempo para analizarlos todos. Por este motivo la búsqueda se acotó, finalmente, al área de la ecorregión mediterránea según Olson *et al.*, (2001) que se distribuye por la Cuenca Mediterránea, es decir, los matorrales y bosques mediterráneos del Paleártico.

Tabla 1: Ecozonas que componen la ecorregión mediterránea según Olson and Dinerstein, 1998

ECORREGIÓN MEDITERRÁNEA	
Área biogeográfica	Regiones climáticas mediterráneas
Neotropical	Matorral chileno (Chile)
	Chaparral y bosques de california (Estados Unidos y Méjico)
Afrotropical	Fynbos sudafricano (Sudáfrica)
Paleártico	Matorrales y bosques mediterráneos (Portugal, España, Francia, Italia, Mónaco, Grecia, Yugoslavia, Bosnia y Herzegovina, Croacia, Albania, Turquía, Libia, Líbano, Israel, Marruecos, Argelia, Túnez, Malta, Chipre, Macedonia, Bulgaria, Egipto, Siria, Jordania, Eslovenia y Gibraltar)
Australasia	Matorrales y bosques del suroeste de Australia (Australia)

- TOMA DE DATOS

La búsqueda bibliográfica de publicaciones científicas, tanto artículos científicos como capítulos de libros y revistas, se realizó entre el 8 de Octubre y el 25 de Octubre de 2020 a través del acceso facilitado por la Universitat de Vic a ISI Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>). La decisión de utilizar este buscador se debe a que está considerado como uno de los más amplios en todos los ámbitos de la ciencia y que además dispone de un gran número de publicaciones de calidad gracias al sistema de revisión por pares.

Las secuencia de palabras clave usada para la búsqueda en Web of Science fue: “(grassland OR pasture OR rangeland) AND (“climate change*” OR “global change*” OR “global environmental change*” OR “environmental change*”) AND mountain* AND (Spain OR Portugal OR Iberian Peninsula OR Albania OR Algeria OR Bosnia OR Croatia OR Cyprus OR Egypt OR Monaco OR Slovenia OR Gibraltar OR France OR Greece OR Iran OR Israel OR Italy OR Jordan OR Lebanon OR Libya OR Malta OR Morocco OR Syria OR Tunisia OR Turkey OR Yugoslavia)”. Inicialmente en las palabras de búsqueda se incluyó el término “Indicator” pero finalmente se decidió eliminarlo debido al gran filtro que provocaba en el resultado de publicaciones (tan solo 39) y la sospecha que muchos otros trabajos utilizan indicadores sin nombrarlos como tales. En el buscador no se activó ningún filtro, por tanto los términos de la búsqueda incluyeron trabajos de todos los años registrados, de todas las colecciones disponibles y ramas de conocimiento, y en todos los formatos: artículos, revisiones y capítulos de libros.

Como resultado de la búsqueda, se identificaron 300 publicaciones, las cuales fueron revisadas inicialmente de manera superficial (título, revista y resumen) seleccionando aquellas con relevancia para los objetivos de este estudio. De esta manera, se descartaron los que no correspondían con el tema de estudio, en su mayoría artículos que sólo usaban una de estas palabras en el título o como palabra clave. También se descartaron algunos por ser estudios relacionados con cambio climático pero que no aportaban información específica sobre sistemas pastorales o pastizales. Tras la

revisión, el número de artículos seleccionados fue de 122, los cuales fueron revisados en profundidad.

En ISI Web of Science no se encontraron los documentos completos de todos los artículos por lo que aquellos que no disponían de PDF fueron buscados en Google Académico. Finalmente, de las 122 publicaciones se analizaron 106 debido a varios factores: de algunas de ellas no se encontró el documento completo, otras correspondían a islas de países de la Cuenca Mediterránea pero con un clima que no era mediterráneo (como las Azores) y finalmente se eliminaron algunos artículos de variabilidad biofísica del pasado que enfocaban la variabilidad climática a muy largo plazo de manera que no se reflejaba el efecto reciente que está teniendo el ser humano.

- **CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS**

Las variables incluidas en la base de datos se agruparon en 6 categorías: publicación, zona de estudio, metodología, impulsores y factores de cambio, estrategias de adaptación y conclusiones (tabla 2).

El tipo de publicación únicamente incluyó el título, los autores, la revista donde fue publicado y el año de publicación, de manera que permite hacerse una pequeña idea del tipo de publicación que es. El segundo bloque fue el relativo a la zona de estudio, para la que se especificaron los lugares donde se realizó el estudio, el tipo de ecosistema y las prácticas que se realizan en él. La tercera categoría describió en detalle la metodología, incluyendo las técnicas y métodos utilizados, las variables analizadas, y el tipo y la procedencia de las fuentes de datos. En la cuarta parte se describieron los principales tipos de impulsores y factores de cambio que afectan en cada caso. Los impulsores de cambio se clasificaron en “directos” o “indirectos” siguiendo la clasificación que se hace en ellos en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM, 2003), mientras que los factores de cambio se dividieron entre climáticos y ecológicos (López-i-Gelats *et al.*, 2016) Para los impulsores y los factores de cambio se identificó además la procedencia del conocimiento, diferenciando entre conocimiento científico, en el caso de ser por parte de investigadores, o conocimiento

tradicional, si proviene de entrevistas o charlas (fundamentalmente con ganaderos y ganaderas de la zona). Además, se identificaron los principales impactos mencionados del cambio climático tanto a nivel ambiental como socio-económicos. En quinto lugar, se recogieron las estrategias de adaptación mencionadas, tanto las que se están dando, como las que se sugieren para hacer frente al cambio climático. Finalmente, en las conclusiones se recogían las ideas principales a las que se ha llegado con la realización del estudio. Las variables agrupadas en estas 6 categorías sumaron un total de 61 (tabla 2). Para la construcción de la base de datos se contactó con varios miembros de la Cátedra de Agroecología y Sistema alimentarios de la Universitat de Vic (Marta Rivera Ferre, Federica Ravera y Feliu López i Gelats), expertos/as en sistemas socioecológicos pastorales y cambio climático, quienes revisaron un primer borrador de matriz de datos y sugirieron matices o nuevas variables que se incorporaron.

Tabla 2: Variables que forman la base de datos y su clasificación.

VARIABLES DESCRITAS EN CADA UNO DE LOS ARTÍCULOS Y POSTERIOR CLASIFICACIÓN		
GRUPO	VARIABLE	ATRIBUTOS
1. Publicación del artículo	Título	Título original de la publicación
	Autor	Listado de autores/as del artículo
	Revista	Revista en la cual se publicó
	Año	Año de publicación
2. Caso de estudio	Lugar(es)	Países del área de estudio
	Prácticas/usos habituales del lugar de estudio	Actividades antrópicas en el lugar
	Tipo de agroecosistema	- Pastizales de montaña - Prados de siega - Agropastoral - Silvopastoral - Otros
	Tipo de ganado	- Bovino - Ovino - Caprino - Equino - Ninguno
	Modelo ganadero	- Extensivo - Semiextensivo - Ninguno
Evolución de la ganadería en la zona	- Aumentando - Disminuyendo - Estable	

VARIABLES DESCRITAS EN CADA UNO DE LOS ARTÍCULOS Y POSTERIOR CLASIFICACIÓN		
GRUPO	VARIABLE	ATRIBUTOS
		- Ninguna
	Escala	- Ecosistema - Comunidad - Grupo - Especie
	Tamaño del pastizal	Número de hectáreas
	Intensidad de mano de obra	- Natural - Siembra/Corte - Pasto a diente - Quema
3. Metodología	Objeto/Métodos de estudio	- Flujo de carbono - Imágenes aéreas - Imágenes satelitales - Distribución de especies - Censo - Seguimiento de especies - Producción primaria - Diversidad - Clima - Revisión bibliográfica - Características de las especies - Análisis del suelo - Proyección futura - Experimentos - Conocimiento tradicional
	Duración del análisis	Tiempo que ha conllevado la realización del estudio: meses/años/datos históricos
	Variable de estudio	- Composición de especies - Riqueza de especies - Diversidad de especies - Abundancia de especies - Distribución espacial - Morfología de las especies - Características funcionales - Landcover - Landuse - Clima - Topográfica - Biogeográfica - Edáfica - Reproducción - Interacciones entre especies - Comportamiento animal - Especies implicadas como bioindicadores
	Trabajo de campo	- Si - No

VARIABLES DESCRITAS EN CADA UNO DE LOS ARTÍCULOS Y POSTERIOR CLASIFICACIÓN			
GRUPO	VARIABLE		ATRIBUTOS
	Fuentes secundarias		- Bases de datos ecológicos - Literatura/artículos - Imágenes aéreas - Imágenes satelitales - Programas de seguimiento
	Diversidad funcional		- Si - No
	Modelización		- Si - No
	Comportamiento animal		- Si - No
	Tipo de comportamiento animal		Aspecto del comportamiento animal de una especie o grupo que se estudia en el artículo
	Landcover		- Conocimiento científico - Conocimiento tradicional - No
	Landuse		- Conocimiento científico - Conocimiento tradicional - No
	Especies implicadas como bioindicadores		- Si - No *En el caso de ser SI, de qué especies(s) se trata
4. Impulsores y factores de cambio	Impulsores directos de cambio (ICD)	Cambio de los usos del suelo	- Conocimiento científico - Conocimiento tradicional - No
		Cambio climático	
		Contaminación de aguas, suelos y atmósfera	
		Especies exóticas invasoras	
		Cambios en los ciclos biogeoquímicos	
	Impulsores indirectos de cambio (ICI)	Demográficos	- Conocimiento científico - Conocimiento tradicional - No
		Económicos	
		Sociopolíticos	
		Género	
		Ciencia y tecnología	
	Factores climáticos	Culturales	- Conocimiento científico - Conocimiento tradicional - No
		Desplazamiento de las estaciones	
Incremento de la temperatura máxima			

VARIABLES DESCRITAS EN CADA UNO DE LOS ARTÍCULOS Y POSTERIOR CLASIFICACIÓN			
GRUPO	VARIABLE	ATRIBUTOS	
	Disminución de la temperatura mínima (más oscilación térmica)		
	Incremento de periodos de sequía (menos lluvia en verano y primavera)		
	Desaparición de glaciares		
	Incremento de la velocidad del viento		
	Disminución del caudal de los ríos/arroyos/embalses		
	Disminución de la duración o cobertura de la nieve		
	Aumento de la frecuencia de fenómenos extremos (inundaciones, vientos, olas de frío, de calor...)		
	Factores ecológicos	Expansión de especies silvestres de difícil convivencia con el ganado	<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento científico - Conocimiento tradicional - No
		Emergencia y continuación de patologías y enfermedades	
		Desaparición de biodiversidad y pérdida de hábitats	
		Degradación del suelo	
		Deforestación	
		Degradación de pastos	
		Reforestación	

VARIABLES DESCRITAS EN CADA UNO DE LOS ARTÍCULOS Y POSTERIOR CLASIFICACIÓN			
GRUPO	VARIABLE		ATRIBUTOS
		Pérdida de pastos por matorralización	
		Aumento de la frecuencia y/o intensidad de los incendios	
		Desaparición de fuentes y puntos de agua	
		Carga ganadera	
	Impactos ambientales del cambio climático		<ul style="list-style-type: none"> - Degradación del suelo - Menor disponibilidad de agua - Pérdida de pastizales - Incremento de la temperatura - Aumento de gases de efecto invernadero - Extinción/Disminución de especies - Disminución de cobertura de nieve - Disminución del hábitat - Homogeneización del paisaje - Expansión de especies forestales - Desplazamiento de especies
	Impactos socio-económicos del CC		<ul style="list-style-type: none"> - Terrenos menos fértiles - Mayor gasto de producción - Pérdida de acervo genético - Pérdida de servicios ecosistémicos - Disminución de la producción - Pérdida de prados abiertos - Urbanas - Necesidad de complementar la alimentación de los animales - Positivos
5. Estrategias de adaptación	En uso		<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la deforestación - Reforestación - Talas/Quemas controladas - Cambios en la gestión del ganado - Aumento del grado de protección de la zona - Políticas de gestión de la administración

VARIABLES DESCRITAS EN CADA UNO DE LOS ARTÍCULOS Y POSTERIOR CLASIFICACIÓN		
GRUPO	VARIABLE	ATRIBUTOS
	Sugeridas	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la deforestación - Aumento de la deforestación - Reforestación - Talas/Quemas controladas - Cambios en la gestión del ganado - Recuperación de prácticas tradicionales - Aumento del grado de protección de la zona - Planificación del paisaje/ hábitat - Políticas de gestión de la administración - Necesidad de más estudios - Sin adaptaciones posibles, demasiado tarde
6. Conclusiones	Conclusiones principales	Extracción de las ideas principales a las que se llega con la realización del estudio

Finalmente, una vez revisados en profundidad todos y cada uno de los artículos y habiendo rellenado cada variable en base a sus características, algunas variables se clasificaron en varios tipos de manera que se pudiesen agrupar los artículos tal y como se especifica en la tercera columna de la tabla 2. La base datos se construyó en Excel (versión 14.0).

- ANÁLISIS DE DATOS

Una vez revisados los 106 artículos en profundidad y habiendo completado la base de datos se realizaron los siguientes análisis:

1- Análisis descriptivos mediante histogramas de proporciones y frecuencias de las siguientes variables y grupos de variables:

- a) Distribución geográfica de las publicaciones
- b) Distribución de los artículos según el año de publicación.
- c) Frecuencia de publicaciones según la práctica de manejo.
- d) Frecuencia de publicaciones según el tipo de agroecosistema.

- e) Frecuencia de publicaciones según el tipo de ganado
- f) Frecuencia de publicaciones según el tipo de mano de obra
- g) Proporción de publicaciones según el modelo ganadero
- h) Proporción de publicaciones según la evolución de la ganadería
- i) Proporción de publicaciones según la escala del estudio
- j) Frecuencia de publicaciones según los objetos/métodos de estudio
- k) Frecuencia de publicaciones según las variables estudiadas
- l) Proporción de publicaciones según la fuente de los datos
- m) Proporción de publicaciones según el tipo de fuente secundaria
- n) Frecuencia de publicaciones según el tipo de impulsores de cambio climático (directos e indirectos)
- o) Frecuencia de publicaciones de cada tipo de factores de cambio (climáticos y ecológicos)
- p) Frecuencia de publicaciones de cada tipo de impacto del cambio climático (ambientales y socio-económicos)
- q) Frecuencia de publicaciones de cada tipo de estrategias de adaptación al cambio climático (en práctica y sugeridas)

2- Análisis estadísticos de algunas variables categóricas dicotómicas para ver si existen interacciones significativas entre ellas, mediante tablas de contingencia con Chi-cuadrado entre:

- a) Influencia del tipo de agroecosistema sobre los métodos de estudio que se realizan.
- b) Influencia de los impulsores de cambio (tanto directos como indirectos) sobre los impactos ambientales y socio económicos del cambio climático

3- Realización de un análisis de ordenación, en concreto de un análisis de correspondencias múltiples con una covarianza de $n-1$ formado por un total de 140 categorías de 22 variables. A partir del análisis de correspondencias múltiple se extrajeron los factores principales, i.e. con mayor inercia absorbida. Con los datos de los factores principales, seleccionamos aquellas variables para las que se daba un mínimo de 0,2 en la tabla de cosenos al cuadrado. Una vez identificadas las variables

por encima del 0,2 (o 20%) se observaron sus coordenadas principales para ver si se situaban en el eje positivo o negativo. Con las variables más extremas, se realizó un gráfico de dispersión de los dos primeros ejes.

Todos los análisis estadísticos se han realizado con XLSTAT (Versión 2020.5.1).

RESULTADOS

- ANÁLISIS DESCRIPTIVOS

Los 106 artículos científicos revisados corresponden a 21 de los 26 países que forman la cuenca mediterránea (Fig. 2). Estos artículos se distribuyen de manera desigual entre los países ya que un 70% de las

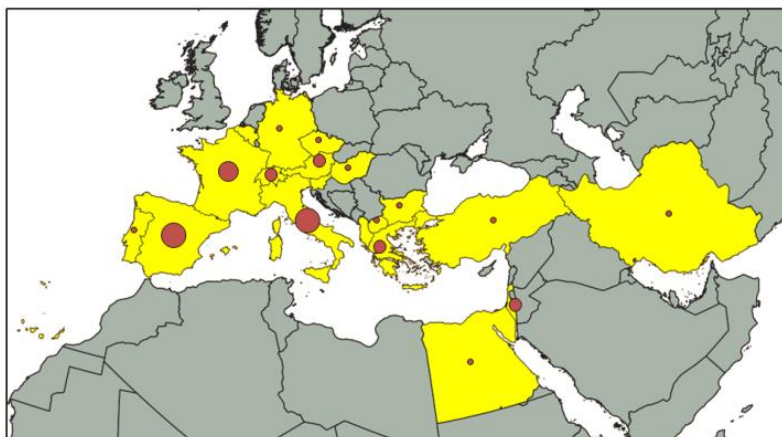


Figura 2: Distribución geográfica de los artículos utilizados en el estudio.

publicaciones corresponden a tan solo a tres países (Italia, España y Francia).

Para la búsqueda de los artículos no se aplicó ningún filtro, por lo que en Web of Science se obtienen los resultados de búsqueda desde el año 1900, sin embargo los estudios seleccionados abarcan desde 1999 hasta el presente (2020). Se puede observar que existe una clara tendencia al alza en la publicación de estudios que analizan los vínculos entre los pastizales de montaña y el cambio global/climático (Fig.3). Estos aumentan desde su inicio en 1999 hasta el 2014, cuando estas publicaciones sufren una disminución durante algunos años, sin embargo desde 2018 parece que vuelven a aumentar teniendo su máximo pico en 2019 con 14 publicaciones.

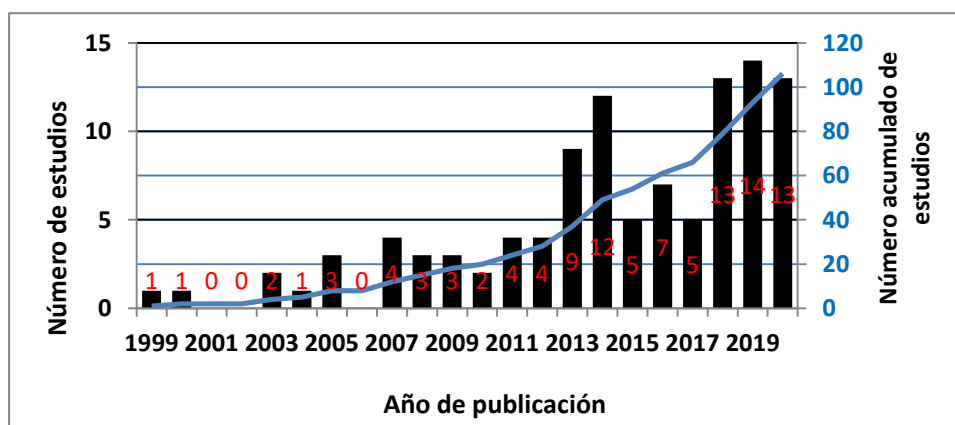
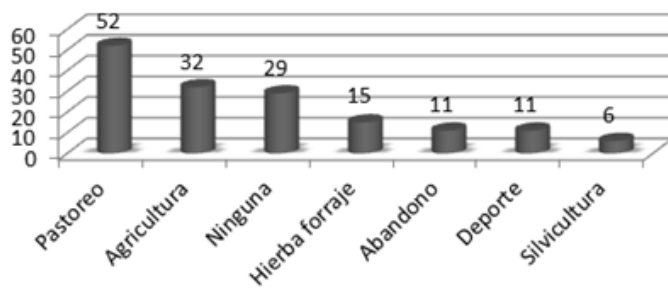


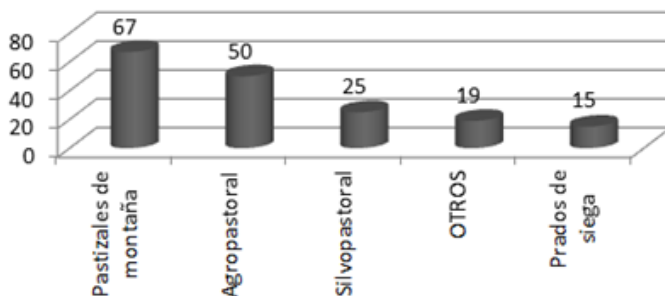
Figura 3: Frecuencia anual y acumulada de artículos identificados según su año de publicación.

En relación a las características de los casos de estudio, los resultados muestran como el *pastoreo* es la práctica de manejo más habitual (49%), seguido de la *agricultura* (30%) y las *zonas naturales sin prácticas antrópicas* (27%) (Fig. 4a). Sin embargo, las zonas de estudio pueden abarcar diferentes tipos de agroecosistemas, siendo los *pastizales de montaña* el más abundante (63%) seguido de cerca por los ecosistemas *agropastorales* (47%, Fig. 4b), donde la agricultura y la ganadería coexisten en un mismo agroecosistema. Tal y como hemos indicado en la introducción los pastizales pueden ser de origen natural o ser producto de la intervención humana con el fin de la cría de herbívoros domésticos (ganado). Pues bien, tal y como observamos en la Fig.

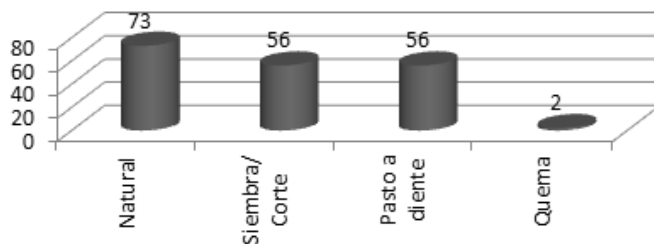
a) Prácticas habituales



b) Tipo de agroecosistema



c) Mano de obra



d) Tipo de ganado

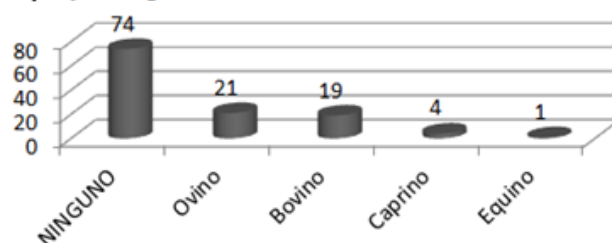


Figura 4: Principales características de los casos de estudio.

4c, los artículos revisados muestran que la mayor parte de los pastizales estudiados son naturales (69%), seguidos por pastizales con manejo pascícola con ganado (53%) y para corte (normalmente destinados a la producción de forraje para los animales, 53%).

Si nos fijamos en el ganado que forma esos sistemas pastorales, vemos que un 70% de los artículos no describen el tipo de ganado (bien porque no se desarrollan actividades de pastoreo o bien porque no está descrito en la publicación), mientras que en el otro 30% en el que sí que se especifica, se ve como el *ovino* (20%) y el *bovino* (18%) son con diferencia el ganado más abundante (Fig. 4d).

Además, en relación a la ganadería, se observó el modelo ganadero y la evolución de la ganadería en la zona (Fig. 5). Respecto al modelo ganadero, 55 artículos no han especificado el modelo que se da en la zona, mientras que en los que sí que se ha especificado la ganadería *extensiva* (N=32) prácticamente dobla a la *semiextensiva* (N=19). En cuanto a la evolución de la ganadería, se puede comprobar una clara tendencia al abandono, ya que poco menos de la mitad de los artículos (N=42) afirma que ésta está *disminuyendo* en la zona, mientras que muchos menos trabajos indican que ésta se mantiene *estable* (N=10) o *aumenta* (N=5).

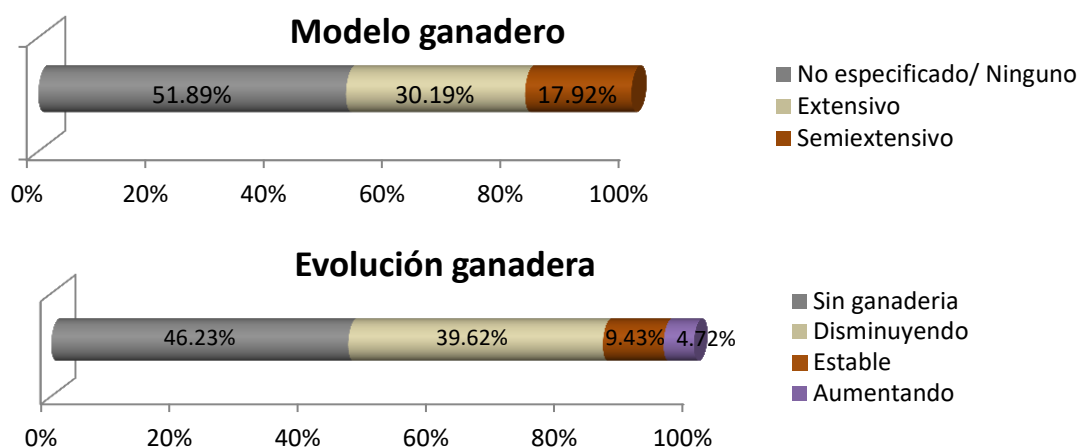


Figura 5: Características de la ganadería.

El análisis de la escala del estudio (Fig. 6) aporta una visión del enfoque de los artículos. En este aspecto, la mayoría de artículos (N=66) fueron realizados a escala de *ecosistema*, seguidos de los artículos que realizaron su estudio a nivel de *especie* (N=19), mientras que los estudios a nivel de *grupo* (N=14) y *comunidad* (N=7) fueron los menos frecuentes.

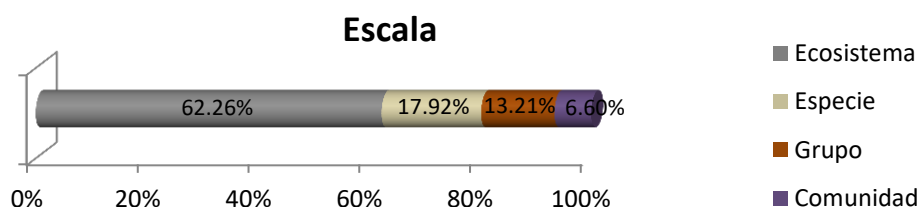


Figura 6: Escala a la que han sido realizados los estudios de las publicaciones revisadas.

El tercer grupo de variables analizadas fueron las relacionadas con las metodologías de los artículos. En este apartado se han descrito cuales han sido todas los objetos/métodos de estudio utilizados en los artículos científicos y la abundancia de

cada uno. Además, se identificaron las variables de estudio sobre las que se realizaban esos métodos (Fig. 8). Las *mediciones de variables climáticas* fueron con diferencia la técnica más utilizada (48%), a ella le siguen, aunque con menor frecuencia, otros tres métodos como son el estudio de la *distribución de las especies* (tanto vegetales como animales, 30%), la *diversidad de especies* en los ecosistemas de estudio (25%) y la *revisión bibliográfica* (23%). En la revisión se identificaron otros 11 métodos más (Fig. 7), pero todos ellos se mencionan en menos del 15% de los artículos.

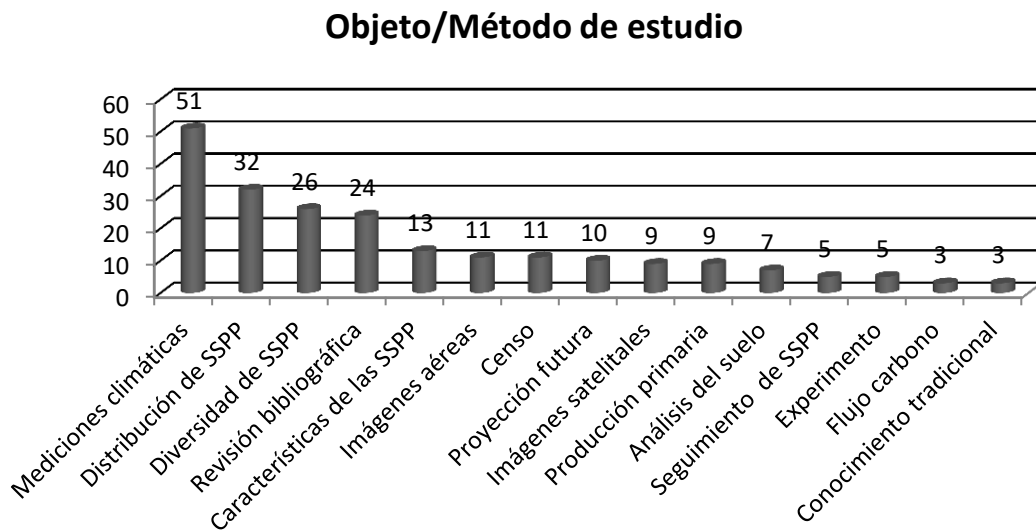


Figura 7: Objeto/Métodos de estudio de las publicaciones revisadas.

Respecto a las variables estudiadas, se identificaron un total de 17 categorías. La variable de “*Landcover*” (cobertura vegetal) destaca entre todas las demás en frecuencia de uso, ya que el estudio de la cobertura vegetal mediante diferentes técnicas ha sido mencionado en 91 de los 106 artículos revisados (más del 85%). Por detrás encontramos otras tres variables que se estudian en aproximadamente la mitad de los artículos como son las variables relacionadas con el *clima*, los *usos del suelo* y las *especies (animales y vegetales) como bioindicadoras*, las cuales ayudan a descifrar acontecimientos pasados y presentes relacionados con cambios físicos y químicos en el hábitat. Entre las especies utilizadas como bioindicadores, se mencionan las siguientes especies animales: *Capra pirenaica*, *Anthus spinoletta*, *Anthus campestris*, *Oenanthe oenanthe*, *Linaria cannabina*, *Cervus elaphus*, *Rupicapra pirenaica*, escarabajos peloteros (Fam. *Carabidae*), *Montifringilla nivalis*, Mariposas (*Polyommatus violetae*, *Agriades zullichii*, *Euchloe bazae*, *Erebia cassioides*, *Maculinea arion*, *Erebia calcaria*, *Pseudophilotes sinaicus*), *Vipera ursinii graeca*, *Glaucidium passerinum*, *Aegolius*

funereus y hormigas del género *Myrmica*. Asimismo, se mencionan las siguientes especies vegetales: *Sesleria juncifolia*, *Silene acaulis*, *Vaccinium myrtillus*, *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Homogyne alpina*, *Pinus mugo*, *Pinus uncinata*, *Buxus sempervirens*, *Echinopartum horridum*, *Gentiana lutea*, *Sesleria nítida*, *Echinopartum horridum*, *Dactylis glomerata*, *Armeria caespitosa*, *Thymus pulegioides*, *Silene ciliata*, *Larix decidua*, *Juniperus communis ssp. Alpina* y *Cytisus oromediterraneus*.

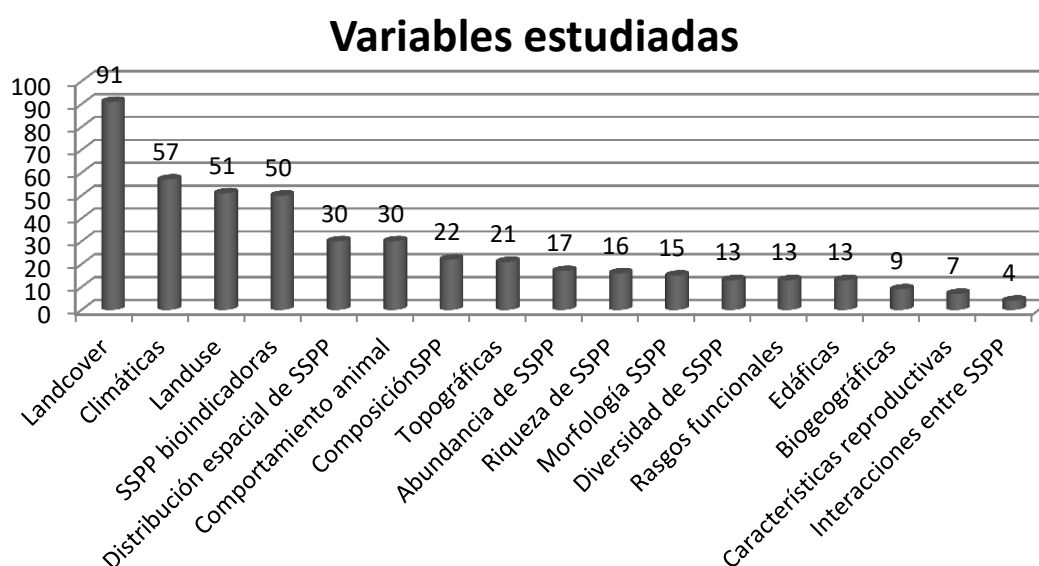


Figura 8: Variables de estudio.

Siendo la revisión bibliográfica una de las técnicas más utilizadas en la literatura revisada, se creyó conveniente crear una nueva variable que indicara el tipo de fuente de datos (Fig. 9a). Estos pueden ser de dos tipos, primarios, cuando los datos provienen de las observaciones del investigador (trabajo de campo), secundarios, o una combinación de ambos, que de hecho fue la aproximación más utilizada (33%) aunque con muy poca diferencia con cada uno de los dos tipos de información por separado (32% *fuentes secundarias* y 31% las *primarias*). De los que afirmaban haber utilizado fuentes secundarias también se hizo una clasificación (Fig. 9b). El 33% informó haber utilizado *bases de datos climáticas*, seguido de un 20% que utilizó *bases de datos ecológicas o de biodiversidad*, mientras que otro 18% utilizó datos de *artículos y/o investigaciones* anteriores. Otras fuentes menos frecuentes fueron las *imágenes aéreas* (12%) y las *imágenes satelitales* (10%), seguidas en último término por datos de *programas de seguimiento* de animales (6%).

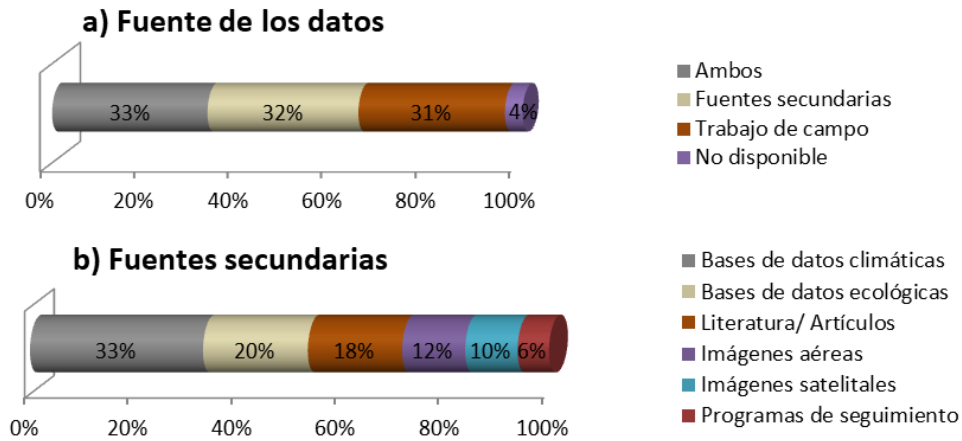


Figura 9: Clasificación de los datos utilizados en las publicaciones revisadas.

El cuarto grupo de variables corresponde a los impulsores y factores de cambio, y reflejan los cambios que se han producido o se están produciendo en los ecosistemas. Tanto para los impulsores como para los factores de cambio se ha detectado también la fuente de procedencia de los datos dependiendo de si provenían del conocimiento científico o del conocimiento tradicional /local de la gente de la zona. En el caso de los impulsores directos de cambio podemos observar que el *cambio climático* ha sido el más mencionado ($N=90$; casi en un 85%), seguido de *cambios en los usos del suelo* (56%), mientras que el menos identificado ha sido la identificación *de especies exóticas invasoras*, que no llega al 3%. Los impulsores indirectos de cambio, en general, han sido un poco menos identificados en la revisión, siendo los cambios *culturales* (especialmente el abandono de las zonas rurales) los que más se han detectado (en casi un 45% de las publicaciones), aunque con poca diferencia con impulsores de *ciencia y tecnología* (grandes innovaciones y cambios tecnológicos que aportan mejores herramientas), y los *económicos* (mayor demanda de productos que se traduce en la necesidad de una mayor producción), con un 40% y 38% respectivamente. Por el lado contrario el impulsor indirecto menos encontrado han sido aquellos en los que se da una visión de *género*, identificado en tan solo uno de los 106 artículos revisados.

En cuanto a la procedencia de los datos según si el conocimiento es científico o tradicional/local, se observa una gran diferencia: de los 12 impulsores de cambio, en 8 se ha detectado información procedente del conocimiento tradicional, mayoritariamente en relación a impulsores indirectos *económicos*, pero en tan solo 5

publicaciones. Para los demás impulsores el conocimiento tradicional/local se ha incorporado/estudiado tan solo en uno o dos trabajos para cada impulsor.

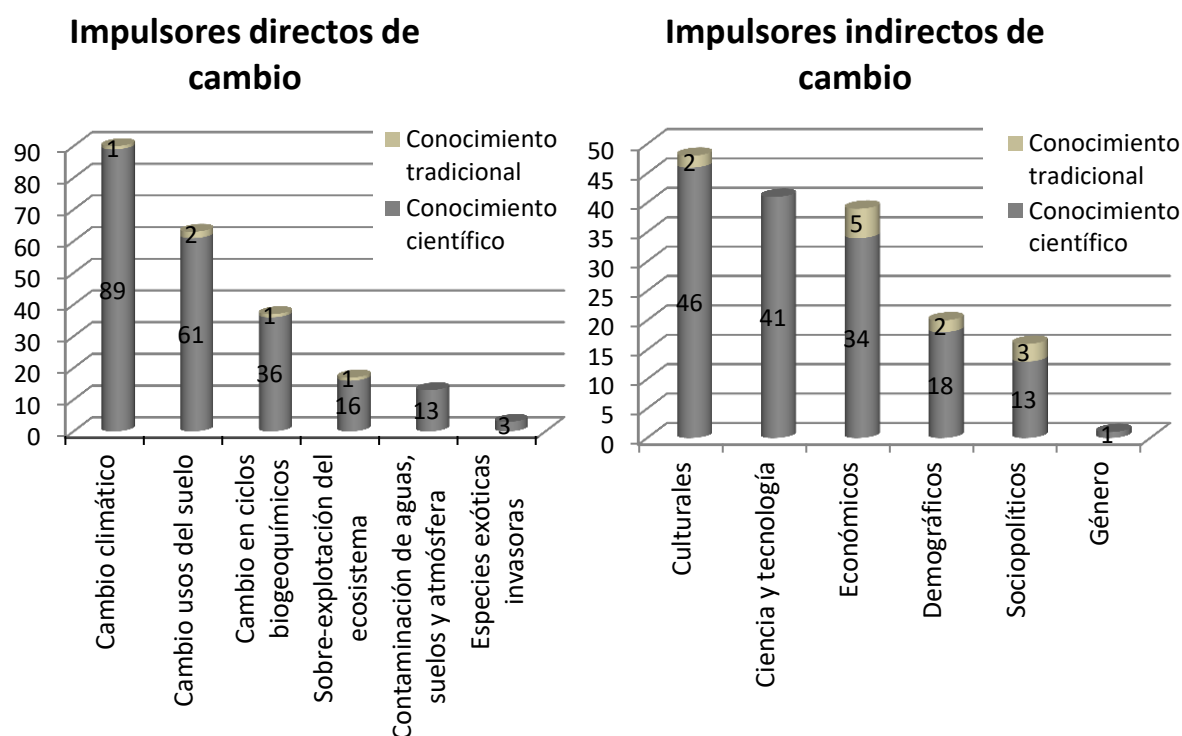


Figura 10: Clasificación de los impulsores de cambio climático.

Respecto a los factores de cambio, se han clasificado en climáticos, que son los que modifican o limitan los elementos del clima, y ecológicos, que son factores bióticos y abióticos que influyen en los organismos vivos. Entre los factores climáticos se observa como el *incremento de la temperatura máxima* ha sido con diferencia el más identificado, en concreto en 73 de las 106 publicaciones. Por el contrario, los menos identificados han sido el *desplazamiento de las estaciones*, la *desaparición de glaciares* y el *incremento de la velocidad del viento* que no llegan a identificarse ni en un 10% de las publicaciones. Si nos fijamos en la procedencia de los datos se observa que solo en dos de los 8 factores climáticos se han identificado publicaciones que integren conocimiento tradicional/ local, por lo que ha sido prácticamente nulo.

En los factores ecológicos ha habido dos que sobresalen en frecuencia por encima de los demás, i.e. la *desaparición de biodiversidad* y la *pérdida de hábitats* (N=87), y la *degradación de pastos* (N=79). A diferencia de los factores climáticos, en las 11 variables que corresponden a factores ecológicos se han identificado estudios de conocimiento tradicional/local, alcanzando un máximo de 5 en la variable de

reforestación. Otra cosa que destaca de los factores ecológicos, ha sido que en una de las variables (*expansión de especies silvestres de difícil convivencia con el ganado*) no se ha identificado ninguna publicación de conocimiento científico y en cambio sí que se ha encontrado una de conocimiento tradicional, siendo la única variable en la que el conocimiento tradicional ha sido superior al científico.

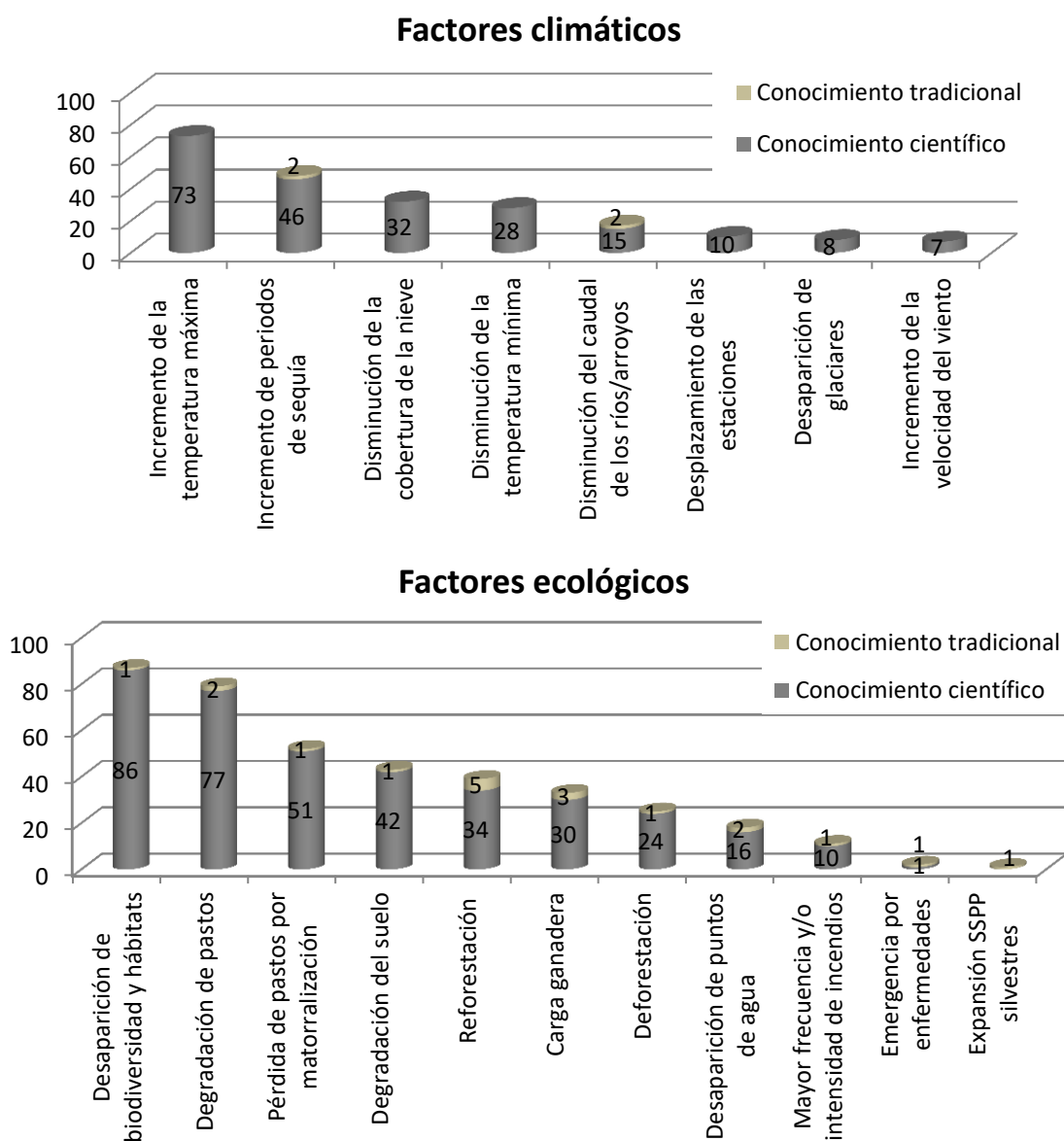


Figura 11: Clasificación de los factores de cambio climático.

Estos impulsores y factores de cambio tienen una serie de consecuencias tanto a nivel ambiental como socio-económico (Fig. 12). Respecto a los impactos ambientales del cambio climático se han identificado 11 clases diferentes, siendo el *incremento de la temperatura* el más nombrado ($N=44$). A diferencia de otros gráficos en que se observa

una gran diferencia entre el número de publicaciones de cada clase, en impactos ambientales vemos una mayor distribución del tipo de impactos pero con una baja abundancia en todos ellos. Al contrario, en impactos socio-económicos, donde se han identificado 9 clases de impactos, hay uno de ellos que destaca por su gran abundancia, la *pérdida de servicios ecosistémicos* ($N=74$), mientras que casi la mitad de clases de impactos socio-económicos no han llegado a identificarse ni en un 10% de las publicaciones. De los impactos socio-económicos destaca un tipo en concreto, los *impactos positivos* identificados en 3 publicaciones que preveían mejoras en la producción debido a los efectos del cambio climático.

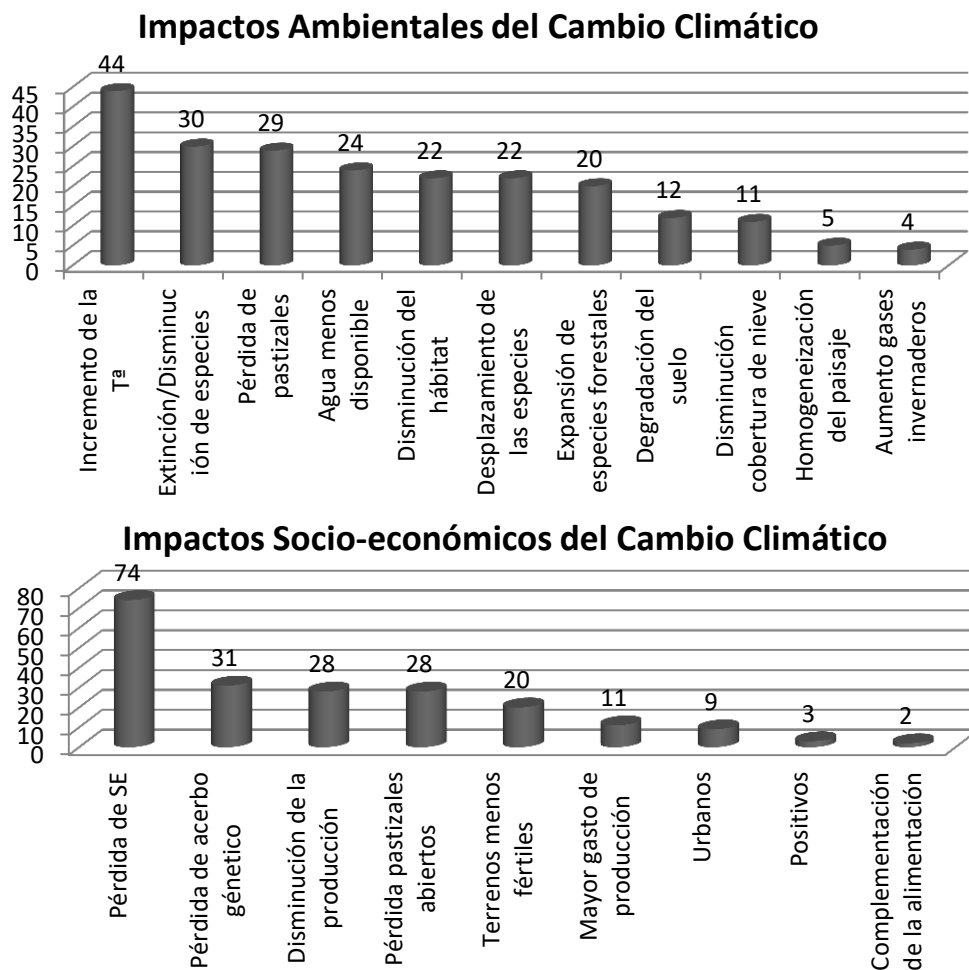


Figura 12: Impactos del cambio climático.

Finalmente también se han revisado las adaptaciones que se han llevado a cabo en los ecosistemas de estudio, o las que sugieren que se deberían de realizar, de manera que se intente mitigar al máximo los efectos del cambio climático (Fig. 13). En un gran

número de publicaciones se han sugerido algunas estrategias de adaptación al cambio climático (68%), mientras que tan solo un pequeño número de publicaciones identifican estrategias que ya estén implementadas (32%).

En el caso de las estrategias que se han identificado que se están llevando a cabo, destaca, muy por encima de las otras, el *aumento del grado de protección de la zona*, especialmente con la declaración de parques naturales y nacionales (N=26 publicaciones), mientras que las otras estrategias en práctica tan solo se observan en 2 o 3 publicaciones. En cambio, han sido muchas más las estrategias de adaptación al cambio climático sugeridas. Hay tres que destacan por encima de las demás: la *necesidad de realizar más estudios* para entender los impactos futuros del cambio climático (N=27), implementar *políticas de gestión de la administración* que permitan e impulsen un correcto manejo de los hábitats (N=23) y *cambios en la gestión del ganado*, con la necesidad de disminuir en algunas zonas pero con otras donde se precisa una mayor frecuentación (N=21). De entre las estrategias de adaptación sugeridas también destaca la última de ella, que aunque solo se ha identificado en 2 publicaciones, estas afirman que ya es demasiado tarde para poder aplicar alguna adaptación que evite los impactos del cambio climático.

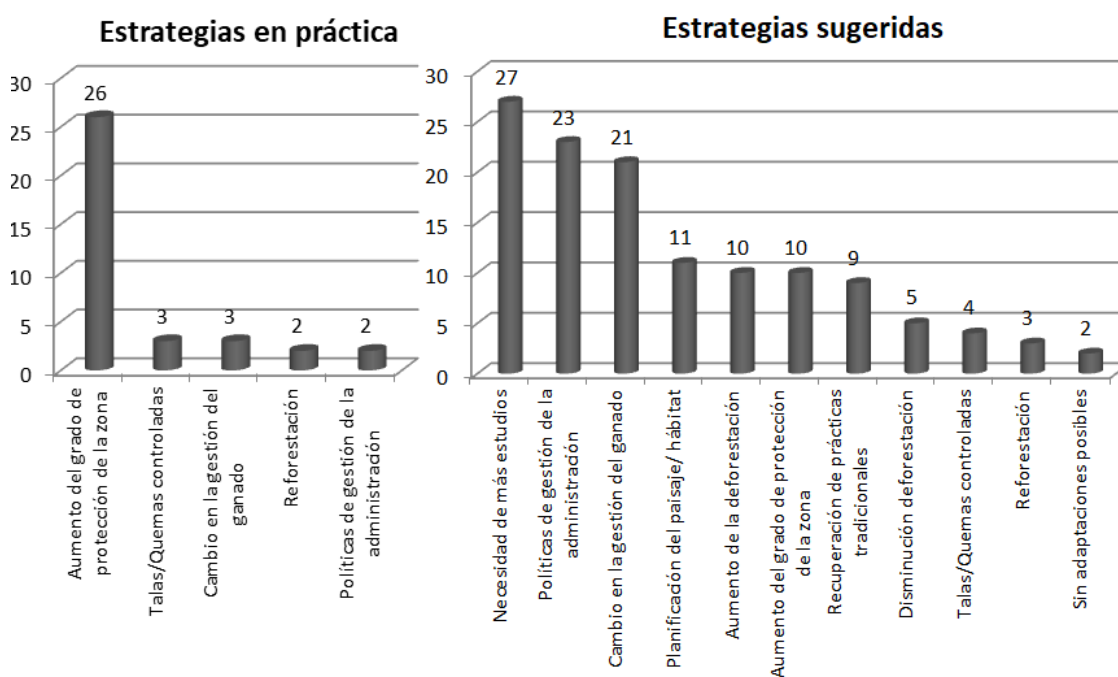


Figura 13: Estrategias de adaptación al cambio climático en práctica y sugeridas.

- TABLAS DE CONTINGENCIA CON CHI-CUADRADO

Se han realizado tablas de contingencia con Chi cuadrado para identificar las posibles interacciones estadísticamente significativas entre dos grupos de variables: el tipo de agroecosistema y el método de estudio (respondiendo a la pregunta ¿se están aplicando métodos de estudio diferentes según el tipo de agroecosistema?)

Se han detectado varias asociaciones significativas entre los objetos/métodos de estudio aplicados y el tipo de agroecosistema (Tabla 3).

Tabla 3: Tabla de contingencia entre los objetos/métodos de estudio y el tipo de agroecosistema. La tabla solo refleja las relaciones estadísticamente significativas entre los métodos de estudio (T) y los diferentes tipos de agroecosistemas (AE), con $\alpha=0,05$ y 1 grado de libertad. La "variable columna 0" hace referencia a la ausencia, mientras que la variable "columna 1" a la presencia. Las flechas rojas indican si la relación significativa se ha dado por observarse una mayor o menor frecuencia de la esperada.. Chi-cuadrado (Valor crítico) = 3.841.

*= p-valor inferior a 0,05. **=p-valor inferior a 0,01

	χ^2 - Valor observado	p- valor	variable columna 0	variable columna 1
AE_ Pastizales de montaña / T_ Flujo Carbono	5.304	*	>	<
AE_ Pastizales de montaña / T_ Análisis del suelo	3.866	*	>	<
AE_ Pastizales de montaña / T_ Censo	4.050	*	<	>
AE_ Pastizales de montaña / T_ Diversidad	4.569	*	<	>
AE_ Prados de siega / T_ Proyección futura	6.073	*	<	>
AE_ Prados de siega / T_ Conocimiento tradicional	7.009	**	<	>
AE_ Agropastoral / T_ Producción primaria	5.132	*	>	<
AE_ Agropastoral / T_ Diversidad	10.791	**	>	<
AE_ Agropastoral / T_ Análisis del suelo	4.468	*	<	>
AE_ Silvopastoral / T_ Diversidad	4.828	*	>	<

Se ha dado una interacción estadísticamente significativa entre el estudio de *pastizales de montaña* y 4 métodos de estudio: *flujo de carbono* ($\chi^2=5,304$; p -valor<0,05), *análisis del suelo* ($\chi^2=3,866$; p -valor<0,05), *censo* ($\chi^2=4,050$; p -valor<0,05) y *diversidad* ($\chi^2=4,569$; p -valor<0,05). En los *pastizales de montaña*, son menos frecuentes de lo esperado los análisis de *flujo de carbono* y de *suelo*, mientras es menos frecuente de lo esperado que no se realicen *censos de especies* y estudios de *diversidad de especies*. Los *prados de siega* con el método de *proyección futura* ($\chi^2=6,073$; p -valor<0,05) y el *conocimiento tradicional* ($\chi^2=7,009$; p -valor<0,01) también han mostrado una interacción estadísticamente significativa, y ambos métodos han mostrado ser más frecuentes de lo esperado. Los sistemas *agropastorales* han mostrado una interacción significativa con la técnicas de análisis de la *producción primaria* ($\chi^2=5,132$; p -

valor<0,05), *diversidad* ($x^2=10,791$; *p-valor*<0,01) y *análisis del suelo* ($x^2=4,468$; *p-valor*<0,05). En los sistemas *agropastorales* son menos frecuentes de lo esperado los análisis de *producción primaria* y de *diversidad de especies*, mientras que es menos frecuente de lo esperado que no se realicen *análisis del suelo*. Los sistemas *silvopastorales* solo mostraron interacción significativa con métodos de análisis de *diversidad de especies* ($x^2=4,828$; *p-valor*<0,05), siendo menos frecuentes de lo esperado.

La segunda tabla de contingencia con Chi-cuadrado (Tabla 4) se realizó entre las variables de los factores e impulsores de cambio, y los impactos ambientales y socio-económicos del cambio climático, de manera que nos permitió averiguar si existen interacciones estadísticamente significativas entre ambas variables, es decir, si los impulsores y factores influyen en los diferentes tipos de impactos del cambio climático. Dentro de los impulsores directos de cambio (ICD) ha habido varias asociaciones estadísticamente significativas, como es el caso del *cambio de usos del suelo* con los impactos ambientales del *incremento de la temperatura* ($x^2=16,606$; *p-valor*<0,01) y la *disminución de la cobertura de nieve* ($x^2=5,266$; *p-valor*<0,05), de manera que ambos impactos son menos frecuentes de lo esperado con el *cambio en los usos del suelo*. La relación del *cambio de usos del suelo* con impactos socio-económicos también ha sido estadísticamente significativa en varios casos, como para la *pérdida de acervo genético* ($x^2=7,805$; *p-valor*<0,01), la *pérdida de pastizales abiertos* ($x^2=5,780$; *p-valor*<0,05) y los *impactos positivos* ($x^2=4,523$; *p-valor*<0,05). De estos impactos se ha observado que la *pérdida de acervo genético* y los *impactos positivos* son menos frecuentes de lo esperado, mientras que la *pérdida de pastizales abiertos* es al contrario, son más frecuentes.

Dentro de los impulsores directos de cambio, el *cambio climático* ha mostrado interacciones significativas con el impacto ambiental del *incremento de la temperatura* ($x^2=9,649$; *p-valor*<0,01), siendo un impacto más frecuente de lo esperado. El *cambio climático* también ha mostrado interacciones significativas con los impactos socio-económicos de *pérdida de acervo genético* ($x^2=4,816$; *p-valor*<0,05) y la *pérdida de servicios ecosistémicos* ($x^2=6,073$; *p-valor*<0,05). Ambos impactos han sido más frecuentes de lo esperado con el impulsor directo de *cambio climático*. Otro impulsor

directo de cambio como es la *contaminación de aguas, suelos y atmósfera* también ha resultado significativo con el impacto ambiental de *degradación del suelo* ($x^2=10,872$; $p\text{-valor}<0,01$) siendo más frecuente de lo esperado, y el impacto socio-económico de *pérdida de pastizales abiertos* ($x^2= 5,319$; $p\text{-valor}<0,05$) que ha resultado ser menos frecuente de lo esperado respecto a este impulsor directo de cambio. Otros impulsores directos cuya relación con algunos impactos ha resultado estadísticamente significativa ha sido la *introducción/presencia de especies exóticas invasoras* cuando se ha comparado con el impacto ambiental de *desplazamiento de las especies* ($x^2=3,957$; $p\text{-valor}<0,05$). Siguiendo con los impulsores directos, los *cambios en los ciclos biogeoquímicos* han resultado relacionados con los impactos ambientales de *degradación del suelo* ($x^2=6,008$; $p\text{-valor}<0,05$), *menor disponibilidad de agua* ($x^2=13,774$; $p\text{-valor}<0,01$), *pérdida de pastizales* ($x^2=12,964$; $p\text{-valor}<0,01$), *disminución de la cobertura de nieve* ($x^2=11,888$; $p\text{-valor}<0,01$) y *disminución del hábitat* ($x^2=5,527$; $p\text{-valor}<0,05$), siendo todos ellos impactos más frecuentes de lo esperado excepto la *disminución del hábitat*, que ha sido observado menos frecuentemente de lo esperado. Los *cambios biogeoquímicos* también muestran interacción con impacto socio-económico de *terrenos menos fértiles* ($x^2=6,832$; $p\text{-valor}<0,01$), que se ha detectado más frecuentemente de lo esperado. El último impulsor directo significativo ha sido la *sobreexplotación* de ecosistemas al compararlo con el impacto ambiental de *menor disponibilidad de agua* ($x^2=5,926$; $p\text{-valor}<0,05$), que ha sido observado menos frecuentemente de lo esperado.

Entre los impulsores indirectos de cambio también ha habido varios cuya relación con algunos impactos ha resultado estadísticamente significativa. Este es el caso de impulsor indirecto *demográfico*, el cual ha mostrado interacciones significativas con el impacto ambiental de *incremento de la temperatura* ($x^2=13,534$; $p\text{-valor}<0,01$) y el impacto socio-económico de *daños en áreas o infraestructuras urbanas* ($x^2=4,203$; $p\text{-valor}<0,05$), siendo el *incremento de la temperatura* menos observado de lo esperado, y menos frecuente que no ocurra el impacto en *áreas urbanas*. Otro impulsor indirecto como el *económico* ha mostrado interacción significativa con los impactos ambientales de *incremento de la temperatura* ($x^2=6,399$; $p\text{-valor}<0,05$) y el *desplazamiento de las especies* ($x^2=4,135$; $p\text{-valor}<0,05$), siendo ambos menos frecuentes de lo esperado, y con el impacto socio-económico de *mayor gasto de producción* ($x^2=6,815$; $p\text{-$

valor<0,01) que se ha observado en mayor número de lo esperado. Los impulsores indirectos *sociopolíticos* también han mostrado interacción con el impacto ambiental del *incremento de la temperatura* ($x^2=6,532$; *p-valor*<0,05) que ha sido observado de manera menos frecuente de lo esperado y el impacto socio-económico de la *pérdida de pastizales abiertos* ($x^2=5,393$; *p-valor*<0,05) que se ha observado que no tiene impactos menos veces de lo esperado. El impulsor indirecto de *género* tan solo es significativo comparado con el impacto ambiental de la *disminución del hábitat* ($x^2=3,855$; *p-valor*<0,05) con el que no se han dado impactos de manera menos frecuente de lo esperado. El impulsor indirecto de *ciencia y tecnología* ha mostrado una relación estadísticamente significativa con el *impacto de áreas e infraestructuras urbanas* ($x^2=6,339$; *p-valor*<0,05), observado de manera más frecuente de lo esperado. Finalmente los impulsores indirectos de cambio *culturales* han mostrado una relación significativa con los impactos ambientales de *menor disponibilidad de agua* ($x^2=5,151$; *p-valor*<0,05), que se ha observado de manera menos frecuente de lo esperado, y la *expansión de especies forestales* ($x^2=3,868$; *p-valor*<0,05), con el que no se han dado impactos de manera menos frecuente de lo esperado. También ha mostrado una interacción positiva con los impactos socio-económicos de *disminución de la producción* ($x^2=11,551$; *p-valor*<0,01), *pérdida de pastizales abiertos* ($x^2=5,546$; *p-valor*<0,01) y *afectación de zonas urbanas* ($x^2=4,191$; *p-valor*<0,01). En el caso de la *disminución de la producción* se ha dado con menos frecuencia de lo esperado, mientras que con la *pérdida de pastizales abiertos* ha sido al contrario y se ha observado más de lo esperado. Sin embargo se ha observado menos frecuentemente de lo esperado que los impulsores indirectos *culturales* no tuviesen impactos en *áreas urbanas*.

Tabla 4: Tabla de contingencia entre los impulsores de cambio climático y sus impactos. La tabla solo refleja las relaciones estadísticamente significativas entre los impulsores de cambio directos (ICD) e indirectos (ICI) y los impactos ambientales (IACC) y socio-económicos (ISECC) que provoac el cambio climático. Nivel de significación $\alpha=0,05$ y 1 grado de libertad. La “variable columna 0” hace referencia a la ausencia, mientras que la variable “columna 1” a la presencia. Las flechas rojas indican si la relación significativa se ha dado por observarse una mayor o menor frecuencia de la esperada. Chi-cuadrado (Valor crítico) = 3.841.

*= p-valor inferior a 0,05. **=p-valor inferior a 0,01

	χ^2 - Valor observado	p-valor	variable columna 0	variable columna 1
ICD - Cambio de usos del suelo / IACC_ Incremento de la Tª	16.606	**	>	<
ICD - Cambios de usos del suelo / IACC_ Disminución cobertura de nieve	5.266	*	>	<
ICD - Cambios de usos del suelo / ISECC_ Pérdida de acerbo genético	7.805	**	>	<
ICD - Cambios de usos del suelo / ISECC_ Pérdida pastizales_abiertos	5.780	*	<	>
ICD - Cambios de usos del suelo / ISECC_ positivos	4.523	*	>	<
ICD - Cambio climático / IACC_ Incremento de la Tª	9.649	**	<	>
ICD - Cambio climático / ISECC_ Pérdida de acerbo genético	4.816	*	<	>
ICD - Cambio climático / ISECC_ Pérdida de servicios ecosistémicos	6.073	*	<	>
ICD - Contaminación de aguas, suelos y atmósfera / IACC_ Degradación del suelo	10.872	**	<	>
ICD - Contaminación de aguas, suelos y atmósfera / ISECC_ Pérdida pastizales_abiertos	5.319	*	>	<
ICD - Especies exóticas invasoras / IACC_ Desplazamiento de las especies	3.957	*	<	>
ICD - Cambios en los ciclos biogeoquímicos / IACC_ Degradación del suelo	6.008	*	<	>
ICD - Cambios en los ciclos biogeoquímicos / IACC_ Menor disponibilidad de agua	13.774	**	<	>
ICD - Cambios en los ciclos biogeoquímicos / IACC_ Pérdida de pastizales	12.964	**	<	>
ICD - Cambios en los ciclos biogeoquímicos / IACC_ Disminución cobertura de nieve	11.888	**	<	>
ICD - Cambios en los ciclos biogeoquímicos / IACC_ Disminución del hábitat	5.527	*	>	<
ICD - Cambios en los ciclos biogeoquímicos / ISECC_ Terrenos menos fértiles	6.832	**	<	>
ICD - Sobre-explotación del ecosistema / IACC_ Menor disponibilidad de agua	5.926	*	>	<
ICI - Demográficos / IACC_ Incremento de la Tª	13.534	**	>	<
ICI - Demográficos / ISECC_urbanas	4.203	*	<	>
ICI - Económicos / IACC_ Incremento de la Tª	6.399	*	>	<
ICI - Económicos / IACC_ Desplazamiento de	4.135	*	>	<

las especies				
ICI - Económicos / ISECC_ Mayor gasto de producción	6.815	**	<	>
ICI - Sociopolíticos / IACC_ Incremento de la Tª	6.532	*	>	<
ICI - Sociopolíticos / ISECC_ Pérdida pastizales_abiertos	5.393	*	<	>
ICI - Género / IACC_ Disminución del hábitat	3.855	*	<	>
ICI - Ciencia y tecnología / ISECC_ urbanas	6.339	*	<	>
ICI - Culturales / IACC_ Menor disponibilidad de agua	5.151	*	>	<
ICI - Culturales / IACC_ Expansión de especies forestales	3.868	*	<	>
ICI - Culturales / ISECC_ Disminución de la producción	11.551	**	>	<
ICI - Culturales / ISECC_ Pérdida pastizales_abiertos	5.546	*	<	>
ICI - Culturales / ISECC_ urbanas	4.191	*	<	>

- ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES

El análisis se corrió con 22 grupos de variables, cada una con diferentes categorías dentro de ella, de manera que se han introducido un total de 140 variables.

Del análisis de correspondencias múltiples se han extraído los 3 primeros factores, los cuales explican el 25%, 16% y 8% de la inercia respectivamente, ya que por detrás de ellos la inercia explicada disminuía exponencialmente tal y como se puede observar en el gráfico de sedimentación (Fig. 14).

Tabla 5: Características de los tres principales factores extraídos.

	F1	F2	F3
Inercia ajustada	0.004	0.003	0.001
Inercia ajustada (%)	25.266	16.661	8.441
% acumulado	25.266	41.927	50.368

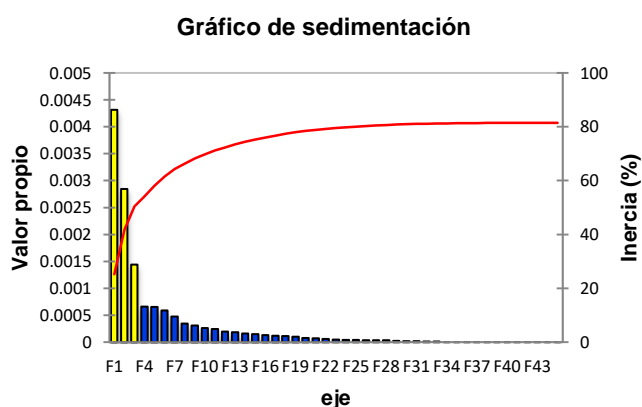


Figura 14: Gráfico de sedimentación de los factores identificados. En amarillo los 3 principales factores.

A partir de los resultados del análisis de correspondencias múltiples, se fusionaron la tabla de cosenos al cuadrado (donde se seleccionaron las variables mayores al 0,2 en los primeros 3 factores) y la tabla de las coordenadas principales. Gracias a esto, pudimos identificar las relaciones entre los tres primeros factores y las variables que los componen, tanto en el lado positivo del eje como en el negativo. El primer factor se relaciona en el lado positivo del eje con las variables de: Práctica_ Pastoreo, Práctica_ Agricultura, Práctica_Hierba forraje, Agroecosistema_Prados de siega, Agroecosistema_Agropastoral, Agroecosistema_Silvopastoral, Ganado_Ovino, Ganado_Caprino, Modelo ganadero_Semiextensivo, Evolución ganadera_Diminuyendo, Escala_Ecosistema, Pasto_Siembra/Corte, Pasto_Diente, Técnica_Imágenes aéreas, Técnica_Imágenes Satelitales, Técnica_Conocimiento tradicional, VarEst_Landuse, Fuente 2aria_Imágenes satelitales, ICD - Cambios de los usos del suelo, ICD - Sobre-explotacion del ecosistema, ICI – Demográficos, ICI – Económicos, ICI – Sociopolíticos, FE – Deforestación, FE - Degradación del suelo (erosión, contaminación, pérdida de fertilidad...), FE - Degradación de pastos, FE - Carga ganadera, IACC_ Pérdida de pastizales y EAP_ Reforestación.

El polo negativo del primer factor, se relaciona con las variables de: Práctica_ Ninguna, Agroecosistema_Pastizales de montaña, Escala_Comunidad, Escala_Grupo, Pasto Natural, Técnica_Censo, Técnica_Diversidad, VarEst_Riqueza, VarEst_Diversidad, VarEst_Abundancia, VarEst_InteraccionesSSPP, VarEst_SSPPbioindicadores, Trabajo de campo, M_Diversidad funcional, FE_Expansión de especies silvestres de difícil convivencia con el ganado (ej. lobo, oso), IACC_Incremento de la Tª, IACC_Disminución del hábitat, IACC_Desplazamiento de las especies y ISECC_ Pérdida de acervo genético.

Para el segundo factor, se han identificado en el lado positivo, relaciones con: Escala_Grupo, Técnica_Distribución de especies, Técnica_Seguimiento especies, Var_Est_DistEspacial, VarEst_Comportamiento animal, VarEst_SSPPbioindicadores, Fuente 2aria_BD_eco, Fuente 2aria_Literatura/Artículos, ICI_Genero, FE_Desaparición de biodiversidad y pérdida de hábitats, FE_Deforestación, FE_Reforestación, FE_Aumento de la frecuencia y/o intensidad de los incendios, ISECC_Pérdida pastizales_abiertos, EAS_Disminución deforestación, EAP_Cambio en la gestión del

ganado, EAS_Aumento del grado de protección de la zona y EAS_Planificación del paisaje/ hábitat.

El lado negativo en cambio, se relaciona con: Escala_Ecosistema, Técnica_Producción primaria, Técnica_Clima, Técnica_Experimentos, ICD_Cambio climático, ICD_Contaminación de aguas, suelos y atmosfera, ICD_Cambios en los ciclos biogeoquímicos, FC_Disminución de la temperatura mínima (mas oscilación térmica), FC_Incremento de periodos de sequía (menos lluvia en verano y primavera), FC_Desplazamiento de las estaciones, FC_Desaparición de glaciares, FC_Incremento de la velocidad del viento, FC_Disminución del caudal de los ríos/arroyos/embalses, FC_Disminución de la duración o cobertura de la nieve, FC_Aumento de la frecuencia de fenómenos extremos (inundaciones, vientos, olas de frio, de calor...), FE_Desaparición de fuentes y puntos de agua, IACC_Degradación del suelo, IACC_Menor disponibilidad de agua, IACC_Aumento gases efecto invernadero, IACC_Disminución cobertura de nieve, ISECC_Terrenos menos fértiles, ISECC_Mayor gasto de producción, ISECC_Disminución de la producción y EAS_Necesidad de más estudios.

Finalmente el polo positivo del tercer factor se ha relacionado con las variables de: Ganado_Equino, Evolución ganadera_Aumentando y Duración < 1 año.

Mientras que el polo negativo se ha relacionado con: Práctica_Abandono, Datos históricos, Fuente 2aria_BD_clima, ICI_Ciencia y tecnología y FC_Incremento de la temperatura máxima.

DISCUSIÓN

La revisión de las 106 publicaciones que han formado la base de datos ha servido para observar algunas tendencias claras que se están dando en los estudios de cambio climático, así como para mostrar algunas relaciones entre variables que nos podrían permitir entender mejor los cambios y poder trabajar para su mitigación.

Los análisis descriptivos muestran con claridad que la realización de estudios de cambio climático no se está dando de igual manera en los diversos países de la cuenca mediterránea, sino que hay unos pocos países que acumulan la mayoría de estudios y gracias a ello posiblemente puedan adaptarse mejor al cambio climático y prevenir algunos de sus impactos. Sin embargo la realización de estos estudios no se ha dado frecuentemente, sino que ha ido aumentando con el paso de los años. La gráfica nos muestra como en el año 2013 y 2014 se dio un gran incremento en las publicaciones de este tipo de estudios ambientales, justamente coincidiendo con la publicación de El Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC). Esto hace pensar que en esos años se produjo un mayor interés en la publicación de artículos para que el IPCC los pudiese incorporar a su informe.

En relación a las características de los ecosistemas de estudio los pastizales de montaña han sido los más abundantes, cosa que era de esperar ya que es en los que se centraba la búsqueda. Estos han sido seguidos por sistemas agropastorales y silvopastorales, lo que nos muestra la importancia de esa interacción antrópica necesaria para el mantenimiento de estos sistemas, mientras que en los pastizales de alta montaña, como es el caso de las turberas, la defoliación se da a menudo también debido a la herbivoría de animales silvestres.

Respecto al tipo de ganado vemos como el ovino y el bovino son prácticamente los únicos que se identifican. Esto es fácilmente entendible ya que ambos grupos son animales con una gran resistencia frente a las duras condiciones climáticas que se dan en las zonas más altas de los pastos. La mayor parte del uso de estos animales sigue siendo de manera extensiva, a menudo vinculado con movimientos estacionales como

la trashumancia, donde se da un cambio de las zonas de pasto del ganado entre invierno y verano para desplazarse hacia zonas de mayor productividad. Sin embargo se está dando una clara tendencia a la disminución de la ganadería extensiva y el pastoreo en muchas zonas y una intensificación del pastoreo en otras. En el caso del sobre-pastoreo, puede tener graves repercusiones en el territorio como es en el caso de la erosión, donde unido a las condiciones climáticas mediterráneas, la erosión es una de las principales causas de degradación del suelo, y que provoca de manera indirecta que se dé una reducción en la captación de carbono por parte del suelo (Ruiz Sinoga *et al.*, 2012).

Respecto a la escala de los estudios vemos como principalmente se han realizado a nivel de ecosistema. Esto está bien para observar los cambios que se están dando a nivel regional, sin embargo, el hecho de que haya tanta diferencia con los estudios que se realizan a nivel de especie, grupo o comunidad puede provocar que se observen los cambios en el ecosistema sin entender cuáles son las interacciones bióticas y abióticas que se están viendo alteradas.

En relación al objeto/método de estudio vemos como evidentemente las mediciones climáticas han sido el método más utilizado en estudios de cambio climático, sin embargo es necesario destacar que de los 15 métodos identificados, 11 de ellos se mencionan en menos del 15% de los artículos. En el método concreto de los experimentos resulta preocupante que solamente hayan sido presentes en 5 de las 106 publicaciones revisadas, ya que con los escenarios que tenemos de cambio climático resulta necesaria la realización de éstos para poder predecir mejor los impactos. El flujo de carbono también ha sido otro método muy poco frecuente por lo que resulta llamativo que se esté estudiando tan poco algunas funciones ecológicas clave como los flujos biogeoquímicos, a pesar de la relación que tiene la alteración de éstos con varios factores ecológicos y sociales. Esto resulta importante destacarlo ya que según algunos artículos la perturbación de los ciclos biogeoquímicos es el límite planetario más importante que hemos sobrepasado (por encima de otros como el cambio climático o la pérdida de biodiversidad) y sin embargo es uno de los que pasa más desapercibidos (Steffen *et al.*, 2015). Esto hace pensar que quizá la investigación se está enfocando mucho en elementos del cambio climático como es el incremento

de la temperatura, la disminución de las precipitaciones, los eventos climáticos,... y sin embargo estamos dejando de lado el estudio de algunas funciones ecológicas.

Respecto a las variables de estudio ocurre algo similar que con los métodos, por lo que resulta interesante resaltar que algunas variables importantes se están estudiando poco. Este es el caso del análisis de los rasgos funcionales, los cuales tienen un gran potencial (especialmente en plantas, Costa-Saura *et al.*, 2016) ya que determinan las funciones ecológicas de una especie bajo condiciones ambientales determinadas. Tal y como destacan algunos científicos, estos análisis podrían ayudar a entender el límite de supervivencia y de distribución de las especies, de manera que nos ayudaría a tomar las decisiones de donde y como asignar los recursos disponibles para poder predecir la distribución de dichas especies y entender los rasgos que pueden ser utilizados como indicadores de cambio climático (Costa-Saura *et al.*, 2016). Otra variable poco analizada y con un gran potencial es el análisis edáfico, ya que entender los procesos que se dan en el suelo tiene una importancia clave en el ciclo del carbono y en general en los ciclos biogeoquímicos. Esto hace pensar que quizá este campo de estudio se está realizando más mirando a los cambios y los impactos, y no tanto intentando entender los procesos para poder mitigarlos y adaptarnos a ellos.

Otro tema interesante que muestran los resultados son las relaciones de los impulsores de cambio. En cuanto a los impulsores directos de cambio se ha observado como el cambio climático y el cambio en usos del suelo han sido los más destacados con diferencia. La identificación de estos dos impulsores principales nos muestran una coherencia con los resultados de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM, 2003) donde ambos cambios fueron identificados como los más importantes. Es interesante destacar también las pocas publicaciones que abordan el tema de la introducción de especies exóticas invasoras, a pesar de que la investigación en especies exóticas cada vez es mayor (Cianfaglione *et al.*, 2018), por lo que nos podría indicar que se debe a un mayor aislamiento de las zonas estudiadas, donde podrían llegar menos. Aún y así, teniendo en cuenta la cada vez más frecuente relación entre las invasiones biológicas y el desplazamiento de las especies con el cambio climático (Capdevila-argüelles, Bernardo and Victor, 2011) es sorprendente que en zonas de montaña con estos ecosistemas pascícolas se esté dando tan poca investigación.

Respecto a los impulsores indirectos, los culturales han sido los más observados. Esto va muy ligado a lo comentado anteriormente con la disminución de la ganadería y es debido a factores culturales como el abandono de las zonas rurales o la pérdida del conocimiento tradicional. De los impulsores indirectos cabe destacar que tan solo hay un artículo donde se ha introducido la visión de género. Esto refleja un posible vacío de información en los trabajos que incorporen cuestiones de género ya que se dispone de artículos que muestran la importancia de esta perspectiva para las estrategias de adaptación, impactos e impulsores (Ravera *et al.*, 2016), y se ha visto que el papel de las mujeres es importante en la conservación, el abandono y la transformación de la ganadería extensiva (Fernández-Giménez en revisión).

Respecto a la procedencia del conocimiento entre si era científico o tradicional/local, hemos visto en todos los análisis que las contribuciones de conocimiento tradicional son muy escasas. Esto nos demuestra que los investigadores no están abordando los estudios al completo, pues algunos artículos demuestran como el conocimiento y los sistemas de gestión tradicionales pueden ayudar a interpretar y entender las reacciones del medio ambiente para orientar en la dirección de la gestión de recursos (Berkes, Colding and Folke, 2000; Ingty, 2017). Asimismo, de no incorporar los conocimientos ecológicos locales a los estudios estaríamos instigando a una mayor pérdida de conocimiento de la que ya se está dando por el hecho de que haya un abandono de las zonas rurales hacia zonas urbanas y una intensificación de la ganadería.

En relación a los factores climáticos el incremento de la temperatura máxima ha sido el más abundante, sin embargo esto contrasta con que el desplazamiento de las estaciones y la desaparición de glaciares no han sido identificados muy frecuentemente, por lo que se entiende que estos efectos secundarios provocados a raíz del evidente incremento de la temperatura máxima se conocen menos. Otro factor poco identificado ha sido el incremento de la velocidad del viento ya que este suele ser más identificado en zonas de muy alta montaña las cuales no son muy frecuentes en la cuenca mediterránea. Respecto a los factores ecológicos de la desaparición de biodiversidad y hábitats, y la degradación de pastos han sido los más identificados en la revisión en coherencia con los resultados de IPBES (2019), que afirma que estos

factores pueden causar un desajuste de los sistemas alimentarios sostenibles provocando una escasez de alimentos en algunas zonas, y a su vez una disminución de la salud de las personas. Por el contrario, hay otros factores ecológicos significativos por la ausencia de estudios, como es el caso de la expansión de especies silvestres de difícil convivencia con el ganado, ya que algunas especies están cambiando su distribución debido al cambio climático. Respecto a la emergencia por enfermedades también se ha tenido muy poco en cuenta, sin embargo la actual pandemia por la COVID-19 podría provocar un aumento de estos estudios y aumentar el conocimiento sobre las enfermedades zoonóticas, de las cuales se identifican 350.000 enfermedades nuevas cada año en Europa y que son responsables de 19 millones de muertes al año a nivel mundial según la Organización Colegial Veterinaria Española (OCV).

Si observamos la relación entre los impactos ambientales y socio-económicos del cambio climático podemos observar como efectivamente hay una gran coherencia entre ellos. Respecto a los impactos ambientales el incremento de la temperatura ha sido el más identificado, seguido por la disminución o extinción de especies y la pérdida de pastizales, mientras que en los impactos socio-económicos la pérdida de servicios de los ecosistemas ha sido con diferencia el más observado, lo cual probablemente tiene relación con la implantación masiva del marco analítico de servicios ecosistémicos. Un aspecto muy importante a destacar de los impactos socio-económicos han sido los impactos positivos, ya que algunos de los artículos revisados afirman que el aumento de las temperaturas puede llegar a provocar un aumento de la productividad en los pastos.

Finalmente, los estadísticos descriptivos muestran una gran diferencia entre las publicaciones que hacen referencia a las estrategias de adaptación al cambio climático en práctica y las sugeridas. Tan solo un pequeño número de publicaciones ha identificado estrategias que ya estén implementadas actualmente, la mayoría de las cuales han sido el aumento del grado de protección de la zona declarando grandes áreas como parques naturales y nacionales. Sin embargo algunas de las publicaciones revisadas (Palombo *et al.*, 2013) destacan que una mayor protección de determinadas zonas a menudo inducen al abandono de actividades pastorales debido a las restricciones que se implementan, generando otros efectos secundarios indeseados.

Respecto a las estrategias sugeridas la gran parte de publicaciones coincide en la necesidad de realizar más estudios para un correcto entendimiento de los sistemas naturales. Destaca también la gran unanimidad que hay respecto a la necesidad de políticas de gestión por parte de la administración. Esto nos hace pensar que quizá se están dando avances en entender cuáles están siendo las actividades causantes del cambio climático y sus impactos, mientras que las acciones para poder prevenirlo y mitigarlo están siendo mucho menores.

La segunda parte de los resultados, con las tablas de contingencia, ha revelado un gran número de interacciones significativas entre las variables que nos permiten extraer algunas informaciones. Algunos métodos de estudio están influenciados por el tipo de agroecosistema donde se realizan. En los pastizales de montaña se observa que los métodos tienen que ver más con el análisis de componentes bióticos, ya que al tratarse de zonas naturales los estudios se han centrado más en saber cómo son las relaciones entre los diferentes seres vivos que componen el ecosistema. Esto ha hecho que otros métodos de análisis del suelo se estén utilizando poco por lo que se recomienda aumentar las investigaciones que incorporen este tipo de técnicas para poder conocer mejor los cambios en los ciclos biogeoquímicos. Sin embargo en otro tipo de agroecosistema como los prados de siega o los sistemas agropastorales, los métodos más utilizados están relacionados con el estudio de la producción y en cómo puede verse afectada por el cambio climático. Esto demuestra que los métodos utilizados en los ecosistemas donde extraemos mayores bienes los seres humanos se estudian con el propósito de conocer los impactos en la producción, y por lo tanto económicos, mientras que en sistemas más naturales los métodos están más dirigidos al conocimiento de los impactos ecológicos.

Los impactos ambientales y socio económicos del cambio climático se encuentran estrechamente relacionados con los impulsores de cambio. En el caso de los impulsores directos, el cambio en los usos del suelo y en los ciclos biogeoquímicos han sido los que han influenciado una mayor cantidad de impactos. Esto confirmaría las informaciones del IPBES donde se afirma que estos dos impulsores de cambio están teniendo mayores impactos que el cambio climático, y sin embargo, las variables observadas con esta revisión muestran como un gran número de artículos estarían

poniendo el foco de interés en el sitio incorrecto o de manera en que no reflejan la totalidad de los cambios en el área estudiada. De los impulsores indirectos de cambio, los que han mostrado mayores interacciones con los impactos han sido los económicos y los culturales (básicamente debido al abandono de zonas rurales). Esto estaría en línea con otros artículos en los que se refleja que tanto el desplazamiento de la población rural hacia grandes urbes (debido a motivos socio-económicos) como la intensificación de prácticas agrícolas y ganaderas, son los responsables de un mayor número de impactos, y que a diferencia del propósito con el que se realizan, raramente generan resultados positivos simultáneos para el bienestar humano y los servicios ecosistémicos (Sitzia *et al.*, 2018; Palombo *et al.*, 2013; Pisabarro *et al.*, 2019).

Respecto al análisis de correspondencias múltiples resulta interesante observar las variables que se han asociado a cada uno de los tres factores para identificar tipologías de estudios mediante las que abordar el cambio climático. Las variables asociadas en el primer factor reflejan como los estudios se han realizado en zonas mayormente manipuladas por el ser humano como son los sistemas agropastorales y silvopastorales donde la agricultura y la ganadería a pesar de estar disminuyendo se realizan en abundancia. Asociados al lado positivo del primer factor se agrupan estudios en sistemas algo antropizados, como los agro- y silvopastorales, con actividades como el pastoreo con ovino o caprino o la agricultura, en tendencia al abandono. En estos contextos se estudian los usos del suelo y sus cambios, sobre todo mediante imágenes aéreas o satelitales. El hecho de que sean zonas en constante interacción con actividades antrópicas concuerda con los impulsores de cambio identificados (cambio en los usos del suelo, sobreexplotación del ecosistema, demográficos, económicos y sociopolíticos) y en que la relación con factores ecológicos como la deforestación o degradación de suelos y pastos, o la carga ganadera, haya sido significativa. El segundo grupo (lado negativo del primer factor) parece estar relacionado con estudios en pastizales de montaña, menos antropizados, donde se estudia comunidades y grupos mediante técnicas de campo típicas como los censos de especies y análisis de diversidad, riqueza, abundancia, funciones de interacciones entre especies, algunas de las cuales se identifican como biodindicadores de cambio climático. Este tipo de trabajos se asocia a la mención del incremento de las temperaturas, la disminución del

flujo de servicios ecosistémicos y los hábitats, provocando el desplazamiento de especies e incluso la extinción de algunas de ellas.

Otro grupo de trabajos, (lado positivo del segundo factor) están relacionados con el estudio de la distribución, seguimiento y comportamiento de especies, a escala de grupo, que indican la desaparición de biodiversidad y de hábitats, relacionadas con la deforestación o la reforestación (y pérdida de pastizales abiertos), el aumento de la frecuencia o intensidad de incendios. En este grupo se indican estrategias adaptativas, en práctica o sugeridas, como la disminución de la deforestación, el cambio en la gestión del ganado o el aumento en la protección de la zona para su mejor planificación a escala de paisaje/hábitat.

Por último, aparece un perfil de trabajos (lado negativo del segundo eje), asociado a variables encaradas e investigar más los factores climáticos y que abordan por tanto muchos impulsores y factores de cambio, como el propio cambio climático, la disminución de la temperatura mínima, el incremento de periodos de sequía y eventos extremos o el desplazamiento de las estaciones, entre otras cuestiones climáticas, o la contaminación de aguas, suelos y atmósfera, y los cambios en los ciclos biogeoquímicos. Todos estos se asocian además impactos ambientales como la menor disponibilidad de agua, el aumento de emisiones de gases de efecto invernadero o la degradación del suelo y la pérdida de fertilidad, que a su vez conllevan impactos socio-económicos como la disminución de la producción y el mayor gasto y se asocian a la sugerencia de realizar más investigaciones en torno a estos temas.

CONCLUSIONES

Mediante la revisión bibliográfica sistemática realizada en este estudio podemos afirmar lo siguiente:

- La revisión de 106 publicaciones refleja algunas tendencias a la hora de realizar las investigaciones en torno al cambio climático en pastizales de montaña de la cuenca mediterránea, las cuales se han centrado mayormente en aspectos climáticos como las temperaturas, las precipitaciones o el aumento de los fenómenos climáticos extremos. Sin embargo, esto nos ha hecho reflexionar sobre la necesidad de que estos estudios incluyan aproximaciones más amplias y diversas en las que se comprenda una imagen más compleja del cambio ambiental global.
- En relación a lo anterior, se ha identificado un claro vacío de información en torno a un factor casi más importante que el cambio climático como es el análisis de los ciclos biogeoquímicos. Estos reflejan a su vez un preocupante número muy pequeño de estudios donde se ha realizado experimentos simulando los futuros escenarios climáticos, lo que nos indica que, de no aumentar esta rama del conocimiento, vamos a ir siempre por detrás del cambio climático en las investigaciones.
- Los análisis estadísticos han confirmado como, efectivamente, los métodos de investigación se han visto influidos por el tipo de agroecosistema en el que se realizaba el estudio. A su vez, también se ha identificado una clara relación entre algunos impulsores directos e indirectos de cambio con los impactos provocados por el cambio climático.
- Existen diferentes maneras de abordar estudios de cambio climático, no obstante, se ha demostrado que estos estudios encaran de maneras diferentes sus investigaciones dependiendo de si se realizan en zonas altamente manipuladas por el ser humano (y de las que extrae un beneficio económico), de otras zonas menos manipuladas donde se estudian más las relaciones ecológicas que se dan entre todo el conjunto del ecosistema.

- El estudio de algunas de las variables nos confirman como efectivamente los impactos del cambio climático ya hace tiempo que se están experimentando. Sin embargo, existe una gran unanimidad de los estudios que coinciden con la necesidad de implementar mayores medidas de gestión por parte de la administración con el fin de mitigar y adaptarnos al cambio climático, por lo que aconsejamos que los estudios que se están realizando vayan acompañados de acciones.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilera, E. *et al.* (2020) 'Agroecology for adaptation to climate change and resource depletion in the Mediterranean region. A review', *Agricultural Systems*. Elsevier, 181(August 2019), p. 102809. doi: 10.1016/j.agsy.2020.102809.

Aguilera Eguía, R. (2014) *CARTA AL DIRECTOR ¿Revisión sistemática, revisión narrativa o metaanálisis?*, *Rev Soc Esp Dolor*.

AR5-IPCC, 2014 (2014) *Cambio climático 2014: Informe de Síntesis, Contribución de los Grupos de trabajo I,II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*.

Aryal, S. *et al.* (2018) 'Transhumance, Livestock Mobility and Mutual Benefits Between Crop and Livestock Production', pp. 25–39. doi: 10.1007/978-3-319-94232-2_2.

Barnosky, A. D. *et al.* (2011) 'Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?', *Nature*. Nature Publishing Group, 471(7336), pp. 51–57. doi: 10.1038/nature09678.

Berkes, F., Colding, J. and Folke, C. (2000) 'REDISCOVERY OF TRADITIONAL ECOLOGICAL KNOWLEDGE AS ADAPTIVE MANAGEMENT', *Asian Journal of Chemistry*, 24(9), pp. 4091–4094.

Bolle, 2003 (no date) *Mediterranean Climate: Variability and Trends*. Available at: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=w0bVBgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&ots=QCEhrQ2ULP&sig=1Cx-b2U11kTLkDPE9_qM0inwFFc&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false (Accessed: 28 December 2020).

Capdevila-argüelles, L., Bernardo, Z. and Victor, Á. (2011) 'Cambio climático y especies exóticas invasoras en España', *Diagnóstico preliminar y bases de conocimiento sobre impacto y vulnerabilidad*, p. 146.

Ceballos, G., Ehrlich, P. R. and Raven, P. H. (2020) 'Vertebrates on the brink as indicators of biological annihilation and the sixth mass extinction', *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. National Academy of Sciences, 117(24), pp. 13596–13602. doi: 10.1073/pnas.1922686117.

Cianfaglione, K. *et al.* (2018) 'European Grasslands Gradient and the Resilience to Extreme Climate Events: The SIGNAL Project in Italy', *Geobotany Studies*, pp. 175–186. doi: 10.1007/978-3-319-67967-9_9.

Costa-Saura, J. M. *et al.* (2016) 'Specific leaf area and hydraulic traits explain niche segregation along an aridity gradient in Mediterranean woody species', *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. Elsevier GmbH., 21, pp. 23–30. doi: 10.1016/j.ppees.2016.05.001.

EM (2003) *Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and human well-being, Assessment of Climate Change in the Southwest United States: A Report Prepared for the National Climate Assessment*. doi: 10.5822/978-1-61091-484-0_1.

Fazey, I. *et al.* (2004) 'Can methods applied in medicine be used to summarize and disseminate conservation research?', *Environmental Conservation*, 31(3), pp. 190–198. doi: 10.1017/S0376892904001560.

Gorguner, M. and Kavvas, M. L. (2020) 'Modeling impacts of future climate change on reservoir storages and irrigation water demands in a Mediterranean basin', *Science of the Total Environment*. Elsevier B.V., 748, p. 141246. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.141246.

Hansson, M. and Fogelfors, H. (2000) 'Management of a semi-natural grassland; results from a 15-year-old experiment in southern Sweden', *Journal of Vegetation Science*, 11(1), pp. 31–38. doi: 10.2307/3236772.

Ingty, T. (2017a) 'High mountain communities and climate change: adaptation, traditional ecological knowledge, and institutions', *Climatic Change*. Climatic Change,

145(1–2), pp. 41–55. doi: 10.1007/s10584-017-2080-3.

Ingty, T. (2017b) ‘High mountain communities and climate change: adaptation, traditional ecological knowledge, and institutions’, *Climatic Change*, 145(1–2), pp. 41–55. doi: 10.1007/s10584-017-2080-3.

IPBES (2019) *El Informe de la Evaluación Mundial sobre la Diversidad Biológica y los Servicios de los Ecosistemas*. Available at: www.ipbes.net (Accessed: 2 January 2021).

IUCN (2008) ‘EL MEDITERRÁNEO: UN PUNTO CALIENTE DE BIODIVERSIDAD AMENAZADO La Lista Roja de la UICN de Especies Amenazadas TM’. Available at: www.iucn.org/mediterranean (Accessed: 28 December 2020).

López-i-Gelats, F. *et al.* (2016) ‘What drives the vulnerability of pastoralists to global environmental change? A qualitative meta-analysis’, *Global Environmental Change*, 39, pp. 258–274. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2016.05.011.

Milano, M. *et al.* (2013) ‘Current state of Mediterranean water resources and future trends under climatic and anthropogenic changes’, *Hydrological Sciences Journal*. Taylor & Francis, 58(3), pp. 498–518. doi: 10.1080/02626667.2013.774458.

Mittermeier, R. (2004) *Hotspots revisited: earth’s biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. Hardcover: CEMEX.

Muntané-Puig (2019) ‘Estrategias de adaptación al cambio climático de la ganadería extensiva española : una perspectiva social’.

Myers, N. (1988) ‘Threatened biotas: hot spots’ in tropical forests.’, *Environmentalist*, 8(3), pp. 187–208. Available at: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2FBF02240252.pdf>.

Nieto-Romero, M. *et al.* (2014) ‘Exploring the knowledge landscape of ecosystem services assessments in Mediterranean agroecosystems: Insights for future research’.

Environmental Science and Policy, 37, pp. 121–133. doi: 10.1016/j.envsci.2013.09.003.

Olson, D. M. *et al.* (2001) 'Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on Earth', *BioScience*, 51(11), pp. 933–938. doi: 10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2.

Olson, D. M. and Dinerstein, E. (1998) 'Society for Conservation Biology The Global 200 : A Representation Approach to Conserving the Earth ' s Most Biologically Valuable Ecoregions Linked references are available on JSTOR for this article : The Global 200 : A Representation Approach to Conserv', *Conservation Biology*, 12(3), pp. 502–515.

Olson, D. M. and Dinerstein, E. (2014) 'The Global 200: Priority Ecoregions for Global Conservation', *Encyclopedia of Geography*, 89(2), pp. 199–224. doi: 10.4135/9781412939591.n329.

Palombo, C. *et al.* (2013) 'Is land abandonment affecting forest dynamics at high elevation in Mediterranean mountains more than climate change?', *Plant Biosystems*, 147(1), pp. 1–11. doi: 10.1080/11263504.2013.772081.

Pavlů, L., Pavlů, V. V. and Fraser, M. D. (2020) 'What is the effect of 19 years of restoration managements on soil and vegetation on formerly improved upland grassland?', *Science of the Total Environment*, 755. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.142469.

Pisabarro, A. *et al.* (2019) 'Impacts of land abandonment and climate variability on runoff generation and sediment transport in the Pisuerga headwaters (Cantabrian Mountains, Spain)', *Geografiska Annaler, Series A: Physical Geography*. Taylor & Francis, 101(3), pp. 211–224. doi: 10.1080/04353676.2019.1591042.

Pullin, A. S. and Stewart, G. B. (2006) 'Guidelines for systematic review in conservation and environmental management', *Conservation Biology*, 20(6), pp. 1647–1656. doi: 10.1111/j.1523-1739.2006.00485.x.

Ravera, F. *et al.* (2016) 'Gender perspectives in resilience, vulnerability and adaptation to global environmental change', *Ambio*, 45, pp. 235–247. doi: 10.1007/s13280-016-0842-1.

Robinson, J. (1997) 'Evidence-based medicine how to practice & teach EBM', *Australian College of Midwives Incorporated Journal*, 10(2), p. 5. doi: 10.1016/s1031-170x(97)80036-0.

Ruiz Sinoga, J. D. *et al.* (2012) 'Variability of relationships between soil organic carbon and some soil properties in Mediterranean rangelands under different climatic conditions (South of Spain)', *Catena*. Elsevier B.V., 94, pp. 17–25. doi: 10.1016/j.catena.2011.06.004.

Sitzia, T. *et al.* (2018) 'Abandonment of timber harvesting favours European beech over silver fir: Evidence from Val Tovanella Nature Reserve in the southern Dolomites (Northern Italy)', *Eco.mont*. Verlag der Oesterreichischen Akademie der, 10(2), pp. 17–27. doi: 10.1553/eco.mont-10-2s17.

Steffen, W. *et al.* (2015) 'Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet', *Science*, 347(6223). doi: 10.1126/science.1259855.

Stewart, G. B. and Pullin, A. S. (2008) 'The relative importance of grazing stock type and grazing intensity for conservation of mesotrophic "old meadow" pasture', *Journal for Nature Conservation*, 16(3), pp. 175–185. doi: 10.1016/j.jnc.2008.09.005.

TEEB (2010) *The economics of ecosystems and biodiversity: Ecological and economic foundations*, *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Taylor and Francis. doi: 10.4324/9781849775489.

Torres-Romero, E. J. *et al.* (2020) 'Reducing the sixth mass extinction: Understanding the value of human-altered landscapes to the conservation of the world's largest terrestrial mammals', *Biological Conservation*. Elsevier, 249(July), p. 108706. doi: 10.1016/j.biocon.2020.108706.

Welch, D. and Bakker, J. P. (1990) 'Nature Management by Grazing and Cutting.', *The Journal of Applied Ecology*. JSTOR, 27(2), p. 756. doi: 10.2307/2404318.

ANEXO A: Publicaciones incorporadas a la revisión.

ID	Autor(es)	Título	Año de publicación
1	Albert, Cecile H.; Thuiller, Wilfried; Lavorel, Sandra; Davies, Ian D.; Garbolino, Emmanuel	Land-use change and subalpine tree dynamics: colonization of <i>Larix decidua</i> in French subalpine grasslands	2008
2	Algarra, Jose A.; Carinanos, Paloma; Herrero, Javier; Delgado-Capel, Manuel; Ramos-Lorente, Maria M.; Diaz de la Guardia, Consuelo	Tracking Montane Mediterranean grasslands: Analysis of the effects o snow with other related hydro-meteorological variables and land-use change on pollen emissions	2019
3	Barros, Ceres; Thuiller, Wilfried; Munkemuller, Tamara	Drought effects on the stability of forest-grassland ecotones under gradual climate change	2018
4	Battipaglia, Giovanna; Buentgen, Ulf; McCloskey, Shane P. J.; Blarquez, Olivier; Denis, Nicole; Paradis, Laure; Brossier, Benoit; Fournier, Thomas; Carcaillet, Christopher	Long-term effects of climate and land-use change on larch budmoth outbreaks in the French Alps	2014
5	Beato Bergua, Salvador; Poblete Piedrabuena, Miguel Angel; Marino Alfonso, Jose Luis	Snow avalanches, land use changes, and atmospheric warming in landscape dynamics of the Atlantic mid-mountains (Cantabrian Range, NW Spain)	2019
6	Bodin, Jeanne; Badeau, Vincent; Bruno, Eric; Cluzeau, Catherine; Moisselin, Jean-Marc; Walther, Gian-Reto; Dupouey, Jean-Luc	Shifts of forest species along an elevational gradient in Southeast France: climate change or stand maturation?	2013
7	Boulangeat, Isabelle; Georges, Damien; Dentant, Cedric; Bonet, Richard; Van Es, Jeremie; Abdulkhak, Sylvain; Zimmermann, Niklaus E.; Thuiller, Wilfried	Anticipating the spatio-temporal response of plant diversity and vegetation structure to climate and land use change in a protected area	2014
8	Brambilla, Mattia; Bergero, Valentina; Bassi, Enrico; Falco, Riccardo	Current and future effectiveness of Natura 2000 network in the central Alps for the conservation of mountain forest owl species in a warming climate	2015
9	Brambilla, Mattia; Cortesi, Matteo; Capelli, Federico; Chamberlain, Dan; Pedrini, Paolo; Rubolini, Diego	Foraging habitat selection by Alpine White-winged Snowfinches <i>Montifringilla nivalis</i> during the nestling rearing period	2017

10	Brambilla, Mattia; Gustin, Marco; Cento, Michele; Ilahiane, Luca; Celada, Claudio	Habitat, climate, topography and management differently affect occurrence in declining avian species: Implications for conservation in changing environments	2020
11	Brambilla, Mattia; Gustin, Marco; Cento, Michele; Ilahiane, Luca; Celada, Claudio	Predicted effects of climate factors on mountain species are not uniform over different spatial scales	2019
12	Brambilla, Mattia; Resano-Mayor, Jaime; Scridel, Davide; Anderle, Matteo; Bogliani, Giuseppe; Braunisch, Veronika; Capelli, Federico; Cortesi, Matteo; Horrenberger, Nathan; Pedrini, Paolo; Sangalli, Beatrice; Chamberlain, Dan; Arlettaz, Raphael; Rubolini, Diego	Past and future impact of climate change on foraging habitat suitability in a high-alpine bird species: Management options to buffer against global warming effects	2018
13	Calabrese, Valentina; Carranza, Maria Laura; Evangelista, Alberto; Marchetti, Marco; Stinca, Adriano; Stanisci, Angela	Long-Term Changes in the Composition, Ecology, and Structure of Pinus mugo Scrubs in the Apennines (Italy)	2018
14	Camarero, JJ; Gutierrez, E	Structure and recent recruitment at alpine forest-pasture ecotones in the Spanish central Pyrenees	1999
15	Carbognani, Michele; Tomaselli, Marcello; Petraglia, Alessandro	Current vegetation changes in an alpine late snowbed community in the south-eastern Alps (N-Italy)	2014
16	Carlson, Bradley Z.; Corona, Monica C.; Dentant, Cedric; Bonet, Richard; Thuiller, Wilfried; Choler, Philippe	Observed long-term greening of alpine vegetation-a case study in the French Alps	2017
17	Carvalho, Joao; Buntgen, Ulf; Pettorelli, Nathalie; Mentaberre, Gregorio; Olive-Boix, Xavier; Eizaguirre, Oihana; Perez, Jesus M.; Fandos, Paulino; Torres, Rita T.; Lavin, Santiago; Fonseca, Carlos; Serrano, Emmanuel	Habitat and Harvesting Practices Influence Horn Growth of Male Ibex	2020
18	Casacci, Luca Pietro; Witek, Magdalena; Barbero, Francesca; Patricelli, Dario; Solazzo, Gaetano; Balletto, Emilio; Bonelli, Simona	Habitat preferences of Maculinea arion and its Myrmica host ants: implications for habitat management in Italian Alps	2011
19	Chamberlain, Dan E.; Negro, Matteo; Caprio, Enrico; Rolando, Antonio	Assessing the sensitivity of alpine birds to potential future changes in habitat and climate to inform management strategies	2013

20	Choler, P.	Winter soil temperature dependence of alpine plant distribution: Implications for anticipating vegetation changes under a warming climate	2018
21	Cianfaglione, Kevin; Chelli, Stefano; Campetella, Giandiego; Wellstein, Camilla; Cervellini, Marco; Ballelli, Sandro; Lucarini, Domenico; Canullo, Roberto; Jentsch, Anke	European Grasslands Gradient and the Resilience to Extreme Climate Events: The SIGNAL Project in Italy	2018
22	Conte, Adriano; Fares, Silvano; Salvati, Luca; Savi, Flavia; Matteucci, Giorgio; Mazzenga, Francesco; Spano, Donatella; Sirca, Costantino; Marras, Serena; Galvagno, Marta; Cremonese, Edoardo; Montagnani, Leonardo	Ecophysiological Responses to Rainfall Variability in Grassland and Forests Along a Latitudinal Gradient in Italy	2019
23	Coret, L; Maisongrande, P; Boone, A; Lobo, A; Dedieu, G; Gouaux, P	Assessing the impacts of the 2003 hot and dry spell with SPOT HRVIR images time series over south-western France	2005
24	Corona-Lozada, M. C.; Morin, S.; Choler, P.	Drought offsets the positive effect of summer heat waves on the canopy greenness of mountain grasslands	2019
25	Cudlin, Pavel; Klopčič, Matija; Tognetti, Roberto; Malis, Frantisek; Alados, Concepcion L.; Bebi, Peter; Grunewald, Karsten; Zhiyanski, Miglena; Andonowski, Vlatko; La Porta, Nicola; Bratanova-Doncheva, Svetla; Kachaunova, Eli; Edwards-Jonasova, Magda; Maria Ninot, Josep; Rigling, Andreas; Hofgaard, Annika; Hlasny, Tomas; Skalac, Petr; Wielgolaski, Frans Emil	Drivers of treeline shift in different European mountains	2017
26	Cuesta, Eva; Lobo, Jorge M.	A comparison of dung beetle assemblages (Coleoptera, Scarabaeoidea) collected 34years apart in an Iberian mountain locality	2019
27	Dainese, Matteo	Using natural gradients to infer a potential response to climate change: an example on the reproductive performance of <i>dactylis glomerata</i> L.	2012
28	De Groot, Maarten; Rebeusek, Franc; Grobelnik, Vesna; Govedic, Marijan; Salamun, Ali; Verovnik, Rudi	Distribution modelling as an approach to the conservation of a threatened alpine endemic butterfly (Lepidoptera: Satyridae)	2009

29	Debouk, Haifa; de Bello, Francesco; Sebastia, Maria-Teresa	Functional Trait Changes, Productivity Shifts and Vegetation Stability in Mountain Grasslands during a Short-Term Warming	2015
30	Della Chiesa, S.; Bertoldi, G.; Niedrist, G.; Obojes, N.; Endrizzi, S.; Albertson, J. D.; Wohlfahrt, G.; Hoertnagl, L.; Tappeiner, U.	Modelling changes in grassland hydrological cycling along an elevational gradient in the Alps	2014
31	Dibari, Camilla; Costafreda-Aumedes, Sergi; Argenti, Giovanni; Bindi, Marco; Carotenuto, Federico; Moriondo, Marco; Padovan, Gloria; Pardini, Andrea; Stagliano, Nicolina; Vagnoli, Carolina; Brilli, Lorenzo	Expected Changes to Alpine Pastures in Extent and Composition under Future Climate Conditions	2020
32	Dortel, E.; Thuiller, W.; Lobo, J. M.; Bohbot, H.; Lumaret, J. P.; Jay-Robert, P.	Potential effects of climate change on the distribution of Scarabaeidae dung beetles in Western Europe	2013
33	Dumont, B.; Andueza, D.; Niderkorn, V.; Luescher, A.; Porqueddu, C.; Picon-Cochard, C.	A meta-analysis of climate change effects on forage quality in grasslands: specificities of mountain and Mediterranean areas	2015
34	Evangelista, Alberto; Frate, Ludovico; Carranza, Maria Laura; Attorre, Fabio; Pelino, Giovanni; Stanisci, Angela	Changes in composition, ecology and structure of high-mountain vegetation: a re-visitation study over 42 years	2016
35	Fernandez-Pascual, E.; Jimenez-Alfaro, B.; Bueno, A.	Comparative seed germination traits in alpine and subalpine grasslands: higher elevations are associated with warmer germination temperatures	2017
36	Ferretti, Francesco; Lovari, Sandro; Stephens, Philip A.	Joint effects of weather and interspecific competition on foraging behavior and survival of a mountain herbivore	2019
37	Filippa, Gianluca; Cremonese, Edoardo; Galvagno, Marta; Migliavacca, Mirco; di Cella, Umberto Morra; Petey, Martina; Siniscalco, Consolata	Five years of phenological monitoring in a mountain grassland: inter-annual patterns and evaluation of the sampling protocol	2015
38	Fino, Ernesto; Blasi, Emanuele; Perugini, Lucia; Pellis, Guido; Valentini, Riccardo; Chiti, Tommaso	Is Soil Contributing to Climate Change Mitigation during Woody Encroachment? A Case Study on the Italian Alps	2020
39	Florenzano, GT	Birds as indicators of recent environmental changes in the Apennines (Foreste Casentinesi National Park, central Italy)	2004
40	Flores, Omar; Seoane, Javier; Hevia, Violeta;	Spatial patterns of species richness and nestedness in ant assemblages along an	2018

	Azcarate, Francisco M.	elevational gradient in a Mediterranean mountain range	
41	Fois, Mauro; Cuena-Lombrana, Alba; Fenu, Giuseppe; Cogoni, Donatella; Bacchetta, Gianluigi	The reliability of conservation status assessments at regional level: Past, present and future perspectives on <i>Gentiana lutea</i> L. ssp <i>lutea</i> in Sardinia	2016
42	Frate, Ludovico; Carranza, Maria L.; Evangelista, Alberto; Stinca, Adriano; Schaminee, Joop H. J.; Stanisci, Angela	Climate and land use change impacts on Mediterranean high-mountain vegetation in the Apennines since the 1950s	2018
43	Gallart, F.; Delgado, J.; Beatson, S. J. V.; Posner, H.; Llorens, P.; Marce, R.	Analysing the effect of global change on the historical trends of water resources in the headwaters of the Llobregat and Ter river basins (Catalonia, Spain)	2011
44	Garbarino, Matteo; Morresi, Donato; Urbinati, Carlo; Malandra, Francesco; Motta, Renzo; Sibona, Emanuele Marco; Vitali, Alessandro; Weisberg, Peter J.	Contrasting land use legacy effects on forest landscape dynamics in the Italian Alps and the Apennines	2020
45	Garcia-Camacho, Raul; Albert, Maria J.; Escudero, Adrian	Small-scale demographic compensation in a high-mountain endemic: the low edge stands still	2012
46	Gartzia, Maite; Fillat, Federico; Perez-Cabello, Fernando; Alados, Concepcion L.	Influence of Agropastoral System Components on Mountain Grassland Vulnerability Estimated by Connectivity Loss	2016
47	Gartzia, Maite; Perez-Cabello, Fernando; Bueno, C. Guillermo; Alados, Concepcion L.	Physiognomic and physiologic changes in mountain grasslands in response to environmental and anthropogenic factors	2016
48	Gianinetto, Marco; Aiello, Martina; Vezzoli, Renata; Polinelli, Francesco Niccolo; Rulli, Maria Cristina; Chiarelli, Davide Danilo; Bocchiola, Daniele; Ravazzani, Giovanni; Soncini, Andrea	Future Scenarios of Soil Erosion in the Alps under Climate Change and Land Cover Transformations Simulated with Automatic Machine Learning	2020
49	Gimenez-Benavides, Luis; Escudero, Adrian; Iriondo, Jose M.	What shapes the altitudinal range of a high mountain Mediterranean plant? Recruitment probabilities from ovule to seedling stage	2008
50	Gratani, L.; Crescente, M. F.; D'Amato, V.; Ricotta, C.; Frattaroli, A. R.; Puglielli, G.	Leaf traits variation in <i>Sesleria nitida</i> growing at different altitudes in the Central Apennines	2014
51	Grigulis, Karl; Lavorel, Sandra	Simple field -based surveys reveal climate -related anomalies in mountain grassland production	2020

52	Gutierrez Illan, Javier; Gutierrez, David; Wilson, Robert J.	Fine-scale determinants of butterfly species richness and composition in a mountain region	2010
53	Gutierrez-Giron, Alba; Gavilan, Rosario G.	Spatial patterns and interspecific relations analysis help to better understand species distribution patterns in a Mediterranean high mountain grassland	2010
54	Henchiri, Malak; Zhang, Sha; Essifi, Bouajila; Ouessar, Mohamed; Bai, Yun; Zhang, Jiahua	Land cover change of arid environment in Tunisia based on analysis of Landsat images	2020
55	Hoyle, M; James, M	Global warming, human population pressure, and viability of the world's smallest butterfly	2005
56	Huelber, Karl; Kuttner, Michael; Moser, Dietmar; Rabitsch, Wolfgang; Schindler, Stefan; Wessely, Johannes; Gattringer, Andreas; Essl, Franz; Dullinger, Stefan	Habitat availability disproportionately amplifies climate change risks for lowland compared to alpine species	2020
57	Jafarian, Zeinab; Kargar, Mansoureh; Tamartash, Reza; Alavi, Seyed Jalil	Spatial distribution modelling of plant functional diversity in the mountain rangeland, north of Iran	2019
58	Jahnig, Susanne; Sander, Martha Maria; Caprio, Enrico; Rosselli, Domenico; Rolando, Antonio; Chamberlain, Dan	Microclimate affects the distribution of grassland birds, but not forest birds, in an Alpine environment	2020
59	Jimenez-Alfaro, Borja; Gavilan, Rosario G.; Escudero, Adrian; Maria Iriondo, Jose; Fernandez-Gonzalez, Federico	Decline of dry grassland specialists in Mediterranean high-mountain communities influenced by recent climate warming	2014
60	Kazakis, G.; Ghosn, D.; Vogiatzakis, I. N.; Papanastasis, V. P.	Vascular plant diversity and climate change in the alpine zone of the Lefka Ori, Crete	2007
61	Komac, B.; Kefi, S.; Nuche, P.; Escos, J.; Alados, C. L.	Modeling shrub encroachment in subalpine grasslands under different environmental and management scenarios	2013
62	Kosmas, Costas; Karamesouti, Mina; Kounalaki, Kate; Detsis, Vassilis; Vassiliou, Penny; Salvati, Luca	Land degradation and long-term changes in agro-pastoral systems: An empirical analysis of ecological resilience in Asteroussia - Crete (Greece)	2016
63	Kutiel, P; Kutiel, H; Lavee, H	Vegetation response to possible scenarios of rainfall variations along a Mediterranean-extreme arid climatic transect	2000
64	Laanaia, Nabil; Carrer, Dominique; Calvet, Jean-Christophe; Page, Christian	How will climate change affect the vegetation cycle over France? A generic modeling approach	2016

65	Lamarque, Penelope; Artaux, Alois; Barnaud, Cecile; Dobremez, Laurent; Nettier, Baptiste; Lavorel, Sandra	Taking into account farmers' decision making to map fine-scale land management adaptation to climate and socio-economic scenarios	2013
66	Lamarque, Penelope; Lavorel, Sandra; Mouchet, Maud; Quetier, Fabien	Plant trait-based models identify direct and indirect effects of climate change on bundles of grassland ecosystem services	2014
67	Lamarque, Penelope; Meyfroidt, Patrick; Nettier, Baptiste; Lavorel, Sandra	How Ecosystem Services Knowledge and Values Influence Farmers' Decision-Making	2014
68	Lavorel, Sandra; de Bello, Francesco; Grigulis, Karl; Leps, Jan; Garnier, Eric; Castro, Helena; Dolezal, Jiri; Godolets, Carly; Quetier, Fabien; Thebault, Aurelie	RESPONSE OF HERBACEOUS VEGETATION FUNCTIONAL DIVERSITY TO LAND USE CHANGE ACROSS FIVE SITES IN EUROPE AND ISRAEL	2011
69	Lega, Massimiliano; Casazza, Marco; Turconi, Laura; Luino, Fabio; Tropeano, Domenico; Savio, Gabriele; Ulgiati, Sergio; Endreny, Theodore	Environmental Data Acquisition, Elaboration and Integration: Preliminary Application to a Vulnerable Mountain Landscape and Village (Novalesa, NW Italy)	2018
70	Lloret, F.; Penuelas, J.; Prieto, P.; Llorens, L.; Estiarte, M.	Plant community changes induced by experimental climate change: Seedling and adult species composition	2009
71	Lochon, Iris; Colace, Marie-Pascale; Devaux, Caroline; Grigulis, Karl; Rettinger, Ricarda; Lavorel, Sandra	Taxonomic and functional facets of the resilience to management of mown subalpine grasslands	2018
72	Makrodimos, Nikolaos; Blionis, George J.; Krigas, Nikolaos; Vokou, Despoina	Flower morphology, phenology and visitor patterns in an alpine community on Mt Olympos, Greece	2008
73	Malatesta, Luca; Tardella, Federico Maria; Tavoloni, Marco; Postiglione, Nicola; Piermarteri, Karina; Catorci, Andrea	Land use change in the high mountain belts of the central Apennines led to marked changes of the grassland mosaic	2019
74	Melendez, Leandro; Laiolo, Paola	The role of climate in constraining the elevational range of the Water Pipit <i>Anthus spinoletta</i> in an alpine environment	2014
75	Merle, Hugo; Garmendia, Alfonso; Hernandez, Hector; Ferriol, Maria	Vegetation change over a period of 46 years in a Mediterranean mountain massif (Penyagolosa, Spain)	2020
76	Mizsei, Edvard; Uveges, Balint; Vagi, Balazs; Szabolcs, Marton; Lengyel, Szabolcs; Pfliegler,	Species distribution modelling leads to the discovery of new populations of one of the least known European snakes, <i>Vipera ursinii graeca</i> , in Albania	2016

	Walter P.; Nagy, Zoltan T.; Toth, Janos P.		
77	Munguira, M. L.; Barea-Azcon, J. M.; Castro-Cobo, S.; Garcia-Barros, E.; Miteva, S.; Olivares, J.; Romo, H.	Ecology and recovery plans for the four Spanish endangered endemic butterfly species	2017
78	Negro, Matteo; Rolando, Antonio; Barni, Elena; Bocola, Davide; Filippa, Gianluca; Freppaz, Michele; Isaia, Marco; Siniscalco, Consolata; Palestrini, Claudia	Differential responses of ground dwelling arthropods to ski-piste restoration by hydroseeding	2013
79	Ninot, J. M.; Carrillo, E.; Font, X.; Carreras, J.; Ferre, A.; Masalles, R. M.; Soriano, I.; Vigo, J.	Altitude zonation in the Pyrenees. A geobotanic interpretation	2007
80	Nuche, Paloma; Alados, Concepcion L.	Shrub interactions drive vegetation succession of subalpine grasslands under two climatic conditions	2018
81	Palombo, C.; Chirici, G.; Marchetti, M.; Tognetti, R.	Is land abandonment affecting forest dynamics at high elevation in Mediterranean mountains more than climate change?	2013
82	Pauli, Harald; Gottfried, Michael; Reiter, Karl; Klettner, Christian; Grabherr, George	Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994-2004) at the GLORIA*master site Schrankogel, Tyrol, Austria	2007
83	Pena-Angulo, D.; Khorchani, M.; Errea, P.; Lasanta, T.; Martinez-Arnaiz, M.; Nadal-Romero, E.	Factors explaining the diversity of land cover in abandoned fields in a Mediterranean mountain area	2019
84	Penuelas, J; Boada, M	A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain)	2003
85	Perez-Garcia, Nora; Font, Xavier; Ferre, Albert; Carreras, Jordi	Drastic reduction in the potential habitats for alpine and subalpine vegetation in the Pyrenees due to twenty-first-century climate change	2013
86	Pescador, David S.; de Bello, Francesco; Valladares, Fernando; Escudero, Adrian	Plant Trait Variation along an Altitudinal Gradient in Mediterranean High Mountain Grasslands: Controlling the Species Turnover Effect	2015
87	Petriccione, B	Short-term changes in key plant communities of Central Apennines (Italy)	2005
88	Petriccione, Bruno; Bricca, Alessandro	Thirty years of ecological research at the Gran Sasso d'Italia LTER site: climate change in action	2019
89	Pisabarro, Alfonso; Pellitero, Ramon; Serrano, Enrique; Ignacio Lopez-Moreno, Juan	Impacts of land abandonment and climate variability on runoff generation and sediment transport in the Pisuerga headwaters (Cantabrian Mountains, Spain)	2019
90	Pitta, Eva; Zografou, Konstantina; Poursanidis,	Effects of climate on spider beta diversity across different Mediterranean habitat	2019

	Dimitris; Chatzaki, Maria	types	
91	Pizzolotto, Roberto; Gobbi, Mauro; Brandmayr, Pietro	Changes in ground beetle assemblages above and below the treeline of the Dolomites after almost 30 years (1980/2009)	2014
92	Riera, Pere; Penuelas, Josep; Farreras, Veronica; Estiarte, Marc	Valuation of climate-change effects on mediterranean shrublands	2007
93	Rigolot, Cyrille; Roturier, Samuel; Dedieu, Benoit; Ingrand, Stephane	Climate variability drives livestock farmers to modify their use of collective summer mountain pastures	2014
94	Rocchia, Emanuel; Luppi, Massimiliano; Dondina, Olivia; Orioli, Valerio; Bani, Luciano	Can the effect of species ecological traits on birds' altitudinal changes differ between geographic areas?	2018
95	Rodriguez, Antonio; de Lamo, Xavier; Sebastia, Maria-Teresa	Interactions between global change components drive plant species richness patterns within communities in mountain grasslands independently of topography	2018
96	Ruiz Sinoga, Jose Damian; Pariente, Sarah; Romero Diaz, Asuncion; Martinez Murillo, Juan Francisco	Variability of relationships between soil organic carbon and some soil properties in Mediterranean rangelands under different climatic conditions (South of Spain)	2012
97	Salvati, Luca; Sateriano, Adele; Zitti, Marco	Long-term land cover changes and climate variations - A country-scale approach for a new policy target	2013
98	Sanz-Elorza, M; Dana, ED; Gonzalez, A; Sobrino, E	Changes in the high-mountain vegetation of the central Iberian peninsula as a probable sign of global warming	2003
99	Scalercio, Stefano	On top of a Mediterranean Massif: Climate change and conservation of orophilous moths at the southern boundary of their range (Lepidoptera: Macroheterocera)	2009
100	Scalercio, Stefano; Bonacci, Teresa; Mazzei, Antonio; Pizzolotto, Roberto; Brandmayr, Pietro	Better up, worse down: bidirectional consequences of three decades of climate change on a relict population of <i>Erebia cassioides</i>	2014
101	Shu, Heping; Hurlimann, Marcel; Molowny-Horas, Roberto; Gonzalez, Marta; Pinyol, Jordi; Abanco, Claudia; Ma, Jinzhu	Relation between land cover and landslide susceptibility in Val d'Aran, Pyrenees (Spain): Historical aspects, present situation and forward prediction	2019
102	Sitzia, Tommaso; Piazzini, Carlo; Barazzutti, Giovanni; Campagnaro, Thomas	Abandonment of timber harvesting favours European beech over silver fir: evidence from Val Tovanella Nature Reserve in the southern Dolomites (Northern Italy)	2018

103	Sjoegersten, Sofie; Llurba, Rosa; Ribas, Angela; Yanez-Serrano, Ana; Sebastia, M-Teresa	Temperature and Moisture Controls of C Fluxes in Grazed Subalpine Grasslands	2012
104	Stanisci, Angela; Bricca, Alessandro; Calabrese, Valentina; Cutini, Maurizio; Pauli, Harald; Steinbauer, Klaus; Carranza, Maria Laura	Functional composition and diversity of leaf traits in subalpine versus alpine vegetation in the Apennines	2020
105	Stefanescu, Constanti; Carnicer, Jofre; Penuelas, Josep	Determinants of species richness in generalist and specialist Mediterranean butterflies: the negative synergistic forces of climate and habitat change	2011
106	Tonin, Rita; Gerdol, Renato; Wellstein, Camilla	Intraspecific functional differences of subalpine plant species growing in low-altitude microrefugia and high-altitude habitats	2020