VIN & ADAPT II

INFORME A1 SOBRE IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y ADAPTACIÓN EN LAS REGIONES OBJETIVO

Desarrollado por: Con el apoyo de:

2018

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 3

1 INTRODUCCIÓN 4

1.1 ISLAS BALEARES 8
1.1.1 Análisis de las temperaturas 10
1.1.2 Análisis de las precipitaciones 10

1.2 CASTILLA – LA MANCHA 11
1.2.1 Análisis de las temperaturas 12
1.2.2 Análisis de las precipitaciones 14

1.3 CATALUÑA 15
1.3.1 Análisis de las temperaturas 16
1.3.2 Análisis de las precipitaciones 18

1.4 COMUNIDAD VALENCIANA 19
1.4.1 Análisis de las temperaturas 20
1.4.2 Análisis de las precipitaciones 21

2 CLIMA FUTURO Y PROYECCIONES CLIMATOLÓGICAS 24

2.1 OBTENCIÓN DE NUEVOS ESCENARIOS DE EMISIÓN: RCPs 24

2.2 ISLAS BALEARES 26
2.2.1 TEMPERATURA 26
2.2.2 PRECIPITACIONES 29

2.3 CASTILLA – LA MANCHA 31
2.3.1 TEMPERATURA 31
2.3.2 PRECIPITACIONES 34

2.4 CATALUÑA 37
2.4.1 TEMPERATURA 38
2.4.2 PRECIPITACIONES 41

2.5 COMUNIDAD VALENCIANA 43
2.5.1 TEMPERATURA 43
2.5.2 PRECIPITACIONES 46

3 IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA VIÑA 48

3.1 NECESIDADES CLIMÁTICAS DEL CULTIVO DE LA VIÑA 48
3.1.1 TEMPERATURA 48
3.1.2 HUMEDAD 49
3.1.3 RADIACIÓN 50

3.1.4 VIENTO 50
3.1.5 ÍNDICE DE FRESCOR NOCTURNO 50
3.1.6 DAÑOS CAUSADOS POR EXTREMOS CLIMÁTICOS 50

3.2 IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA VIÑA 51
3.2.1 IMPACTOS DE LA TEMPERATURA 51
3.2.2 IMPACTOS DE LAS PRECIPITACIONES 52
3.2.3 IMPACTOS DEL INCREMENTO DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO 53
3.2.4 IMPACTOS DE LOS EXTREMOS CLIMÁTICOS 53

4 MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA VIÑA AL CAMBIO CLIMÁTICO 55

4.1 SELECCIÓN DE VARIEDADES 55

4.2 PRÁCTICAS AGRONÓMICAS 55

4.3 ENOLOGÍA 56

4.4 DIVERSIFICACIÓN 58

BIBLIOGRAFÍA 60

ENLACES DE INTERÉS 60

INTRODUCCIÓN

El objetivo general del proyecto VIN & ADAPT II ha sido fomentar la transferencia de conocimiento y movilización de todos los actores involucrados para impulsar la adaptación a los retos que plantea el cambio climático al sector de la viña.

Para alcanzar el objetivo general se han definido diversos objetivos específicos:

1. Aumentar la conciencia sobre los retos globales derivados de los efectos del cambio climático sobre el sector y las oportunidades en término de adaptación, así como de los actores clave que pueden contribuir
2. Impulsar la transferencia de conocimiento a través de la información, formación y difusión buenas prácticas de adaptación.
3. Aumentar la capacidad de colaboración entre los principales actores para fomentar la adaptación del sector de la viña.

Para alcanzar el primer objetivo específico, se han realizado diversas acciones de diagnóstico entre las que se encuentra la elaboración del presente informe que recopila información sobre la percepción del sector sobre el cambio climático y las necesidades y oportunidades para la adaptación del sector a los nuevos escenarios climáticos que se plantean para el futuro.

Para disponer de los datos necesarios se llevó a cabo una encuesta en las Comunidades Autónomas de Baleares, Castilla - La Mancha, Cataluña y Comunidad Valenciana. Dado que el proyecto VIN & ADAPT II es la continuación del proyecto VIN & ADAPT cuyas actividades se centraron en Baleares, Cataluña y sur de Francia (Occitania) se ha utilizado la misma encuesta en ambos casos y los resultados obtenidos en la primera edición del proyecto han servido de modelo y referencia para el análisis realizado en el proyecto VIN & ADAPT.

El nivel de respuestas en ambos proyectos no confiere a los resultados valor estadístico, sin embargo, dada la similitud de los resultados obtenidos pueden considerarse como una aproximación válida a la percepción del sector y ha servido como ingrediente para diseñar e integrar en las acciones de formación e información que se desarrollaron posteriormente en el proyecto.

1 INTRODUCCIÓN

La variada orografía, así como la situación geográfica de España, en latitudes medias de la zona templada del hemisferio norte, hace que tenga una notable diversidad climática. Así, pasamos de lugares con suaves temperaturas, en torno a los 15 °C, a otros que superan los 40 °C, sobre todo en verano, y de zonas con un clima oceánico húmedo con precipitaciones anuales de más de 2500mm a zonas con un clima mediterráneo desértico que no superan los 200mm anuales, como es el cabo de Gata, con 150mm anuales.

Tradicionalmente, se han clasificado cuatro grandes climas en España, **figura 2**, el clima oceánico, el clima mediterráneo (con algunas variaciones), el clima subtropical y el de montaña. Cada uno influye en un área geográfica claramente delimitada:

El clima oceánico: este clima se extiende por todo el norte y noroeste de la Península, desde los Pirineos hasta Galicia.

El clima mediterráneo: este clima es el que predomina en España, con las variedades litoral, continental, semiárido y árido, que extiende a lo largo de todo el litoral mediterráneo, el interior de la Península y el archipiélago balear.

El clima subtropical: este clima solo aparece en el archipiélago canario debido a su cercanía con el trópico de Cáncer y la costa árida de África.

El clima de montaña: aparece en los grandes sistemas montañosos como los Pirineos, el Sistema Central, el Sistema Ibérico, la cordillera Penibética y la cordillera Cantábrica.

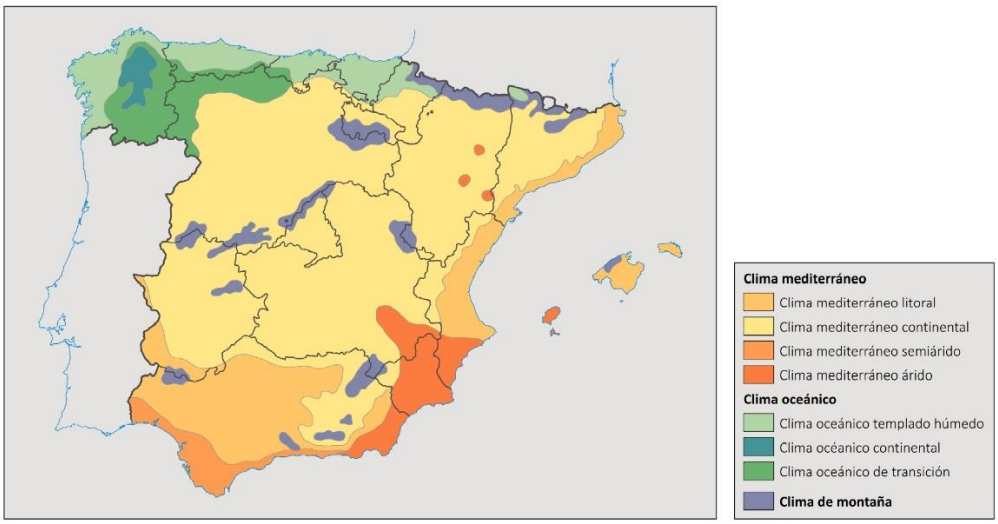


Figura2: Dominios climáticos en España y las Islas Baleares.
Fuente: elaboración propia

Sin embargo, para observar la distribución de los **tipos de clima** vamos a usar los **mapas de Köppen**, ya que son los más utilizados por su relación con las características de la vegetación.

En **la figura 3** se puede ***comparar el mapa de las Denominaciones de Origen con el mapa de los climas según Köppen*** y se aprecia como son tres los climas relacionados con la producción de vinos de calidad: **BSk** (clima

estepario frío y seco), **Csa** (clima templado con verano seco y caluroso) **y Csb** (clima templado con verano seco y suave).

El clima BSk es un clima estepario frío y seco, con precipitaciones escasas de carácter árido o semiárido y con temperatura media inferior a 18 ° C. Ocupa amplias zonas de Badajoz, del valle del Ebro, del sur de la Comunidad de Madrid, del este de las provincias de Toledo y Ciudad Real, de la franja meridional levantina y del sur de las islas de Mallorca e Ibiza.

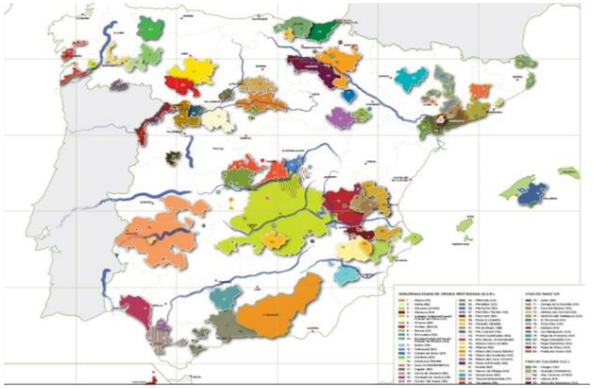
El clima Csa es un clima templado con verano seco y caluroso. La temperatura media del mes más frío está comprendida entre 0ºC y 18ºC y la temperatura del mes más cálido es superior a 22ºC. La subdivisión Csa ocupa el sureste de Portugal, la mitad sur de España a excepción de los enclaves BSk y el norte de las islas de Mallorca, Menorca e Ibiza.

El clima Csb se caracteriza por ser un clima templado con verano seco y cálido, en los que la temperatura media del mes más cálido es inferior a 22° C y tiene más de cuatro meses con temperaturas que superan los 10° C. La subdivisión Csb caracteriza la parte noroccidental de Portugal, el sur de Galicia, Castilla y León, el sistema Central e Ibérico y zonas más elevadas de Andalucía Oriental.

La distribución de los climas Csa y Csb de clima templado con la estación seca en verano y el BSk de clima estepario frío y seco, coinciden con las zonas de **mayor interés vitícola** y ocupan gran parte de la Península Ibérica.

La vid es un cultivo exigente en calor, resistente a la falta de humedad y sequía estival, gracias a su sistema radicular y, sensible a las heladas en fase vegetativa. Para una correcta floración y maduración necesita ambientes secos, siempre que la falta de humedad no sea excesiva. La vid se adapta pues a los territorios de clima tipo Csa, Csb y BSk.

Mapa regionalización climática



Mapa vinos denominación de origen

Figura 3: Comparación entre el mapa de la Denominaciones de Origen y el mapa de Regionalización climática, basada en la clasificación de Köppen (Fuente: INM)

En el capítulo 3, se analizará a fondo el impacto del cambio climático en estas zonas y la vulnerabilidad en el cultivo de la viña, pero se puede resumir en:

- Necesidad de riego debido al aumento del estrés térmico e hídrico como consecuencia del aumento de las temperaturas máximas en periodo estival y a la disminución de las precipitaciones sobre todo en primavera.

- Disminución de la calidad ya que el aumento de la temperatura nocturna supone menor acidez, pérdida de color y aromas y degradación parcial de los azúcares con el consecuente aumento del grado alcohólico.
- Cambios fenológicos debido a la aceleración del ciclo de la planta por el aumento de la temperatura.
- Aumento de la variabilidad del rendimiento debido a la variabilidad climática.
- Aumento de la producción debido al aumento de CO_2 en la atmosfera a causa del aumento de gases de efecto invernadero. Estos resultados no se han comprobado científicamente.

Análisis de las temperaturas

Los valores medios anuales de la temperatura media del aire en la Península Ibérica (e Islas Baleares) varían entre valores inferiores a 2,5ºC (en áreas de mayor altitud Pirineos) y valores superiores a 17ºC en las provincias de Huelva, Sevilla, Cádiz y parte de la franja costera de Málaga y Alicante. En la figura 4 se muestran las temperaturas medias anuales del aire para la Península Ibérica e Islas Baleares.

Los valores de la temperatura media mensual varían regularmente durante el año, alcanzando los valores máximos en verano, sobre todo en los meses de julio y agosto y los valores mínimos en invierno. Así, los valores medios mensuales más bajos de la temperatura media se producen en los meses de diciembre a febrero en las áreas de mayor altitud de España y los valores más altos tienen lugar en julio y agosto en algunos lugares de las provincias españolas de Cáceres, Badajoz, Toledo, Sevilla, Córdoba y Jaén.

El número de días al año con temperatura máxima superior o igual a 25ºC es superior a 110 días gran parte de la mitad sur de la Península Ibérica, en algunas zonas del noreste y en las Islas Baleares. Los valores más bajos se registran principalmente en las áreas de mayor altitud del norte de la Península.

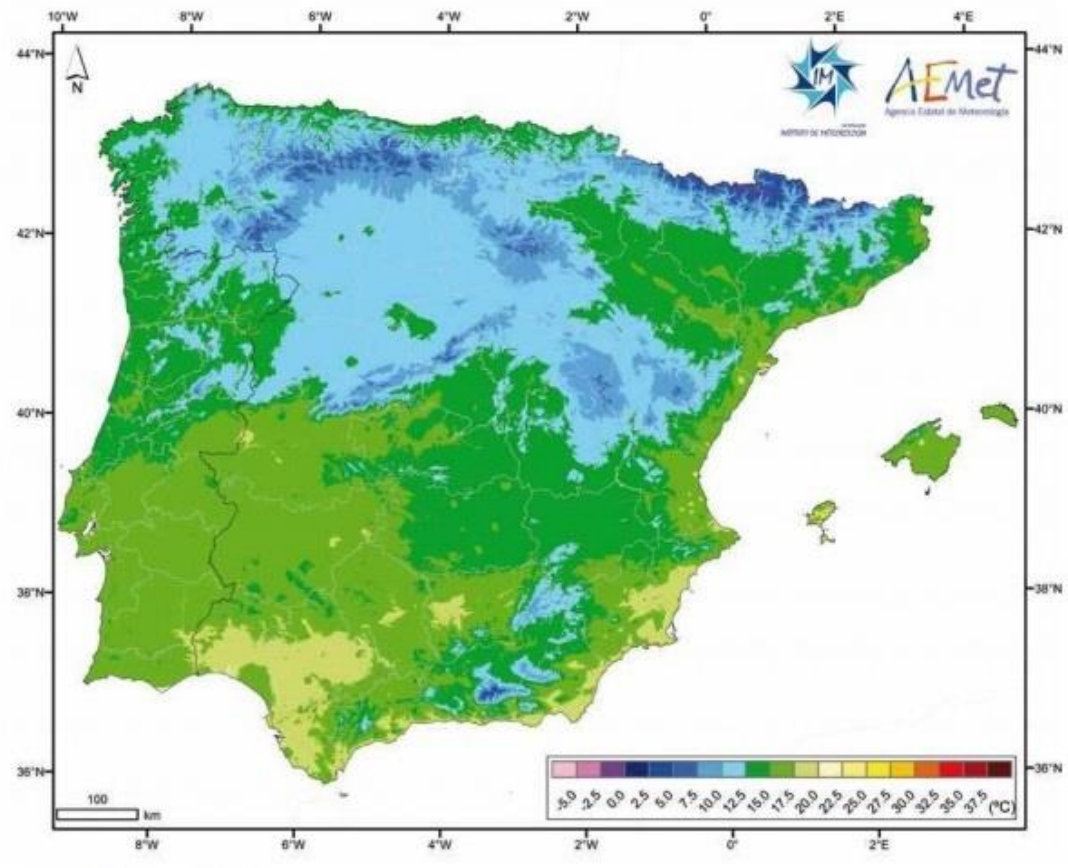


Figura 4:Temperatura media anual del aire en la Península Ibérica e Islas Baleares (1971-2000).

Fuente: AEMET

Análisis de las precipitaciones

La precipitación media anual en la Península Ibérica, **figura 5**, presenta una distribución geográfica muy variada y sirve para distinguir 3 grandes áreas: **lluviosa, seca y semidesértica**. Estas tres categorías no tienen una representación espacial perfectamente separada, sino que se presentan en numerosos sectores intercaladas.

La divisoria entre la España lluviosa y la seca suele establecerse en la isoyeta de 800 mm, y, en algún caso, en la de 600 mm o la intermedia. La divisoria entre la España seca y la semidesértica, a veces también denominada semiárida o árida, la marcan los umbrales de los 300 ó 350 mm. Los valores más elevados se registran por encima de los 2200 mm y se observan en las áreas montañosas del noroeste de Navarra y en algunas áreas del sudoeste de Galicia próximas a las "Rías Bajas". El área lluviosa de España coincide con las de clima oceánico y de montaña donde los valores medios están entre los 1500mm y 900mm.Los valores más bajos se registran en el sureste de España, en las provincias de Almería y Murcia, en el sur de Alicante, con precipitación media anual inferior a 300 mm. La precipitación media mensual varía a lo largo de los años, con una notable estacionalidad que es más fuerte en la mitad sur peninsular y menor en el noreste de España y con una clara disminución de la precipitación en verano. El mes más lluvioso en la Península es diciembre. Los valores más bajos, entre 100 mm y 20 mm, se producen en el sureste de España (provincias de Almería, Murcia y Alicante) y en algunas zonas de Teruel. El mes más seco en toda la Península es julio.

Los valores más bajos, con menos de 30 días al año, se registran en las provincias de Murcia y Almería en el sureste de España.

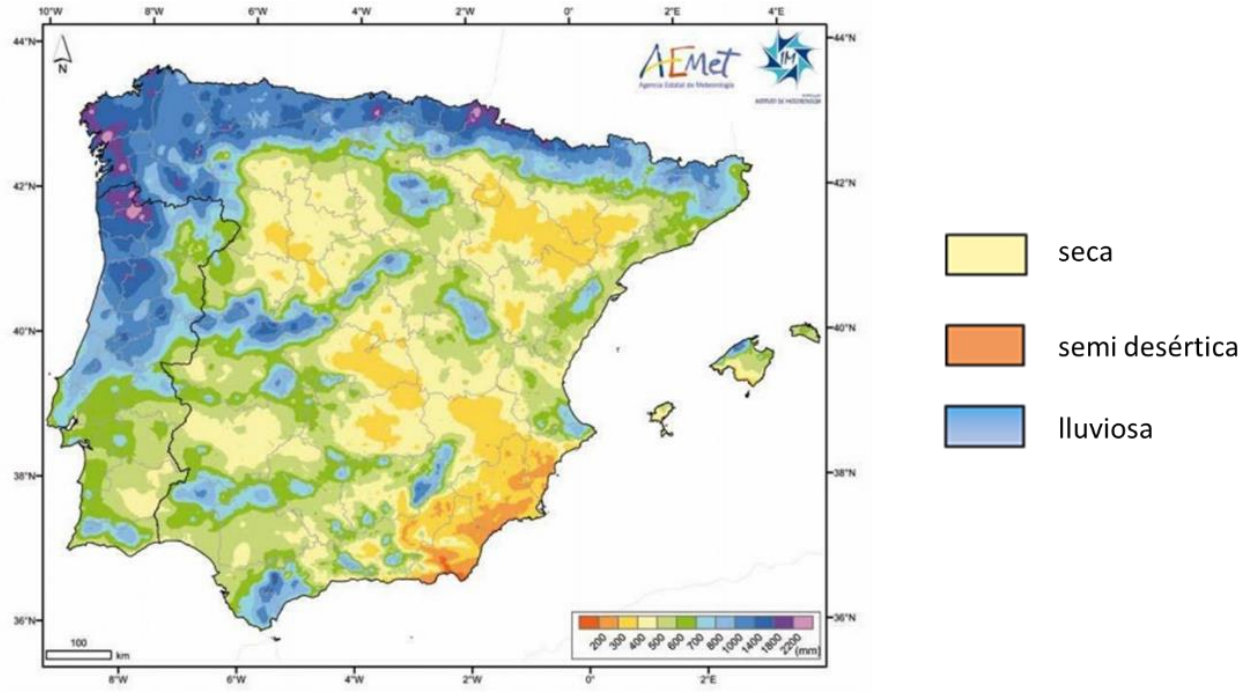


Figura 5: Precipitación media anual del aire en la Península Ibérica e Islas Baleares (1971-2000).

Fuente: AEMET

1.1 ISLAS BALEARES

Las Islas Baleares poseen un clima mediterráneo, donde la diferencia de latitud entre las islas queda reflejada en la disminución de las precipitaciones de norte a sur: Menorca 650 mm, Formentera unos 370 mm, y en la disminución de las temperaturas de sur a norte: Formentera 18ºC, Mahón 17ºC.El invierno a las Baleares resulta relativamente suave con temperaturas medianas mensuales por encima de los 10ºC, y los veranos son cálidos y secos. En verano las Baleares están expuestas a entradas de aire cálido del norte de África que hacen elevar la temperatura de manera considerable.

El régimen pluviométrico es del tipo mediterráneo. Las precipitaciones se reparten durante los meses de otoño e invierno, con un máximo en los meses de octubre y noviembre, cuando llega el viento de sudoeste y el viento de levante cargados de humedad. La lluvia es irregular de un año a otro e irregular para un mes determinado. En primavera se inicia un descenso, que hace que ésta sea bastante seca y el verano es extremadamente seco. El déficit pluviométrico medio anual respecto a la evapotranspiración oscila de norte a sur entre 300 y 500 litros.

En invierno predomina la “tramuntana”, viento del norte, seco y virulento, especialmente en Mallorca y Menorca. En verano y primavera los vientos predominantes son de componente sud, más cálidos, sobre todo en Formentera e Ibiza.

En la **figura 6** se muestran los distintos dominios climáticos del archipiélago balear, el **mediterráneo subhúmedo** en toda la isla de Menorca y parte de Mallorca, el **mediterráneo de montaña** en la Sierra de Tramuntana de Mallorca, el **mediterráneo semiárido** en el sud este de Mallorca y el **mediterráneo semiárido estepario** en Ibiza y Formentera.

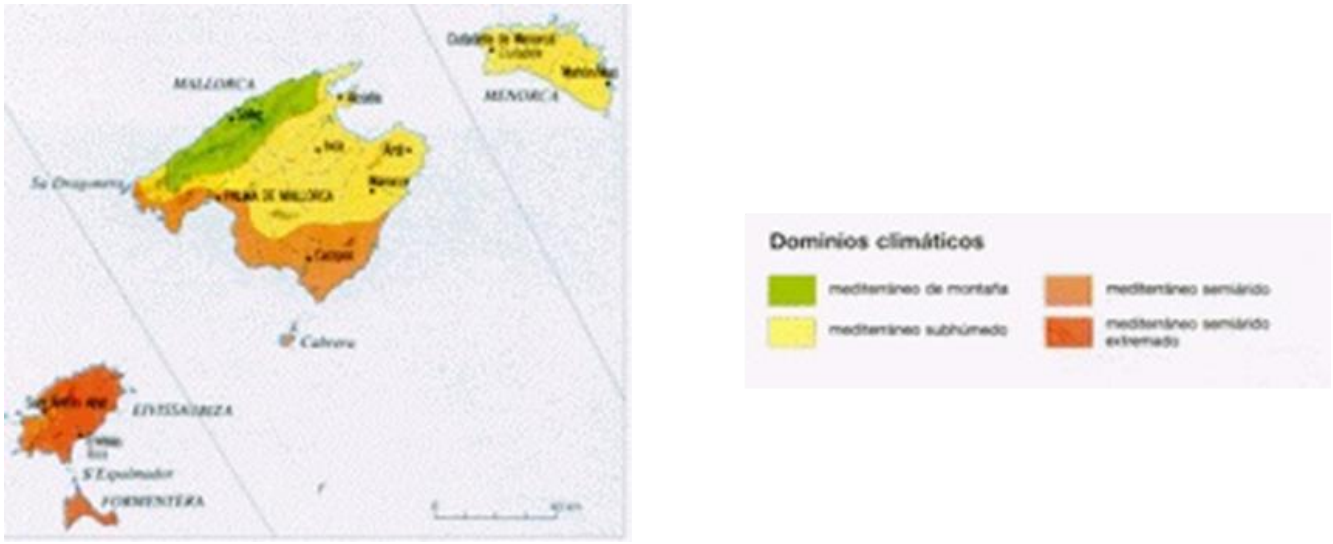


Figura 6: Dominio climáticos de las islas Baleares.
Fuente: Gran Atlas de España. Editorial Planeta S.A 2003

En la **figura 7** se muestra la distribución de los tipos de clima de las Islas Baleares según la clasificación de Köppen, donde se aprecian las regiones semiáridas (clima tipo Bsk) y las de bosque mediterráneo (clima tipo Csa).

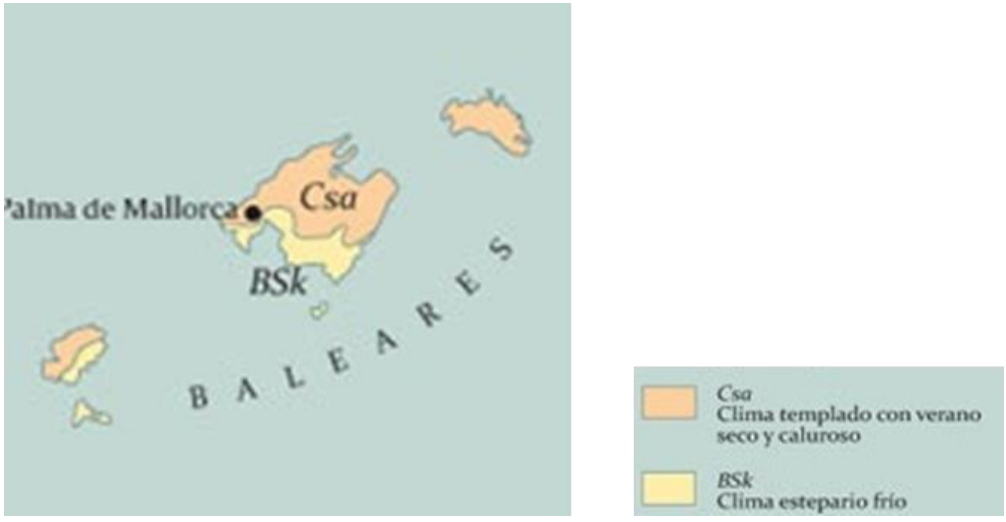


Figura 7: Regionalización climática, basada en la clasificación de Köppen (Fuente: INM).

En las islas Baleares, las áreas con climas Csa y Bsk se corresponde con zonas de producción vitícola, que incluyen las 2 Denominaciones de Origen existentes en las Baleares.

1.1.1 Análisis de las temperaturas

En las Islas Baleares se aprecian diferencias en el clima debido a la latitud de cada una de las islas. En la **figura 8** se muestran algunos parámetros climáticos registrados en Mallorca, Menorca y las islas Pitiusas, según datos del INM.

Parámetros climáticos	Menorca	Mallorca	Ibiza y Formentera
Temperatura máx. media ºC	20,8	21,8	22
Temperatura mín. media ºC	13,6	14,6	14
Temperatura media anual ºC	17,2	18,2	17,9
Precipitación total (mm)	546	449	413
Días de precipitación ≥ 1mm	64	53	45
Nº días de heladas	0	0	0
Hores de sol	2632	2779	2744

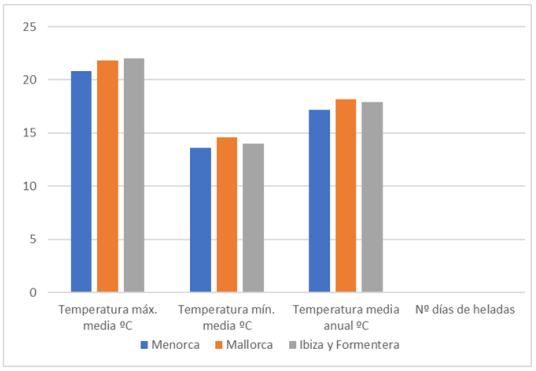


Figura 8: Resumen de parámetros climáticos para las diferentes Islas de las Baleares.
Fuente: AEMET

En **Menorca** la temperatura media anual es de 17,2 °C, con una máxima media de 20,8 º C y una mínima media de 13, 6º C. En enero 2017se alcanzan los 0,9º C en Cala Galdana. Las precipitaciones anuales medias son de 546 mm, concentradas principalmente en otoño y con un marcado carácter torrencial. Además, hay una importante variación interanual con largos periodos de sequía repartidos irregularmente a lo largo de los años. Esto hace que en Menorca solo puedan vivir especies adaptadas a soportar largos veranos secos y calurosos. Un aspecto importante de la climatología de Menorca es el viento, predominantemente del Norte (tramontana), aunque desde abril hasta julio aumenta la importancia de los vientos de componente Sur.

En **Mallorca** la temperatura media anual, exceptuando la alta montaña, es de 18,2 ºC, con una máxima media de 21,8º C y una mínima media de 14,6º C. En la Sierra de Tramuntana (700m de altitud) se registran heladas en invierno y puede nevar ocasionalmente. En enero del 2017 la temperatura mínima alcanzó en Mallorca, los -5.4◦C registrados en la Serra de Alfàbia.

En **Ibiza y Formentera** la temperatura media anual es de 17,9º C, con una máxima media de 22º C y una mínima media de 14º C. En Ibiza, en enero 2017 la temperatura mínima alcanzó 1.5 ◦C en Eivissa y, en Formentera 2.9◦C.

1.1.2 Análisis de las precipitaciones

En **Menorca,** el régimen de precipitaciones se caracteriza por su irregularidad, variando mucho de un año a otro, hasta llegar al extremo de provocar sequías. La mayor parte de la lluvia se concentra en pocos días, con precipitaciones intensas o muy intensas en otoño y el resto del año de poca intensidad. Como se muestra en

la figura 8, la precipitación total anual de Menorca es de 546 mm, variando de un año a otro según las áreas. El número de días de lluvia superior a 1mm es de 64 días al año.

En **Mallorca, l**as precipitaciones anuales fluctúan de un lugar a otro de la isla, entre los 350 mm de la zona sur y los 1.500 mm en zonas altas de montaña, en la Sierra de Tramuntana. Pero en la mayor parte del territorio están comprendidas entre los 450 y los 650 mm. La precipitación total anual es de 449 mm. El 40% del total anual de las precipitaciones cae durante el otoño, de septiembre a noviembre, el 25% en primavera, de marzo a mayo, igual que en invierno, de diciembre a febrero y en verano solamente un 10%, de junio a agosto. El régimen de precipitaciones se caracteriza por su irregularidad, variando considerablemente de un año a otro, hasta el extremo de llegar a provocar sequías. El número de días de lluvia superior a 1mm es de 53 días al año.

En **Ibiza y Formentera,** el régimen de precipitaciones disminuye debido a la situación geográfica de la isla y, se concentra en los meses de otoño y principios de invierno durante pocos días. La precipitación anual es de 413 mm y el número de días de lluvia superior a 1 mm tan sólo alcanza los 45 días al año tal y como se muestra en la figura 9.

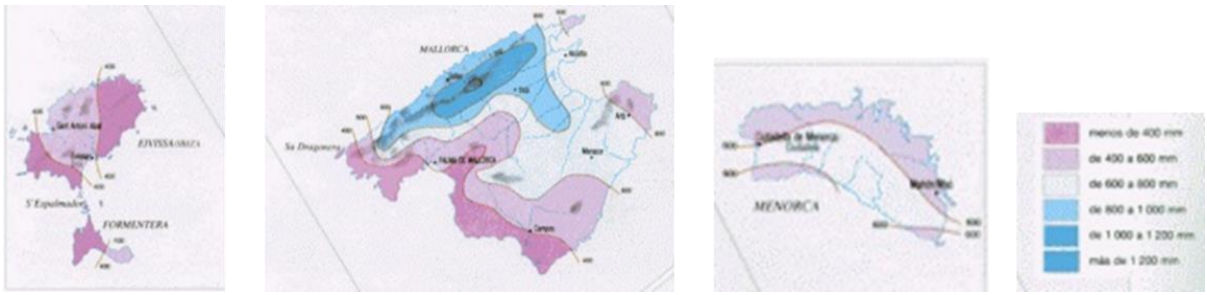
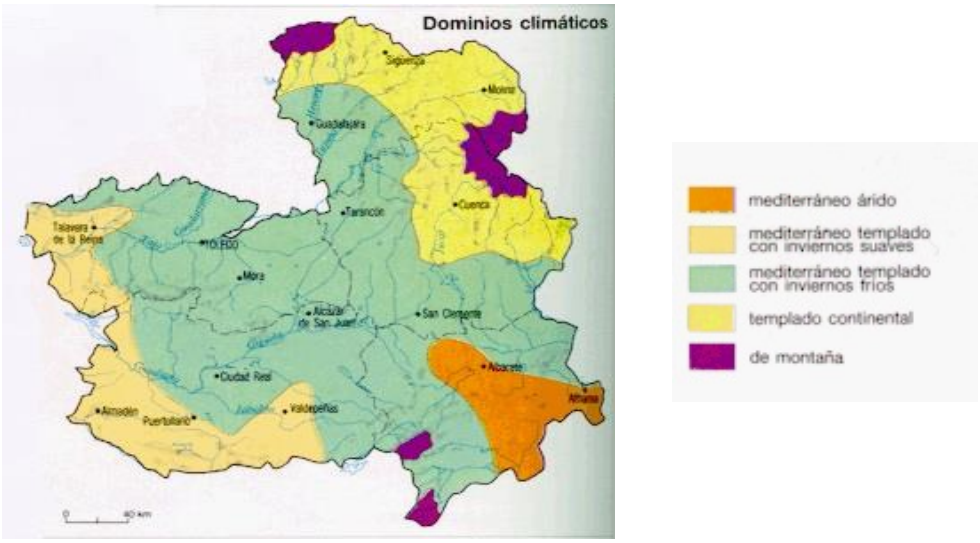


Figura 9: *Mapa de precipitaciones medias anuales*
Fuente: Gran Atlas de España Planeta, Editorial Planeta.

1.2 CASTILLA – LA MANCHA

Castilla-La Mancha posee un clima mediterráneo continentalizado, caracterizado por inviernos fríos, veranos calurosos, sequía estival, irregularidad en las precipitaciones, fuertes oscilaciones térmicas y notable aridez, ya que se ubica entre las latitudes templadas y húmedas y las subtropicales áridas, y en una meseta elevada lejos del litoral marino. Se distinguen 5 dominios climáticos debido a las peculiaridades de la orografía y altitud, mediterráneo árido, mediterráneo templado con inviernos suaves, mediterráneo templado con inviernos fríos, templado continental y de montaña.

Las precipitaciones son entre moderadas y escasas en la mayor parte del territorio, pero con una elevada variabilidad temporal, alternándose periodos de sequía con otros de precipitaciones relativamente abundantes.



*En la **figura 10:** se muestran los distintos dominios climáticos.*
Fuente: Atlas de España. Editorial Planeta

En la **figura 11** se muestra la distribución de los tipos de clima según la clasificación de Köppen, donde se aprecian las regiones semiáridas (clima tipo Bsk), y aquellas con mayor pluviosidad relativa (climas tipo Cwb y Cfb).

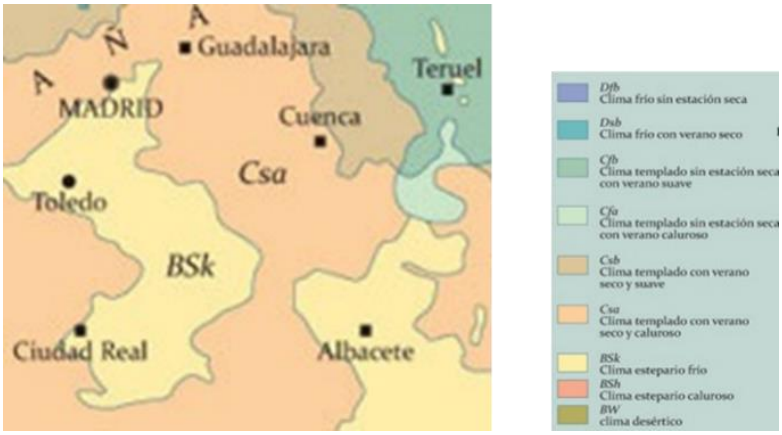


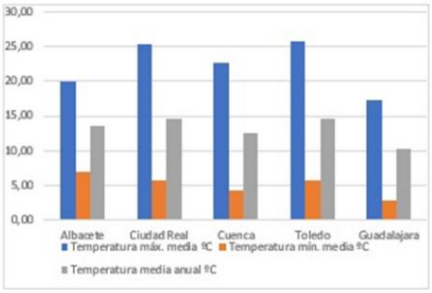
***Figura 11:** Regionalización climática, basada en la clasificación de Köppen (Fuente: INM).*

En Castilla – La Mancha, las áreas con climas Csa y Bsk se corresponde con zonas de alta producción vitícola, que incluyen las 9 Denominaciones de Origen existentes en esta Comunidad.

1.2.1 Análisis de las temperaturas

En la **figura 12** se resumen diferentes parámetros climáticos para las 5 provincias Albacete, Ciudad Real, Cuenca, Toledo y Guadalajara de Castilla- La Mancha, según datos de AEMET.

Parámetros climáticos	Albacete	Ciudad Real	Cuenca	Toledo	Guadalajara
Temperatura máx. media ºC	20,1	25,4	22,7	25,7	17,4
Temperatura mín. media ºC	7,1	5,7	4,3	5,7	2,9
Temperatura media anual ºC	13,6	14,7	12,5	14,7	10,2
Precipitación total (mm)	367	396	507	357	500
Días precipitación ≥ 1mm	53	62	73	56	78
Nº días heladas	4	47	68	33	125
Horas de sol	2730	2656	2572	2847	2440



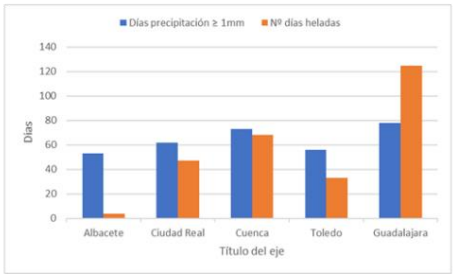


Figura 12: *Resumen de parámetros climáticos para Castilla-La Mancha*
Fuente: AEMET

En general, la latitud y la topografía condicionan la distribución espacial las temperaturas medias diarias con valores entre 10.5ºC en el noreste y 14ºC en el resto de las comarcas. En invierno es frecuente que las temperaturas bajen de los 0º C en la mayor parte de la región, especialmente en Cuenca y Guadalajara. La temperatura media del mes de enero se sitúa por debajo de los 6º C, produciéndose numerosas heladas en las noches despejadas de nubes, así en Guadalajara tenemos 125 días de heladas y en Cuenca 68. También, son frecuentes las heladas a principios de primavera y finales de otoño.

En verano frecuentemente se superan los 30º C, alcanzándose esporádicamente más de 35º C, en las comarcas del sur y oeste de las provincias de Ciudad Real y Toledo. Los veranos más suaves, por debajo de los 22º de media mensual se dan en el norte y nordeste de Guadalajara y en las zonas montañosas de Cuenca, donde las medias no suben de los 18º C.

Los valores de la oscilación térmica media son de 14 a 16 ºC en verano y de 8 a 10 ºC en invierno, correspondiendo en general los mayores a las comarcas del sur de Ciudad Real.

Respecto a los valores extremos, en el noreste de la región se pueden alcanzar temperaturas mínimas de -9ºC (Molina de Aragón y Serranía Alta de Cuenca) y de -4ºC en la zona suroeste (Talavera, Toledo, Torrijos) con mayor altitud topográfica. Sin embargo, las temperaturas máximas en verano oscilan entre 38-37ºC en la mayor parte de las comarcas y 34-35 ºC en las comarcas del sureste (Almansa, Hellín, Albacete), que reciben las brisas del litoral mediterráneo por la tarde suavizando las temperaturas máximas diarias, figura 13.

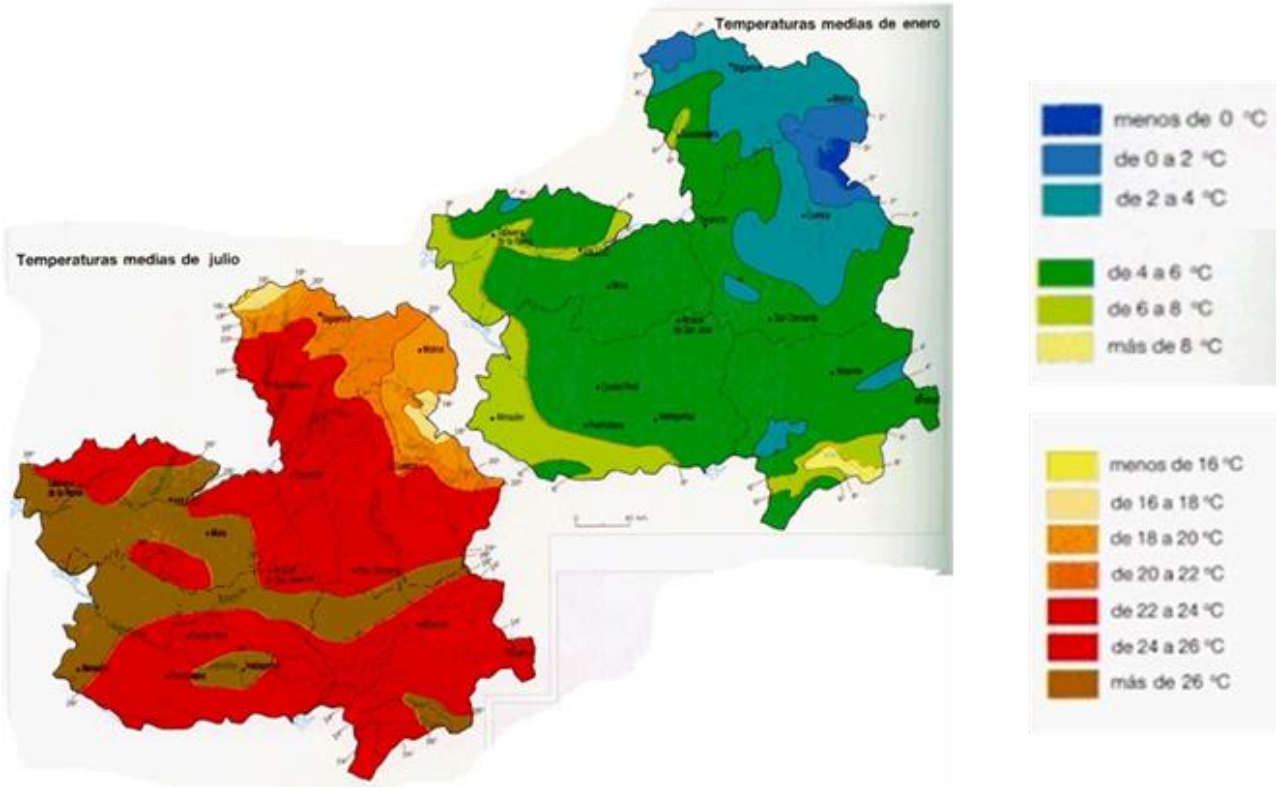


Figura 13: Mapa de temperaturas medias extremas (julio y enero). Fuente: Gran Atlas de España. Editorial Planeta

1.2.2 Análisis de las precipitaciones

El valor promedio de las precipitaciones anuales (1950-2006) se mantiene en todas las comarcas por debajo de 600 mm, no obstante, en la comarca más seca (Hellín) apenas se supera 320 mm.

Se pueden establecer 4 zonas pluviométricas dependiendo de las precipitaciones. Encontramos una **zona Seca** situada en el Sureste de la provincia de Albacete con menos de 300 mm anuales. La distribución de precipitaciones a lo largo del año presenta un régimen típicamente mediterráneo caracterizado por la existencia de una estación seca muy marcada durante el verano, unos máximos de lluvias en los meses de primavera y otoño, y un mínimo poco acusado en invierno. La z**ona manchega** que atraviesa la región por el centro con una dirección Noroeste-Sudeste, se caracteriza por la escasez de precipitaciones, entre 400 y 600 mm. **La zona Occidental** situada en el Oeste de las provincias de Ciudad Real y Toledo, y con precipitaciones entre 600 y 700 mm. Finalmente, la **zona lluviosa** situada en el Norte de la provincia de Guadalajara y Este de la de Cuenca y otras áreas montañosas de la región, donde las precipitaciones superan los 700 mm y en algunos casos llegan a superar los 1.000 mm.

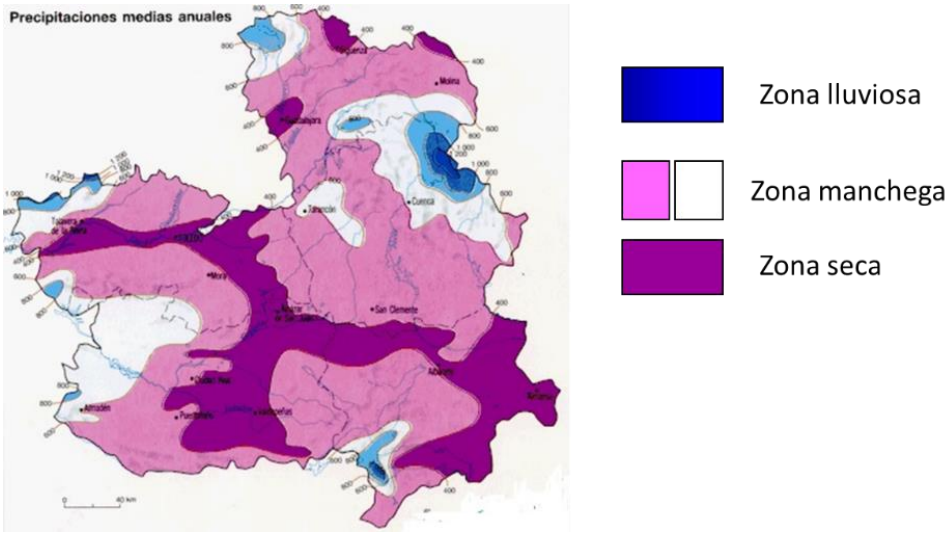


Figura 14: Mapa de las precipitaciones medias anuales. Fuente: Atlas de España. Editorial Planeta

1.3 CATALUÑA

Cataluña disfruta de un clima mediterráneo templado propio de su latitud en el hemisferio septentrional, excepto el Valle de Aran que posee un **clima oceánico**. Aun así, por su variedad topografía, formada por las unidades del Sistema Litoral, la depresión Central, el Pre Pirineo y el Pirineo, hay una gran variedad climática y a menudo meteorológica, en distancias cortas. Así, se puede hablar **de clima mediterráneo litoral y prelitoral** (en el Sistema Litoral), con matices de **continentalidad** (en la depresión Central), **de montaña** (en el Pirineo y Pre Pirineo) y oceánico (Vall d'Aran). La proximidad al mar hace que, en las comarcas litorales, los veranos no sean muy calurosos y las heladas sean escasas o raras en invierno, 4,9 días de heladas en Barcelona y 3,4 días en Tortosa, mientras que en el interior se alcanzan los 41,6 días de heladas en Lérida, **figura 17.** En las zonas de interior los inviernos son muy fríos y los veranos muy calurosos.

La estación más lluviosa se da durante el otoño en la franja litoral y prelitoral, mientras que el verano es la estación más seca. Se incrementa pluviométricamente la variabilidad interanual, es decir el contraste entre años secos y años moderadamente lluviosos y, se alarga los períodos sin lluvia. Al mismo tiempo por su situación geográfica, aumenta la concentración de lluvia en pocos días muy lluviosos.

En la **figura 15** se muestran los diferentes climas de Cataluña.

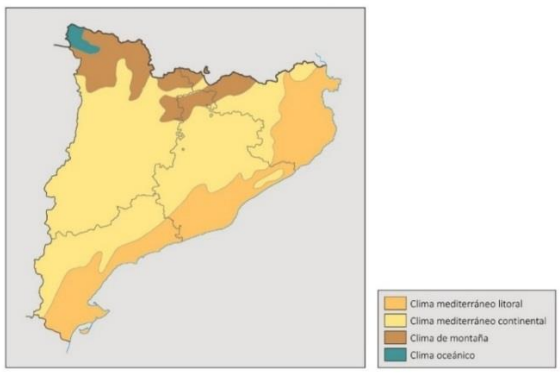


Figura 15: climas de Cataluña.
Fuente: elaboración propia

En la **figura 16** se muestra la distribución de los tipos de clima según la clasificación de Köppen, que es la más utilizada por su relación con las características de la vegetación, donde se aprecian los climas: oceánico (clima tipo Cfb), mediterráneo de verano (Csa), subtropical húmedo(Cfa), fríos semiáridos (BSk) y continental húmedo (Dfb).

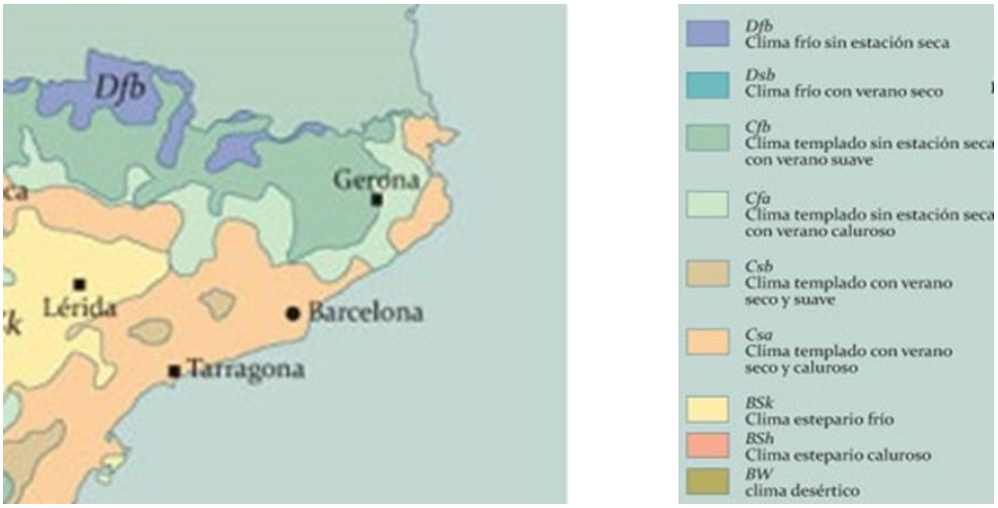


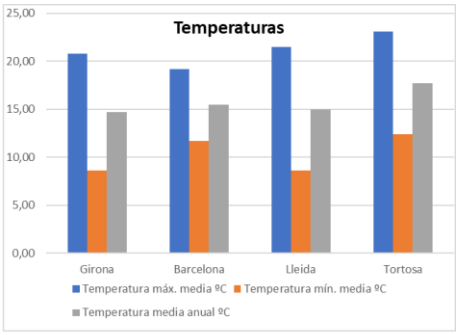
Figura 16: Regionalización climática, basada en la clasificación de Köppen (Fuente: INM).

En Cataluña, las áreas con climas Csa y Bsk se corresponde con zonas de alta producción vitícola, que incluyen las 11 Denominaciones de Origen existentes en Cataluña.

1.3.1 Análisis de las temperaturas

En la **figura 17** se resumen diferentes parámetros climáticos para las cuatro provincias: Girona, Barcelona, Lleida y Tortosa (para la provincia de Tarragona). Se aprecia que la temperatura media anual en la provincia de Tarragona es entre 2 -3 ºC superior al resto de las otras tres provincias, al igual que la temperatura máxima y mínima anual. A medida que nos desplazamos hacia el norte las temperaturas disminuyen y las precipitaciones aumentan, siendo Girona la provincia más lluviosa. El número de días de heladas es muy bajo, entre 3 -5, para las provincias de Tarragona y Barcelona, y de 41 días para el resto de las provincias. Cabe destacar que en invierno se produce inversión térmica en la plana de Vic y de Lleida produciéndose días de niebla y heladas que perjudican los cultivos y las cosechas.

Parámetros climáticos	Girona	Barcelona	Lleida	Tortosa
Temperatura máx. media ºC	20,8	19,2	21,5	23,1
Temperatura mín. media ºC	8,6	11,7	8,6	12,4
Temperatura media anual ºC	14,7	15,5	15	17,7
Precipitación total (mm)	728	621	342	508
Días precipitación ≥ 1mm	65,8	57,1	46,2	50,3
Nº días heladas	41,3	4,9	41,6	3,4
Horas de sol	2330	2506	2716	2664



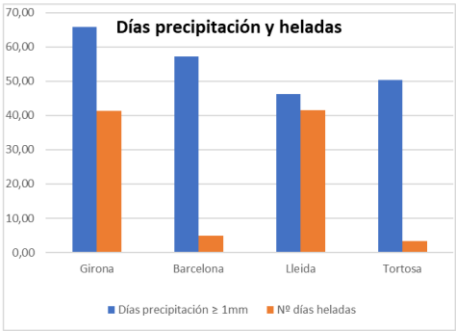


Figura 17: *resumen parámetros climáticos para Cataluña*
Fuente: AEMET

En el mapa de la temperatura media anual se ofrece una visión global de la distribución de las temperaturas en Cataluña, **figura 18**, que se corresponde con los 5 tipos de clima descritos. En la zona de clima mediterráneo litoral la temperatura media es la más alta, alrededor de los 18ºC, en la de mediterráneo prelitoral se sitúa en los 14-16 ºC, en la zona de clima mediterráneo continental en los 12-14ºC, en la zona Pre Pirenaica entre los 10-12ºC y en la zona oceánica y alta montaña disminuye hasta los 0-2ºC.

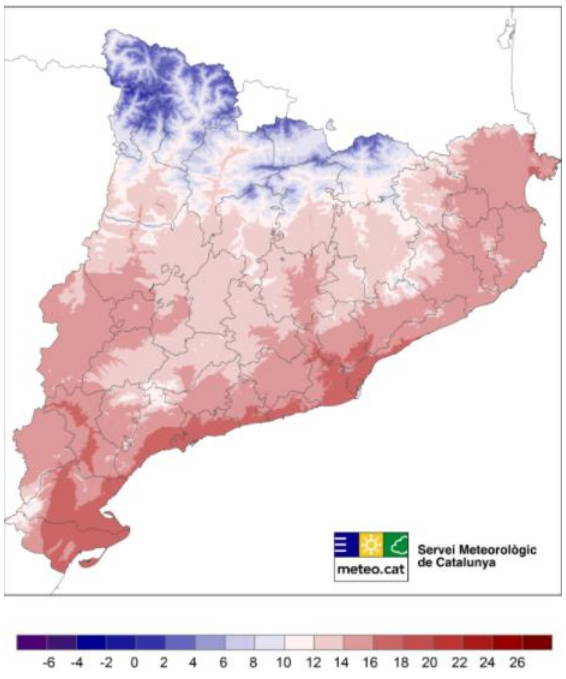


Figura 18:Mapa temperatura media anual ºC registrada en el año 2016.Fuente: Meteo.cat

1.3.2 Análisis de las precipitaciones

El mapa de precipitaciones medias acumuladas permite detectar cierta relación entre el relieve y la cantidad de lluvia. Efectivamente, en las montañas es donde llueva más, y sobre todo en las vertientes orientadas hacia la dirección de las masas de aire húmedo. En sectores muy altos y expuestos a vientos húmedos del atlántico se puede llegar a 1500 mm, lagos de Sant Mauricio y Gento. En los Pirineos hay una gran desigualdad entre la vertiente catalana y la occitana donde descargan lluvias abundantes y nieve en invierno. Por el lado meridional, los 1000 mm de precipitación se dan en altitudes entre los 1.500 y 2.200m de altitud en las comarcas de Alta Ribagorça, los Pallars, el Alt Urgell y la Cerdanya. En el Pirineo oriental son los vientos húmedos del mediterráneo los que determinan las lluvias más cuantiosas. La barrera pirenaica (Canigó, Bastiments y Puigmal) continua con la llamada Serralada transversal (Beget 1430mm, Olot 1029mm) hasta la Serralada Prelitoral con las Guilleries y el Montseny (Turó de l'Home 1045mm). La franja litoral es poco lluviosa, con un aumento progresivo de las precipitaciones hacia el norte. La depresión central, lejos del mar y rodeada de montañas que dificultan la llegada de aire húmedo del atlántico y del mediterráneo, son tierras secas y faltas de agua. El Segrià, parte de les Garrigues, el Pla d'Urgell i la Terra Alta quedan por debajo de 400mm, como muestra la figura 19. La distribución de las precipitaciones es muy irregular a lo largo de los años, alternando años secos con años más húmedos.

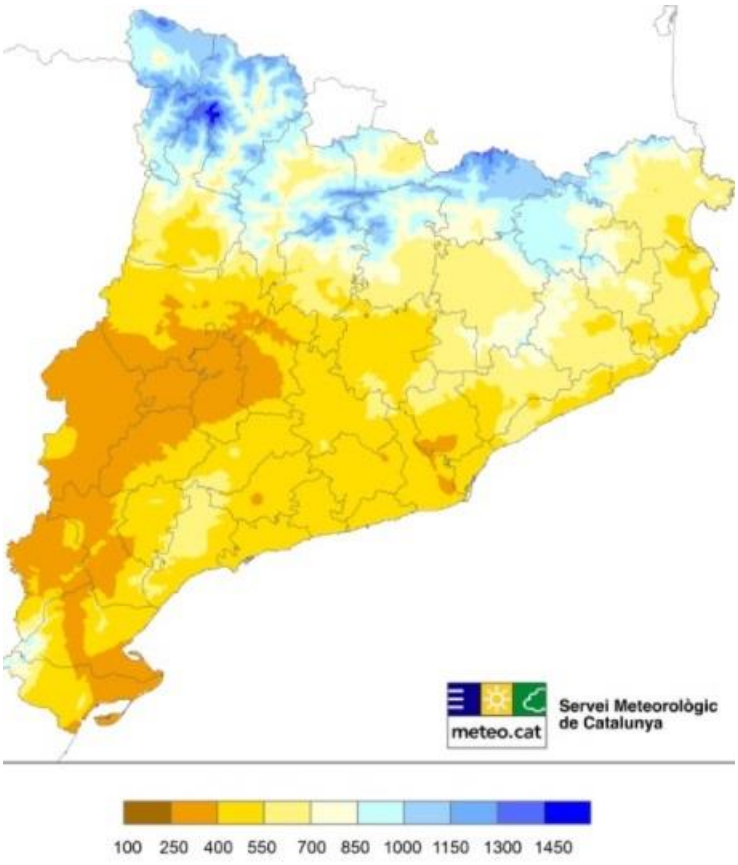


Figura 19: Mapa de la precipitación acumulada para el año 2016
Fuente: Meteo.cat

1.4 COMUNIDAD VALENCIANA

En la Comunidad Valenciana en su mayoría el clima es mediterráneo, pero se pueden hacer distinciones según su topografía y latitud geográfica. Así, tenemos un **clima mediterráneo típico** que se extiende por todo el litoral norte y centro de la Comunidad, con inviernos no muy fríos, en torno a los 10 o 11ºC y veranos largos, secos y calurosos, con máximas en torno a 30ºC. Las precipitaciones anuales oscilan entre los 400 y 700 mm, con un máximo pluviométrico en primavera y otoño, con riesgos de gota fría en esta última estación.

Desde el norte de la provincia de Alicante hasta el extremo sur limitando con la Región de Murciase da **el clima mediterráneo seco**, con temperaturas muy cálidas en verano y con inviernos muy suaves (de 10 a 13ºC). Las precipitaciones son muy escasas: al sur de la provincia de Alicante aparece un clima más bien árido con inviernos muy suaves en torno a los 12º, con veranos muy largos, muy secos y muy calurosos con temperaturas máximas de más de 30ºC; las escasísimas precipitaciones suelen darse en las estaciones de transición (otoño y primavera). En **la figura 20** estos dos climas se muestran como clima mediterráneo seco. También, se encuentra el **clima mediterráneo continentalizado**, con inviernos fríos, ya que la temperatura media desciende de los 6ºC, y veranos más cálidos que en el clima mediterráneo típico con temperaturas máximas que en algunas zonas alcanzan los 35ºC. Debido a la continentalidad, la amplitud térmica es uniformemente alta. Las precipitaciones anuales oscilan entre 350 y 600mm, son escasas pero distribuidas a lo largo del año, en invierno pueden darse en forma de nieve. En las zonas más altas las precipitaciones suelen ser más abundantes y en forma de nieve durante el invierno.

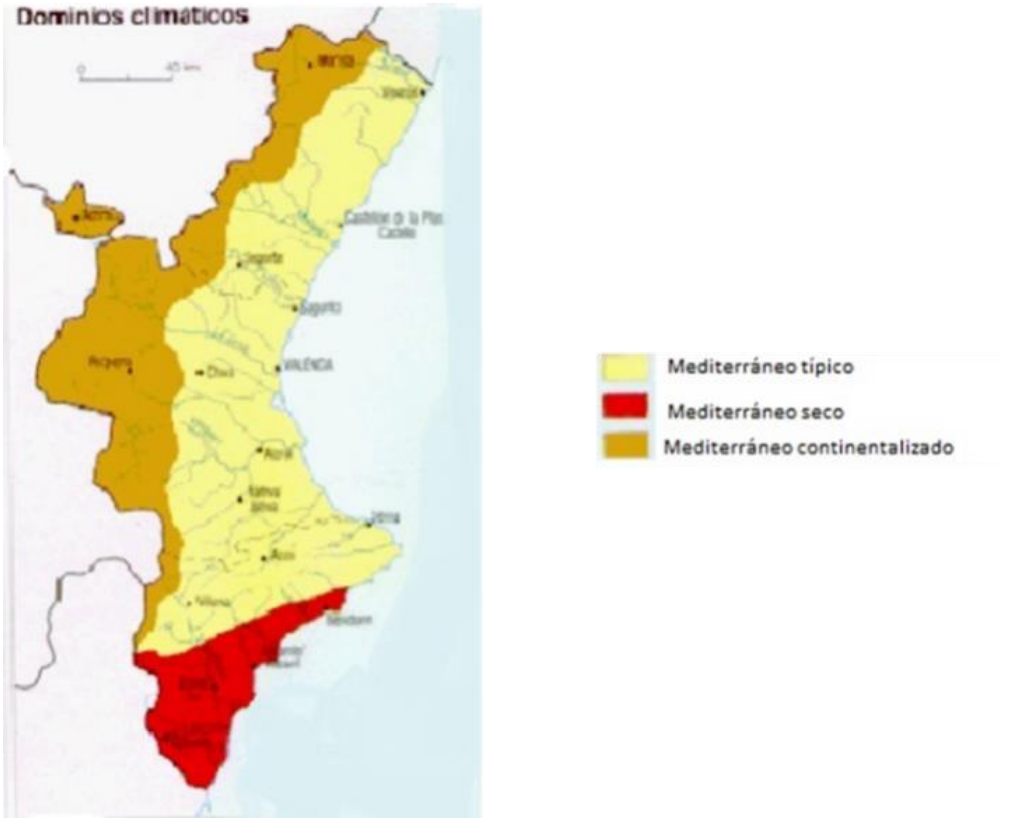


Figura 20: Dominios climáticos en la Comunidad Valenciana
Fuente: Gran Atlas de España. Editorial Planeta

En la figura 21 se muestra la distribución de los tipos de clima según la clasificación de Köppen, que es la más utilizada por su relación con las características de la vegetación, donde se aprecian los climas: estepario caluroso (BSh), estepario frío (BSk), mediterráneo de verano cálido (Csa), oceánico mediterráneo (Csb) y templado sin estación seca(Cfb).

Figura 21: Regionalización climática, basada en la clasificación de Köppen (Fuente: INM).

En la Comunidad Valenciana, las áreas con climas Csa y Bsk se corresponde con zonas de alta producción vitícola, que incluyen las Denominaciones de Origen existentes en esta Comunidad.

1.4.1 Análisis de las temperaturas

En la figura 22 se resumen diferentes parámetros climáticos para las tres provincias Castellón, Valencia y Alicante. Se aprecia que la temperatura media anual, la temperatura mínima anual y la temperatura máxima anual es muy parecida en las tres provincias. La temperatura media anual está en torno a los 18ºC. Las temperaturas medias varían durante el año en unos 10ºC. En el interior, las comarcas de la plana de Utiel-Requena tienen una temperatura en invierno de entre 5 -6ºC, típica del altiplano ibérico, mientras que en litoral se sitúa en 12,7ºC al norte y 13.2ºC al sud. Durante en verano, las temperaturas son más homogéneas alcanzando una media máxima alrededor de los 23ºC.

El número de días de heladas es inexistente, en Castellón no llega a 2 días de heladas y en el resto de las provincias no llega a 1 día. A medida que avanzamos hacia el sur se incrementan el número de horas de sol.

Parámetros climáticos	Castellón	Valencia	Alicante
Temperatura máx. media ºC	22,3	22,8	23,3
Temperatura mín. media ºC	12,7	13,8	13,2
Temperatura media anual ºC	17,5	18,3	18,3
Precipitación total (mm)	467	475	311
Días precipitación ≥ 1mm	45,5	46,3	37,5
Nº días heladas	1,6	0,5	0,9
Horas de sol	2755	2696	2851

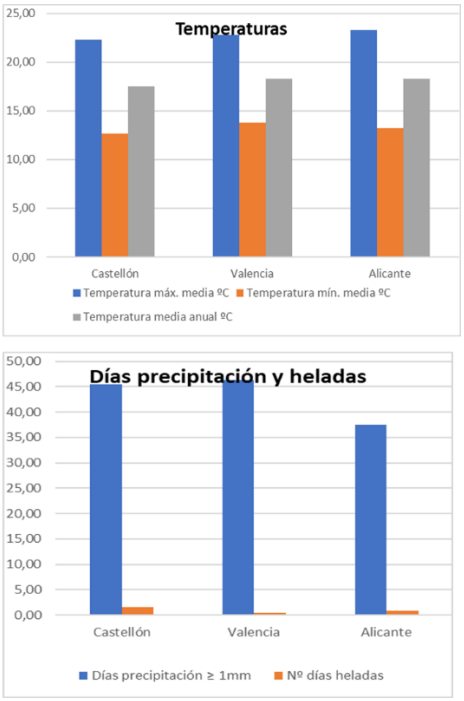


Figura 22: resumen de parámetros climáticos para la Comunidad Valenciana

1.4.2 Análisis de las precipitaciones

Las precipitaciones anuales oscilan entre los 300 y 475 mm, con un máximo pluviométrico en primavera y otoño, con riesgos de gota fría en el litoral en esta última estación. Las precipitaciones son muy escasas en Alicante, llegando a valores de 300mm, que aumentan progresivamente hacia el norte de la Comunidad hasta alcanzar los 475mm en Valencia. La zona más seca es la laguna salada de La Mata con 220mm anuales.

En la figura 23 se muestra el mapa de las precipitaciones medias anuales

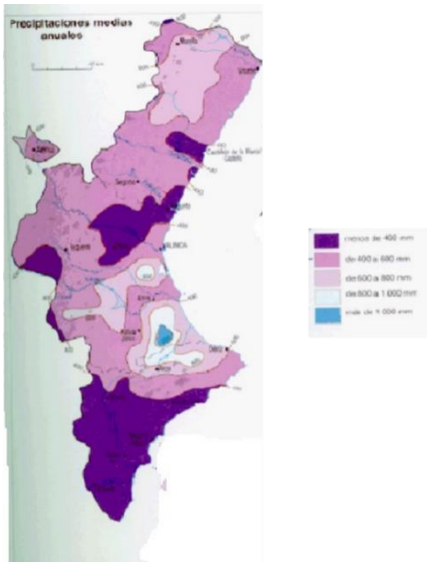


Figura 23: Mapa precipitaciones medias anuales en la Comunidad Valenciana.
Fuente: Gran Atlas de España, editorial Planeta

Para resumir las variables climáticas de las 4 comunidades estudiadas se muestra la **figura 24**.

La temperatura media anual más baja se da en Guadalajara, Cuenca y Albacete con medias de entre 10 y 13.6ºC, que corresponden al clima templado continental. En las provincias Ciudad Real y Toledo junto con Lérida, Barcelona y Girona se alcanza una temperatura de unos 15ºC, mientras que, en la provincia de Tarragona, Comunidad Valenciana y las Baleares se sobrepasa los 17ºC llegando a los 18º C en las provincias de Mallorca, Valencia y Alicante, correspondientes a un clima mediterráneo seco.

Las precipitaciones en general son muy escasas con valores inferiores a 600mm típicas del clima mediterráneo, tan sólo se supera en la provincia de Girona con 728mm, ya que es la que se sitúa en una latitud más al norte. Los días con precipitaciones que superan los 1mm van des de 37 a 78 días, según la latitud.

Respecto al número de días de heladas se aprecia una gran diferencia entre la comunidad de Castilla- La Mancha y el resto de las comunidades que son costeras. En las zonas de interior de Guadalajara se alcanzan 125 días de heladas y 68 días en Cuenca, mientras que en Cataluña varía entre 46 y 66 días y en Baleares y la Comunidad Valenciana son prácticamente inexistentes.

	Menorca	Mallorca	Ibiza y Formentera	Albacete	Ciudad Real	Cuenca	Toledo	Guadalajara	Girona	Barcelona	Lleida	Tortosa	Castellón	Valencia	Alicante
Temperatura media anual ºC	17,2	18,2	17,9	13,6	14,7	12,5	15,4	10,2	14,7	15,5	15	17,7	17,5	18,3	18,3
Precipitación total (mm)	546	449	413	367	396	507	357	500	728	621	342	508	467	475	311
Días de precipitación ≥ 1mm	64	53	45	53	62	73	56	78	65,8	57,1	46,2	50,3	45,5	46,3	37,5
Nº días de heladas	0	0	0	4	47	68	33	125	41,3	4,9	41,6	3,4	1,6	0,5	0,9

Figura 24: *Resumen de las variables climáticas para las comunidades de Baleares, Castilla- La Mancha, Cataluña y Valencia.*

2 CLIMA FUTURO Y PROYECCIONES CLIMATOLÓGICAS

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (más conocido por sus siglas en inglés, IPCC) es una entidad científica creada en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). De acuerdo con el Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental del IPCC, el calentamiento del sistema climático es inequívoco. Los cambios observados en las últimas décadas no tienen precedentes, tanto si se comparan con los registros de los últimos siglos, como si se comparan con registros paleo climáticos de los últimos milenios:

- La temperatura media global muestra un incremento de 0,85 ºC en el periodo 1880-2012 y el nivel medio del mar a nivel global ha aumentado en 0,19 m en el periodo 1901-2010.
- Los glaciares y los mantos de hielo (Groenlandia y Antártida) están perdiendo masa.
- La frecuencia de eventos extremos se ha incrementado considerablemente en las últimas décadas.

La concentración de CO_2 en la atmósfera ha aumentado por la actividad humana, fundamentalmente por el uso de combustibles fósiles y la deforestación. De acuerdo con el citado Informe de Evaluación, la influencia humana es, con un 95 % de probabilidad, la causa fundamental de más de la mitad del aumento observado en la temperatura superficial media global. De no adoptarse acciones adicionales a nivel mundial, la concentración de gases de efecto invernadero (en adelante GEI) en la atmósfera alcanzará niveles inasumibles para la estabilidad del sistema climático.

2.1 OBTENCIÓN DE NUEVOS ESCENARIOS DE EMISIÓN: RCPs

El IPCC aprobó en su XXXVI reunión plenaria (Estocolmo, 26 septiembre 2013) la contribución al Quinto Informe de Evaluación (AR5, de sus siglas en inglés) del Grupo de Trabajo I, dedicado a las bases científicas físicas del cambio climático.

En el AR5 se han definido cuatro nuevos escenarios de emisión, las denominadas Sendas Representativas de Concentración (RCP, de sus siglas en inglés), figura 24. Éstas se identifican por su forzamiento radiativo (FR) total para el año 2100 que varía desde 2,6 a 8,5 W/m^2. Algunos de los nuevos RCP pueden contemplar los efectos de las políticas orientadas a limitar el cambio climático del siglo XXI. Cada RCP tiene asociada una base de datos de alta resolución espacial de emisiones de sustancias contaminantes (clasificadas por sectores), de emisiones y concentraciones de gases de efecto invernadero y de usos de suelo hasta el año 2100, basada en una combinación de modelos de distinta complejidad de la química atmosférica y del ciclo del carbono.

	FR	Tendencia del FR	[CO_2] en 2100
RCP2.6	2,6 W/m ^{2}	decreciente en 2100	421 ppm
RCP4.5	4,5 W/m ^{2}	estable en 2100	538 ppm
RCP6.0	6,0 W/m ^{2}	creciente	670 ppm
RCP8.5	8,5 W/m ^{2}	creciente	936 ppm

Figura 24: Escenarios de emisiones RCP asociados a su FR, tendencia del FR y concentración de CO_2en 2100. Fuente: Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental. Guía resumida del Quinto Informe de Evaluación del IPCC, Grupo de Trabajo I.

El escenario RCP2.6 se puede considerar el escenario más optimista, ya que prevé una concentración de CO_2 de 421 ppm para el año 2100, mientras que el escenario RCP 8.5 se considera el más pesimista alcanzando una concentración de CO_2 de 936 ppm, figura 25.

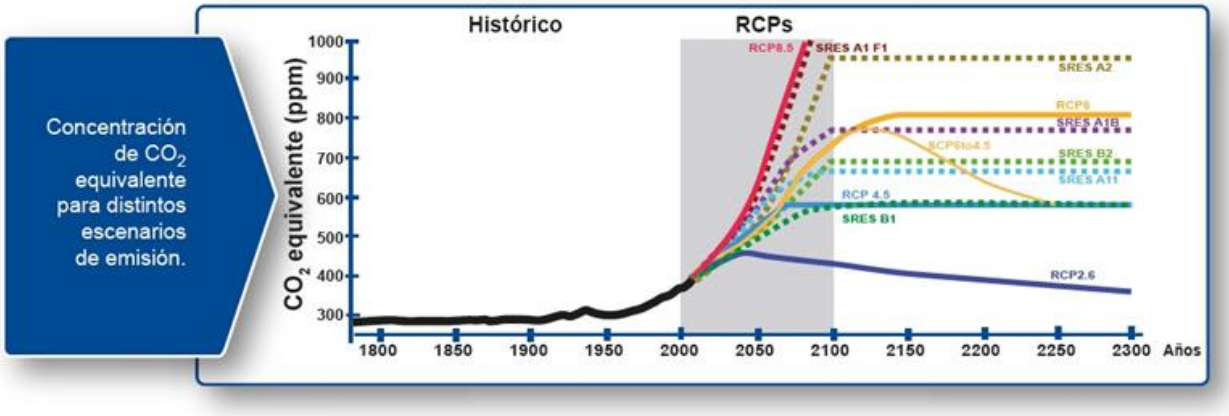


Figura 25: Concentración de CO2 equivalente para distintos escenarios de emisión. Fuente: Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental. Guía resumida del Quinto Informe de Evaluación del IPCC, Grupo de Trabajo I.

Los escenarios de emisiones han sido elaborados con la finalidad de deducir la dependencia entre la señal del cambio climático proyectada por los modelos y la evolución futura de las concentraciones de GEIs y aerosoles, y todos deben suponerse igualmente posibles. Asimismo, su propósito es utilizarlos para obtener *proyecciones* de cambio climático, no predicciones.

2.2 ISLAS BALEARES

En las Islas Baleares, los modelos climáticos proyectan una disminución de la precipitación media anual y un aumento generalizado de las temperaturas medias, máximas y mínimas anuales, especialmente para un futuro lejano siguiendo la tónica global.

Los datos son extraídos del informe "Full de ruta per a l'adaptació al canvi climàtic a les Illes Balears", Govern de les Illes Balears y los gráficos de proyecciones del servicio meteorológico de España.

2.2.1 TEMPERATURA

Temperatura máxima anual

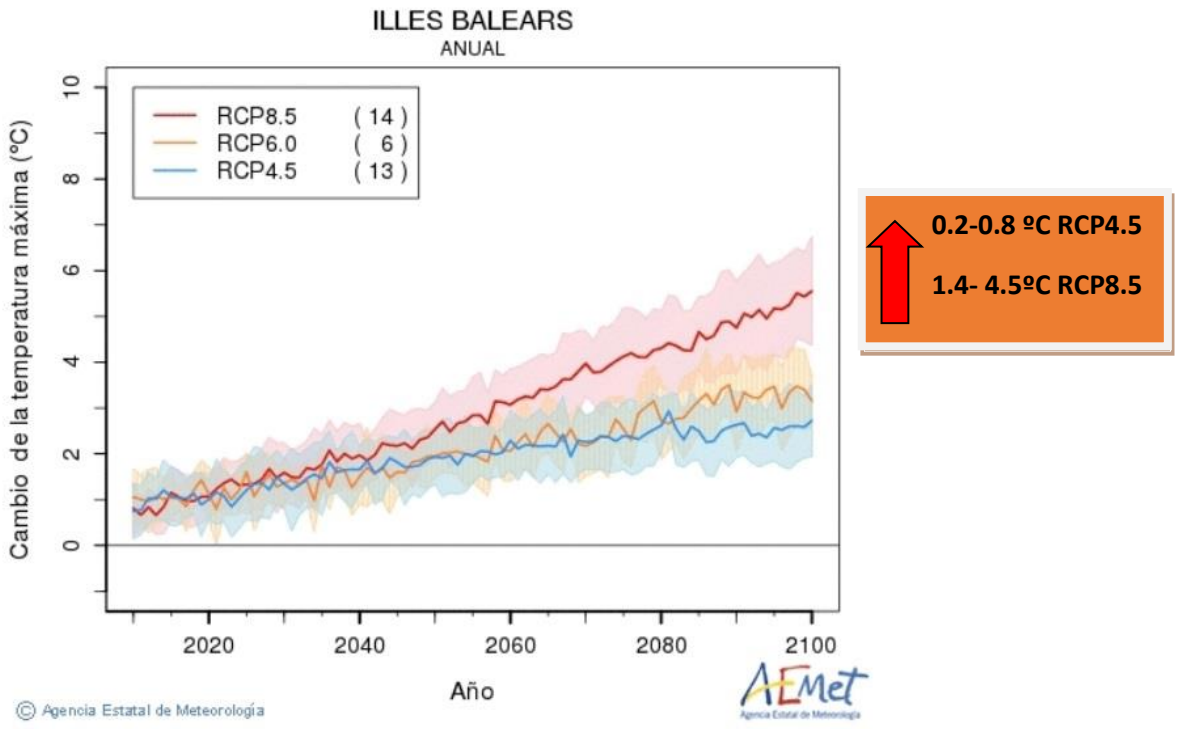


Gráfico1: cambio de la temperatura máxima anual
Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

La tendencia es a un aumento de las temperaturas máximas para todos los escenarios que se acentúa para un futuro lejano y se dispara para el escenario RCP 8.5.

Según los escenarios se observa un aumento que oscila, en el escenario más optimista de 0,2ºC en un futuro próximo y de un 0,8ºC para un futuro lejano. En el escenario más pesimista, el incremento de la temperatura máxima oscila entre 1,4ºC en un futuro próximo y 4,5ºC para un futuro lejano.

Este aumento de la temperatura incrementa el estrés térmico que sufrirá la vid, aumentando la rapidez en el proceso de maduración, el grado de alcohol y disminuyendo la transformación de los taninos y la producción de color, por lo tanto, altera la calidad del vino.

Noches Cálidas

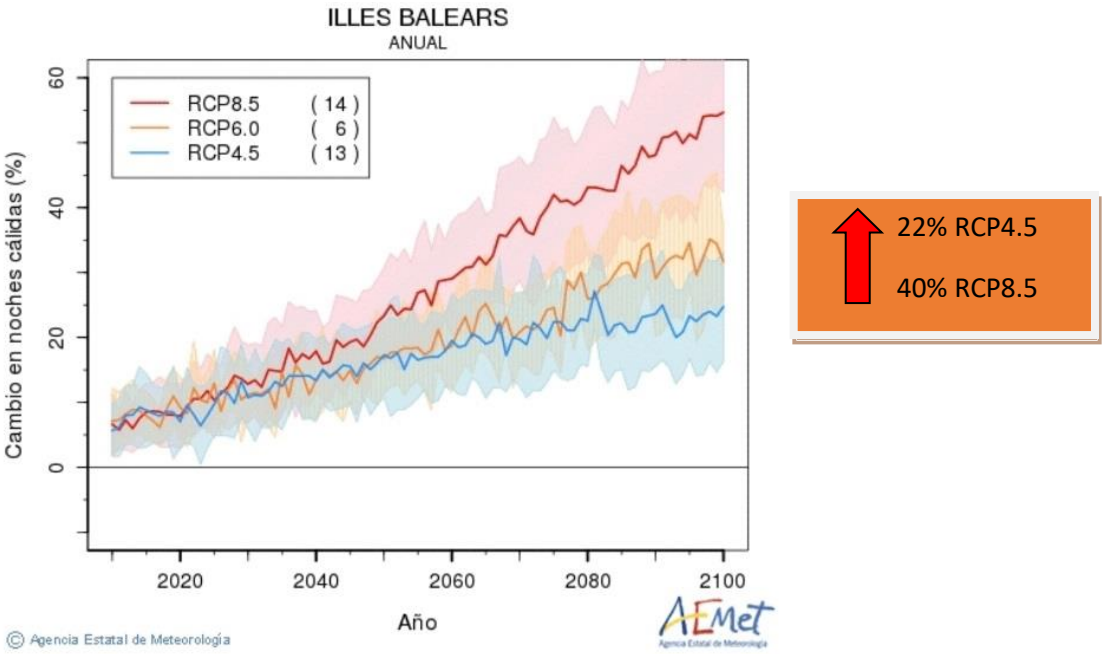
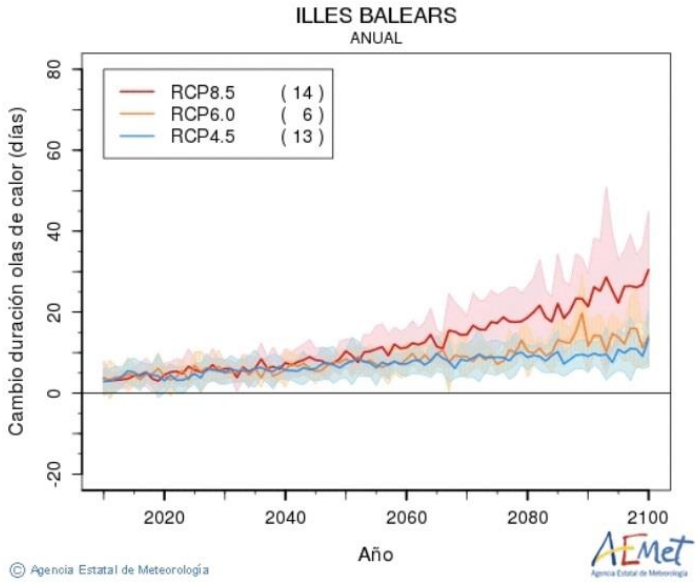


Gráfico 2: cambio en noches cálidas Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR5-IPCC

Para el primer tercio de siglo apenas se aprecian diferencias en el cambio de noches cálidas para los tres escenarios, llegando a alcanzar un 14% de aumento de noches cálidas. Sin embargo, para finales de siglo se observa un aumento de hasta un 52% de noches cálidas en el escenario más pesimista respecto a un 22% para el escenario más optimista.

En resumen, se prevé un aumento de noches cálidas entre un 20% y un 40% según el escenario. El aumento de la temperatura durante la noche tiene efectos en la producción del vino, aumentando el grado alcohólico de éstos y disminuyendo el color y las aromas, por lo tanto, influye en la calidad del vino.

Olas de calor



10 días RCP4.5

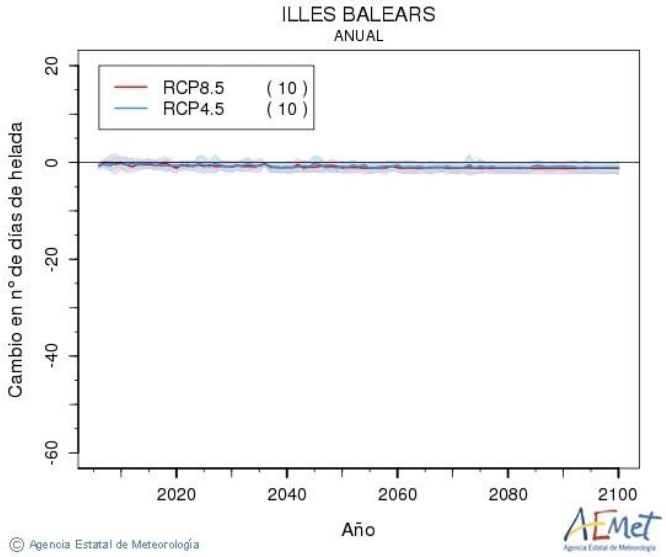
22 días RCP 8.5

Gráfico 3: cambio duración olas de calor

Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

Las proyecciones apuntan un aumento del número de días calificados como ola de calor que oscilan entre 10 y 26 días según el escenario escogido para un futuro lejano. Durante los dos primeros tercios de siglo apenas se aprecian diferencias entre los tres escenarios alcanzando los 5 días en el cambio de duración de olas de calor. Este aumento en la duración de las olas de calor supone mayor rapidez en la maduración, aumentando el grado alcohólico y el estrés térmico de la planta.

Nº de días de helada



NO HAY HELADAS EN LA ACTUALIDAD

Gráfico 4: cambio en nº de días de helada

Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

En la Islas Baleares se parte de un nº muy bajo de días de heladas con lo que el cambio en nº de días es poco representativo.

2.2.2 PRECIPITACIONES

Precipitación media anual

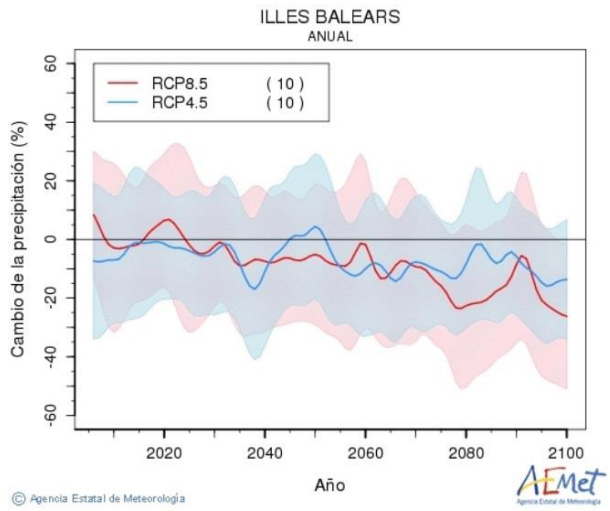


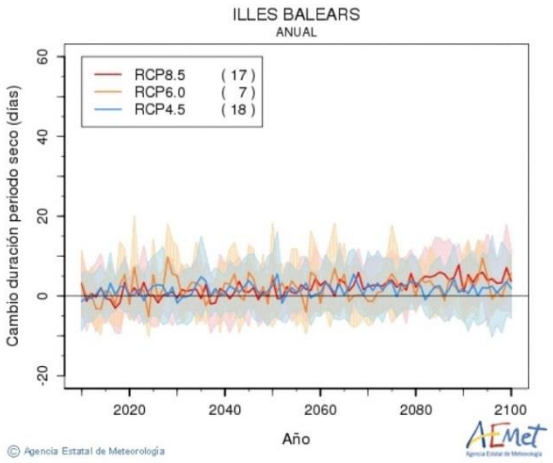
Gráfico 5: cambio de la precipitación anual
Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

Se proyecta una disminución de precipitación acumulada en todos los escenarios que se acentúa más en el futuro lejano.

En el escenario más pesimista, Menorca presenta la pérdida más grande, seguida de Mallorca y las Pitiusas. En el escenario más pesimista y lejano, las proyecciones indican una pérdida por año de entre 163 y 232 mm de precipitación acumulada anual, según el escenario e isla. Menorca presenta una pérdida de 232mm/año, seguida de Mallorca con 190mm/año y las Pitiusas con 177mm/año. Hay que destacar que para Ibiza y Formentera el escenario más pesimista muestra disminuciones de precipitación ligeramente inferiores al escenario optimista.

En resumen, los datos analizados indican que al final de siglo se sentirá la disminución de la precipitación acumulada anual en todas las islas. Esta disminución produce un aumento del estrés hídrico que, en caso de persistir, puede llevar a la pérdida de la producción o poner en peligro la continuidad de la vid.

Periodo seco anual



34 días anuales

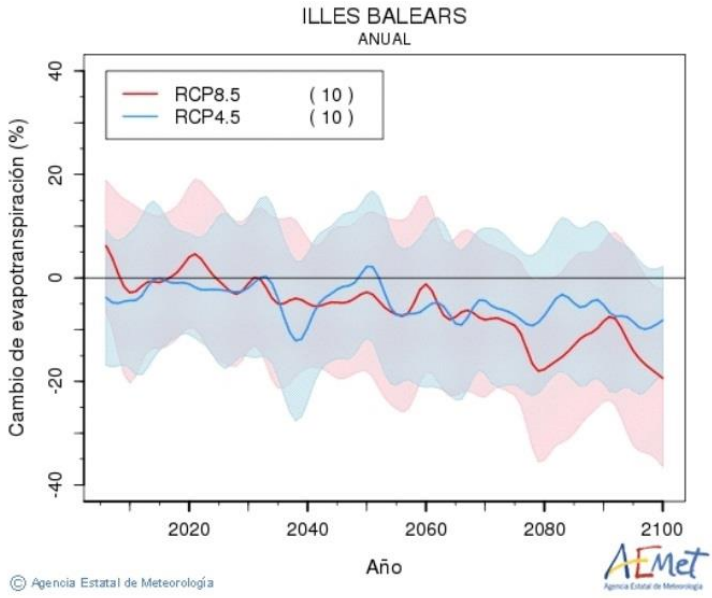
Gráfico 6: cambio duración periodo seco anual
Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

El cambio en la duración de períodos secos se proyecta muy similar para los tres escenarios RCP de emisiones, con una tendencia a aumentar a finales de siglo.

Se prevé un aumento del número de días sin lluvia y del número máximo de días consecutivos sin lluvia. El número máximo de días consecutivos sin lluvia se puede considerar un indicador de sequía. En concreto, se proyecta un aumento en el número anual de días sin lluvia que llega a superar 34 días anuales para ambos escenarios, el aumento es más significativo en Menorca llegando a 40 días anuales.

La variabilidad entre periodos secos y lluviosos implica variabilidad en la cantidad y calidad de la producción, lo que supone riesgos económicos a afrontar.

Evapotranspiración anual



-5% RCP4.5

-10% RCP8.5

Gráfico 7: cambio de la evapotranspiración anual *Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC*

Se prevé una tendencia a la disminución de evapotranspiración real para los dos escenarios entre un 5% para el más optimista y un 10% para el más pesimista que se acentúa más en un futuro lejano. Es decir, por mucho que aumente la temperatura i la demanda evaporativa de las plantas, al haber menos agua disponible, los valores de evapotranspiración se verán reducidos.

2.3 CASTILLA – LA MANCHA

El clima de Castilla-La Mancha sigue una pauta de cambio semejante al del conjunto global, si bien el calentamiento de las últimas tres décadas (1.5 ºC) es superior al experimentado en promedio en la zona continental del hemisferio norte (0.9 ºC).

2.3.1 TEMPERATURA

Temperatura máxima anual

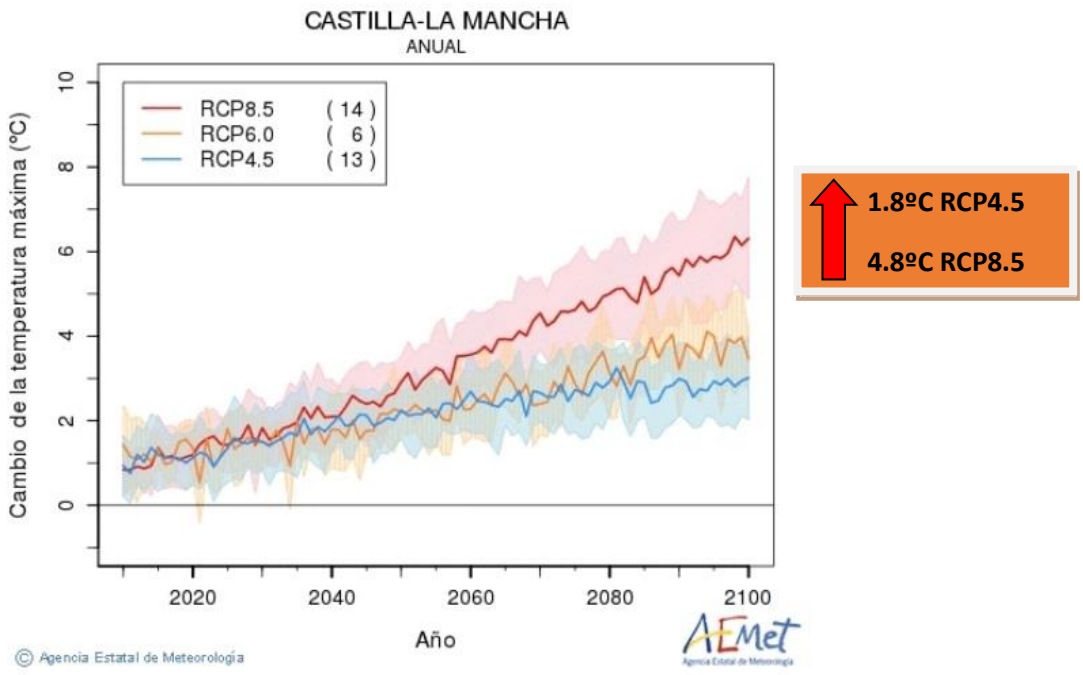


Gráfico1: cambio de la temperatura máxima anual
Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

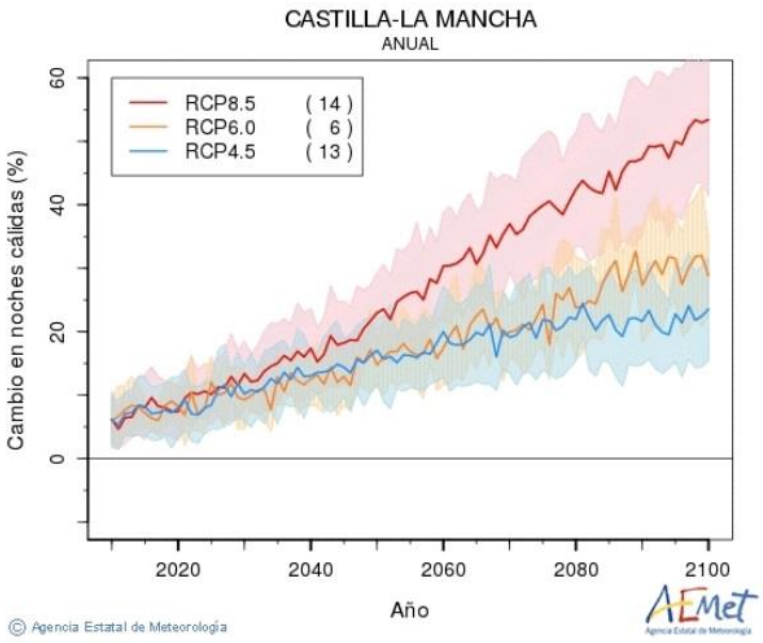
Se aprecia un calentamiento progresivo a lo largo del siglo, llegando a un incremento en el escenario más optimista de 1,8ºC en un futuro lejano y de un 4,8ºC en el escenario más pesimista.

En el primer tercio de siglo apenas se aprecian diferencias en el cambio de la temperatura máxima entre los escenarios de emisiones RCP 4.5 y RCP 8.5. Sin embargo, en el último tercio de siglo, son muy notables las diferencias entre éstos, superando 3ºC entre ellos, lo que pone de manifiesto la importancia de las medidas de mitigación que se acuerden a escala global en las próximas décadas. En las distribuciones de los cambios proyectados en los promedios de temperaturas máxima y mínima hay una tendencia a que la oscilación

térmica se acreciente en los diversos escenarios de cambio climático, más en los de emisiones altas. Estas diferencias entre las tendencias de temperaturas máximas y mínimas se suavizan en invierno en todas las regiones y se acrecientan en primavera en la mitad sur y en verano en las regiones del interior.

En Castilla- La Mancha el incremento de la temperatura es superior que, en las zonas de la costa, con lo que los cultivos serán más vulnerables. Este aumento de la temperatura incrementa el estrés térmico que sufrirá la vid, aumentando la rapidez en el proceso de maduración, el grado de alcohol y disminuyendo la transformación de los taninos y la producción de color, por lo tanto, altera la calidad del producto final, el vino. También, puede acelerar ciclo de la planta pudiendo coincidir las lluvias primaverales con la floración y el desarrollo del fruto lo que perjudicaría un proceso que necesita ambientes más secos.

Noches cálidas



12% RCP4.5

45% RCP 8.5

Gráfico 2: cambio en noches cálidas

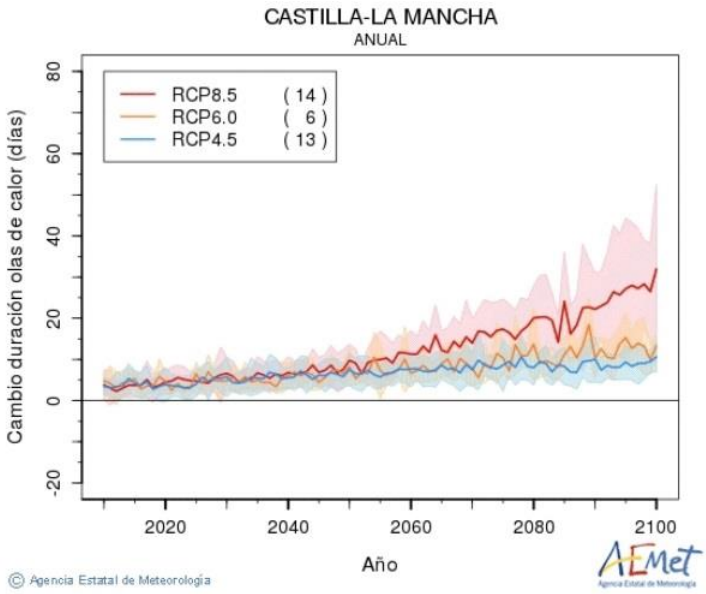
Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

Para el primer tercio de siglo apenas se aprecian diferencias en el cambio de noches cálidas para los tres escenarios, llegando a alcanzar un 12% de aumento de noches cálidas. Sin embargo, para finales de siglo se observa un aumento de hasta un 50% de noches cálidas en el escenario más pesimista respecto a un 21% para el escenario más optimista.

En resumen, se prevé un aumento de noches cálidas entre un 12% y un 45% según el escenario.

El aumento de la temperatura durante la noche tiene efectos en la producción del vino, aumentando el grado alcohólico de éstos y disminuyendo el color y las aromas, por lo tanto influye en la calidad del vino.

Olas de calor



10 días RCP4.5

27 días RCP8.5

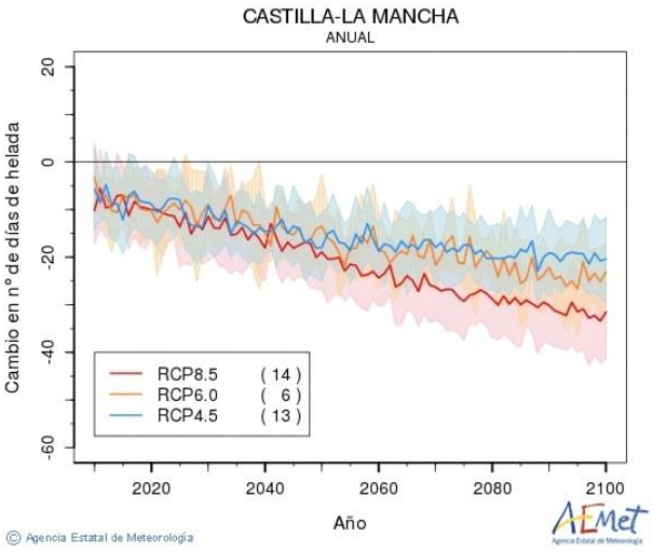
Gráfico 3: cambio duración olas de calor

Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

Para el primer y segundo tercio de siglo apenas se aprecian diferencias en el cambio de duración de las olas de calor para los tres escenarios, llegando a un incremento de 7 días de olas de calor. Sin embargo, para finales de siglo se observa un aumento para el escenario más pesimista de 27 días de olas de calor respecto a 10 días para el escenario más optimista.

Este aumento en la duración de las olas de calor supone mayor rapidez en la maduración, aumentando el grado alcohólico y el estrés térmico de la planta.

Nº de días de helada



-15 días RCP4.5

- 32días RCP8.5

Gráfico 4: cambio en nº de días de helada

Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

Se proyecta una disminución clara en el nº de días de heladas de entre 20 y 32 días según el escenario de emisiones. Para el primer tercio de siglo no se aprecian diferencias entre los tres escenarios de emisiones alcanzando 15 días de disminución en nº de días de heladas, mientras que a largo plazo se alcanzan los 32 días.

La vid resiste en periodo de vegetación hasta los −1,5 °C y en periodo invernal hasta los −12 °C para las yemas y los −20 °C para la madera, pero la disminución en el número de heladas supone menor riesgo para el desarrollo de la planta, aunque las plagas y enfermedades también pueden resistir y convertirse en un problema.

2.3.2 PRECIPITACIONES

Los escenarios de cambio de precipitación presentan, por lo general, un aspecto algo menos regular que los de temperatura y escasa fiabilidad.

Los cambios relativos de precipitación presentan notables diferencias entre las estaciones del año, proyectándose por lo general las máximas reducciones en primavera y verano. Asimismo, los porcentajes de cambio en todas las comarcas se exacerban en los escenarios de emisiones altas a final de siglo y se moderan en los de emisiones bajas. Otra particularidad son los contrastes del cambio en las precipitaciones medias estacionales. En la mayor parte de las comarcas se aprecian tendencias de la precipitación muy pequeñas en invierno. En primavera las proyecciones apuntan a una significativa disminución de la precipitación media en todas las comarcas.

Algo similar se proyecta en verano, aunque se ha de considerar que la escasez de precipitaciones estivales, típica del clima de Castilla-La Mancha, relativiza la importancia cuantitativa de los valores de reducción porcentual. En otoño, la menor reducción relativa de precipitación mediase localiza en el tercio oriental.

Precipitación anual

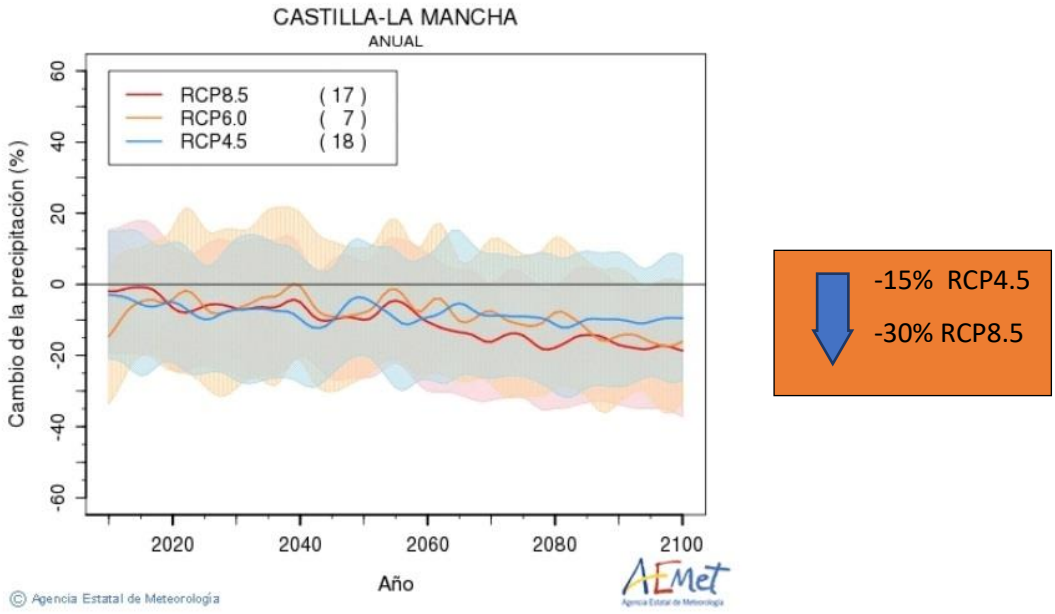


Gráfico 5: cambio de la precipitación anual
Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

Se proyecta una disminución de precipitación anual en todos los escenarios que se acentúa más en el futuro lejano.

Así, en el primer tercio de siglo no se aprecian diferencias sustanciales entre los diversos escenarios de emisiones, de forma que en todos ellos las reducciones del promedio anual de precipitación podrían mantenerse por debajo del 10%. Pero en las proyecciones del último tercio del siglo, el contraste entre escenarios de emisiones bajas y altas es mayor. En las comarcas de la mitad suroccidental podrían producirse reducciones en el promedio de precipitación anual de hasta el 30% en el escenario más pesimista, pero se mantendrían por debajo del 15% en el escenario más optimista.

La disminución en la precipitación produce un aumento del estrés hídrico que en caso de persistir puede llevar a la pérdida de la producción o poner en peligro la continuidad de la vid.

Periodo seco anual

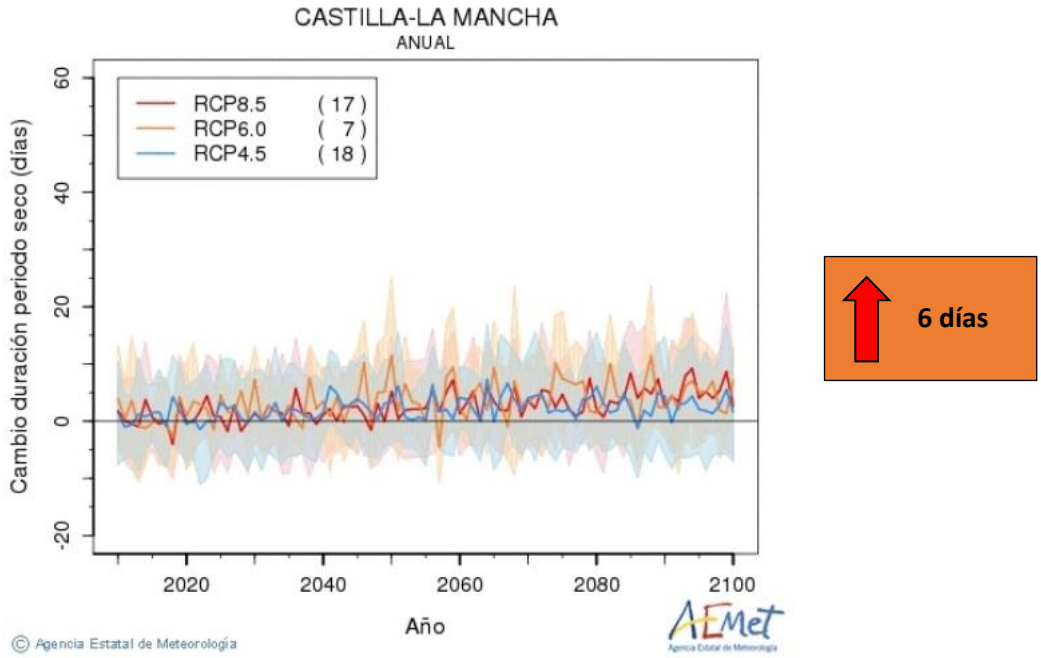
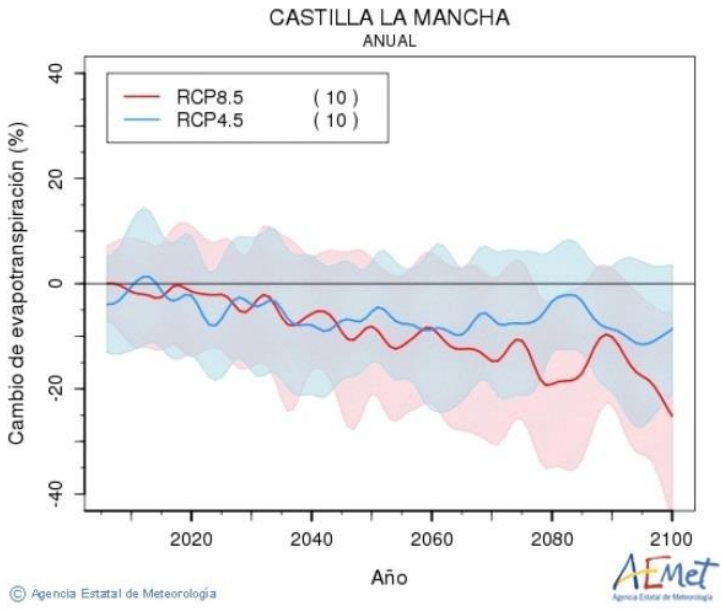


Gráfico 6: cambio duración periodo seco anual
Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

El cambio en la duración de períodos secos se proyecta muy similar para los tres escenarios de emisiones para los dos primeros tercios del siglo, con una tendencia a aumentar a finales de siglo para el escenario más pesimista.

La variabilidad entre periodos secos y lluviosos implica variabilidad en la cantidad y calidad de la producción, lo que supone riesgos económicos a afrontar.

Evapotranspiración anual



8% RCP 4.5

18% RCP 8.5

Gráfico 7: cambio de la evapotranspiración anual
Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

Se prevé una tendencia a la disminución en la evapotranspiración real para los dos escenarios entre un 8% para el más optimista y un 18% para el más pesimista que se acentúa más en un futuro lejano. Es decir, por mucho que aumente la temperatura i la demanda evaporativa de las plantas, al haber menos agua disponible, los valores de evapotranspiración se verán reducidos.

2.4 CATALUÑA

Las proyecciones manifiestan un aumento de la temperatura en todos los horizontes temporales, en todas las estaciones del año y en todas las zonas geográficas / climáticas de Cataluña. Tomando como referencia la media del periodo 1971- 2000, se observa un aumento de la temperatura media anual de +0,5 °C a +1 °C para el periodo 2012-2021 en el conjunto de Cataluña, y a mediados de siglo (2031-2050) el aumento sería de +0,9 °C a +2 °C. Los incrementos se producirían en todas las estaciones del año y en todo el territorio, pero podrían ser más elevados durante el verano y en el Pirineo.

La precipitación parece apuntar hacia una disminución, pero con una tendencia más incierta. A mediados de siglo, el descenso de la precipitación parece más marcado con medias de distribución de valores cercanas al -10% a la primavera, verano y otoño.

Todas estas simulaciones se han basado en escenarios de emisiones «moderados», por lo tanto, con una tasa de incremento de emisiones de GEI que tiende a estabilizarse. Si la generación de gases aumentase a un ritmo más elevado, los cambios podrían ser más marcados, la temperatura podría aumentar y la precipitación podría disminuir. Sin embargo, este efecto no se produciría de una manera clara hasta la segunda mitad del siglo XXI.

Las tablas 1 y 2 detallan los resultados.

TABLA 1. Variación de la temperatura y la precipitación en Cataluña según la estación del año (1971-2000)

		Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Anual
Temperatura (°C)	2012-2021	0,7	0,7	0,9	0,8	0,8
	2031-2050	1,3	1,2	1,8	1,7	1,4
Precipitación %	2012-2021	2,2	–4,6	–3,0	–5,2	–2,4
	2031-2050	–3,8	–10,7	–10,2	–9,4	–6,8

Nota: los valores son las medianas de las proyecciones climáticas efectuadas por diversos modelos y proyectos de alcance global y regional.

Fuente: Tercer informe sobre el cambio climático en Cataluña, 2016.

TABLA 2. Variación de la temperatura y la precipitación en Cataluña según el territorio (1971-2000)

		Litoral/ Prelitoral	Interior	Pirineo	Cataluña
Temperatura (°C)	2012-2021	0,7	0,7	0,8	0,8
	2031-2050	1,4	1,4	1,6	1,4
Precipitación (%)	2012-2021	–2,4	0,7	–0,2	–2,4
	2031-2050	–8,3	–6,5	–5,3	–6,8

Nota: los valores son las medianas de las proyecciones climáticas efectuadas por diversos modelos y proyectos de alcance global y regional.

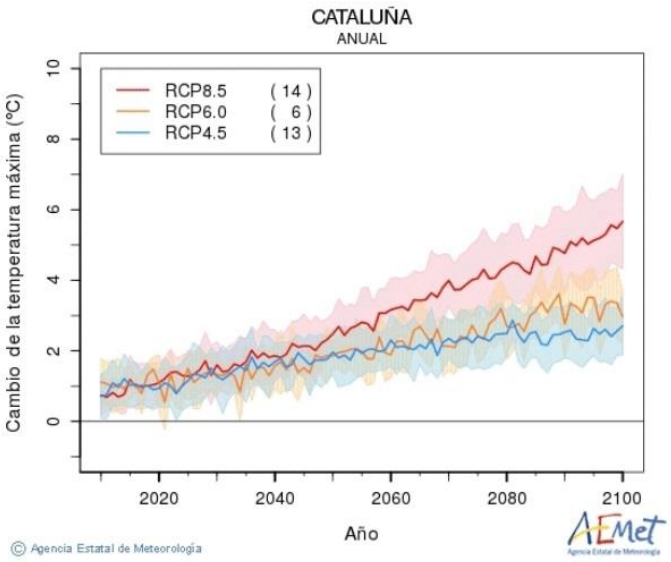
Fuente: Tercer informe sobre el cambio climático en Cataluña, 2016.

En el caso de las temperaturas máximas y mínimas diarias, para 2050 pueden aumentar hasta 3,5 °C y 1,5 °C, respectivamente. También podemos esperar que el número de meses cálidos aumente de una manera considerable durante los próximos cuarenta años. En cambio, el número de meses muy fríos sería parecido al observado en el periodo de referencia (1971-2000). En la zona litoral y prelitoral aumentaría considerablemente el número de noches tropicales. Con respecto a las zonas de alta montaña, las

proyecciones apuntan a una reducción notable de los días de helada. También pueden aumentar los episodios de lluvia torrencial, no siendo esto incompatible con la disminución global de la precipitación. Así, se prevé que aumente la probabilidad de ocurrencia de episodios de precipitación superior a 200 mm en veinticuatro horas. En cambio, la gravedad y la duración de las sequías podrían aumentar significativamente por el efecto combinado del aumento de la temperatura y la disminución de la precipitación. Habría, por lo tanto, más lluvias torrenciales y sequías más largas. El clima se mostraría más variable y con una tendencia al aumento de estos fenómenos extremos.

2.4.1 TEMPERATURA

Temperatura máxima anual



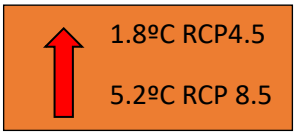
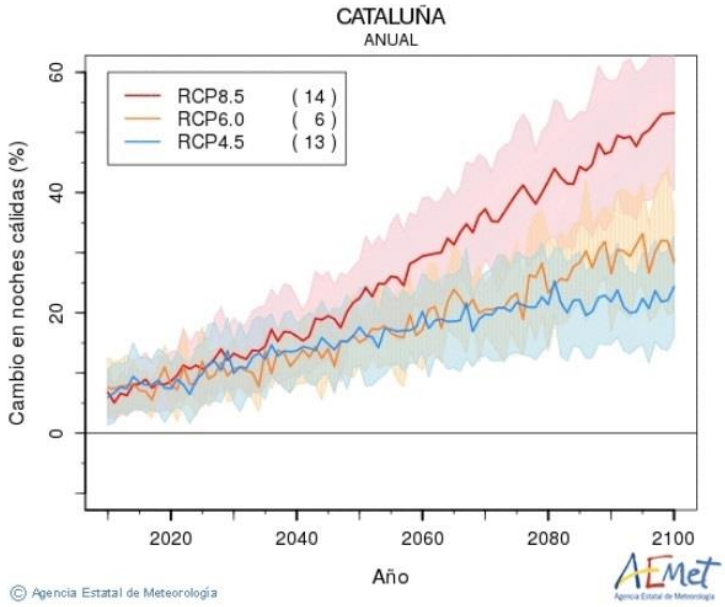


Gráfico1: cambio de la temperatura máxima anual
Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

En el primer tercio de siglo no se aprecian diferencias entre los escenarios de emisiones, alcanzando un aumento de 0.4ºC. A largo plazo, se perciben diferencias importantes, en el escenario más optimista se proyecta un aumento de temperatura de 1.8ºC, mientras que en el escenario más pesimista se alcanza un aumento de temperatura de 5.2ºC.

Este aumento de la temperatura incrementa el estrés térmico que sufrirá la vid, aumentando la rapidez en el proceso de maduración, el grado de alcohol y disminuyendo la transformación de los taninos y la producción de color, por lo tanto, altera la calidad del producto final, el vino. También, puede acelerar ciclo de la planta pudiendo coincidir las lluvias primaverales con la floración y el desarrollo del fruto lo que perjudicaría un proceso que necesita ambientes más secos.

Noches cálidas



22% RCP4.5

50% RCP8.5

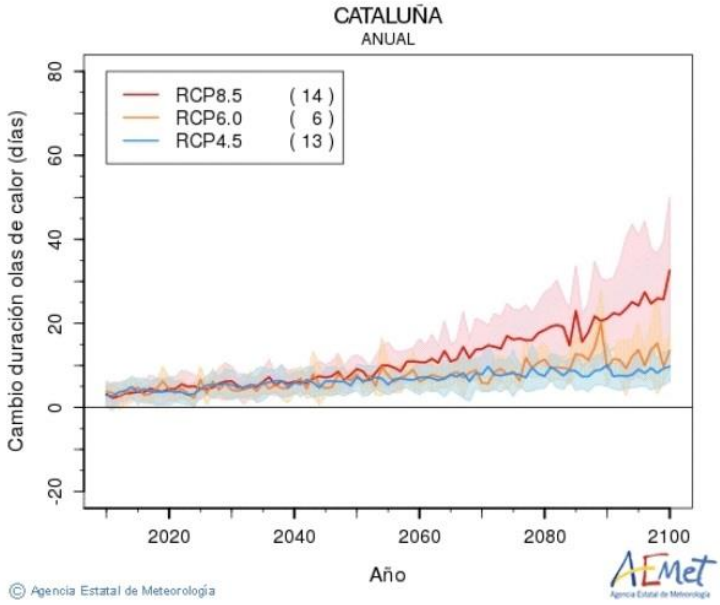
Gráfico 2: cambio en noches cálidas

Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

Durante el primer tercio de siglo, no se aprecian diferencias entre los tres escenarios de emisiones y se proyecta un aumento del 12% de noches tropicales. A partir de mediados de siglo, se acentúan las diferencias entre los escenarios de emisiones alcanzando un 50% más de noches tropicales en el escenario más pesimista, mientas que en el escenario más optimista se alcanza un aumento del 22%.

El aumento de la temperatura durante la noche tiene efectos en la producción del vino, aumentando el grado alcohólico de éstos y disminuyendo el color y las aromas, por lo tanto, influye en la calidad del vino.

Olas de calor



8 días RCP4.5

25 días RCP8.5

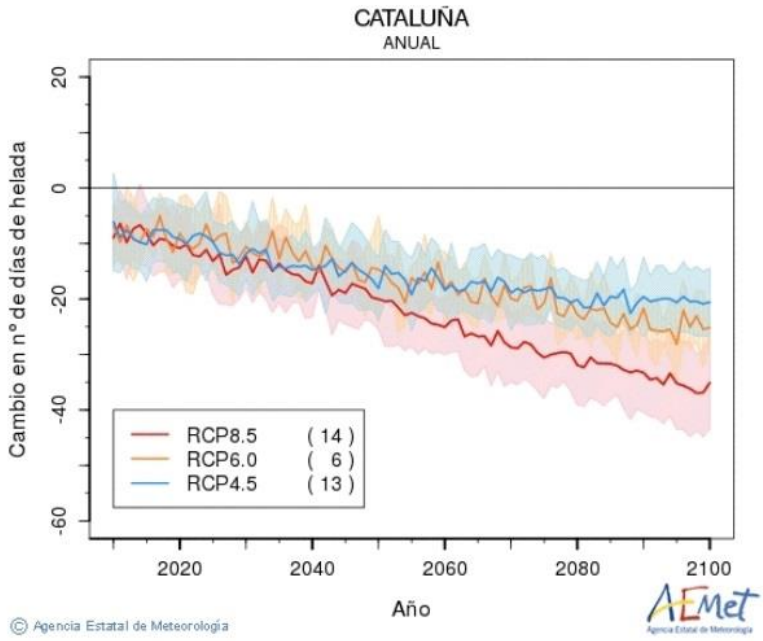
Gráfico 3: cambio duración olas de calor

Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

Durante el primer tercio de siglo, no se aprecian diferencias entre los tres escenarios de emisiones y se proyecta un aumento de 12 días de noches tropicales. A partir de mediados de siglo, se acentúan las diferencias entre los escenarios de emisiones alcanzando un 50% más de noches tropicales en el escenario más pesimista, mientas que en el escenario más optimista se alcanza un aumento del 22%.

Este aumento en la duración de las olas de calor supone mayor rapidez en la maduración, aumentando el grado alcohólico y el estrés térmico de la planta.

Nº de días de helada



18 días RCP4.5

30 días RCP8.5

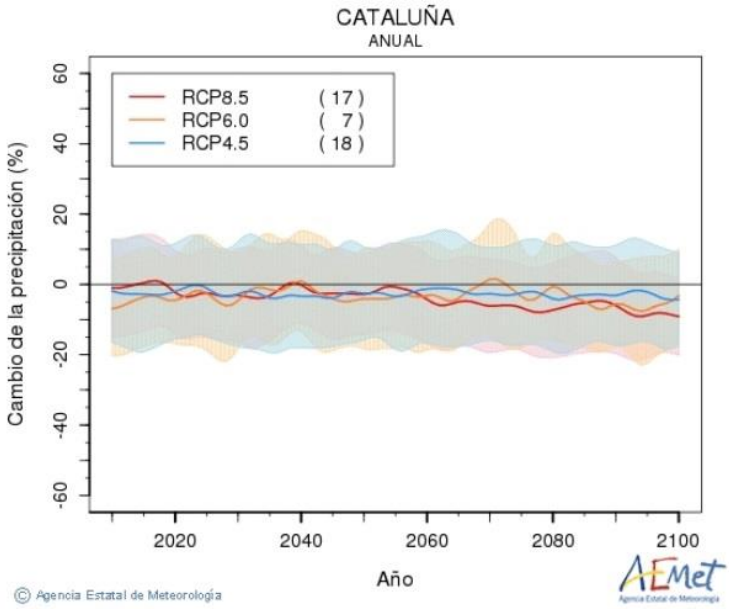
Gráfico 4: cambio en nº de días de helada
Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

Durante la primera mitad de siglo, no se aprecian diferencias entre los tres escenarios de emisiones y se proyecta una disminución en el número de días de heladas de 13 días. A partir de mediados de siglo, se acentúan las diferencias entre los escenarios de emisiones y la disminución en los días de heladas alcanza los 30 días. Sin embargo, en el escenario más optimista la disminución de días de heladas alcanza los18 días.

La vid resiste en periodo de vegetación hasta los −1,5 °C y en periodo invernal hasta los −12 °C para las yemas y los −20 °C para la madera, pero la disminución en el número de heladas supone menor riesgo para el desarrollo de la planta, aunque las plagas y enfermedades también pueden resistir y convertirse en un problema.

2.4.2 PRECIPITACIONES

Precipitación anual



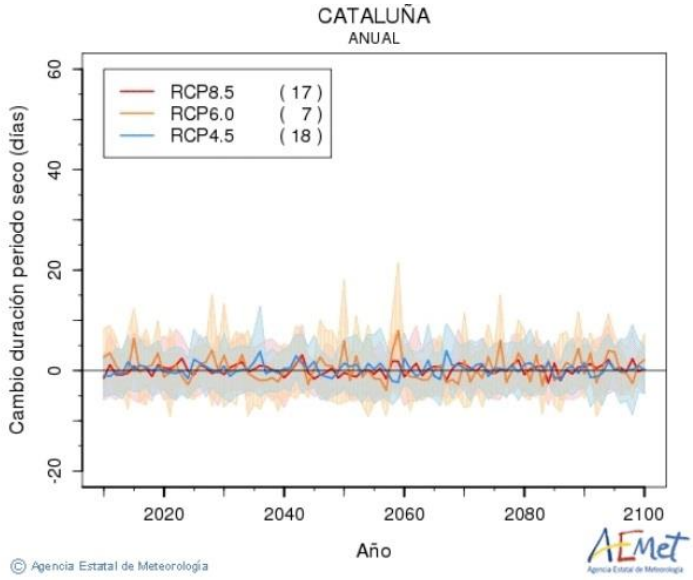
10% en todos los escenarios

Gráfico 5: cambio de la precipitación anual
Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

Se proyecta una disminución de precipitación anual sin diferencias sustanciales entre los distintos escenarios, con una tendencia más incierta. En todos ellos, las reducciones del promedio anual de precipitación podrían mantenerse por debajo del 10%.

La disminución en la precipitación produce un aumento del estrés hídrico que en caso de persistir puede llevar a la pérdida de la producción o poner en peligro la continuidad de la vid.

Periodo seco anual



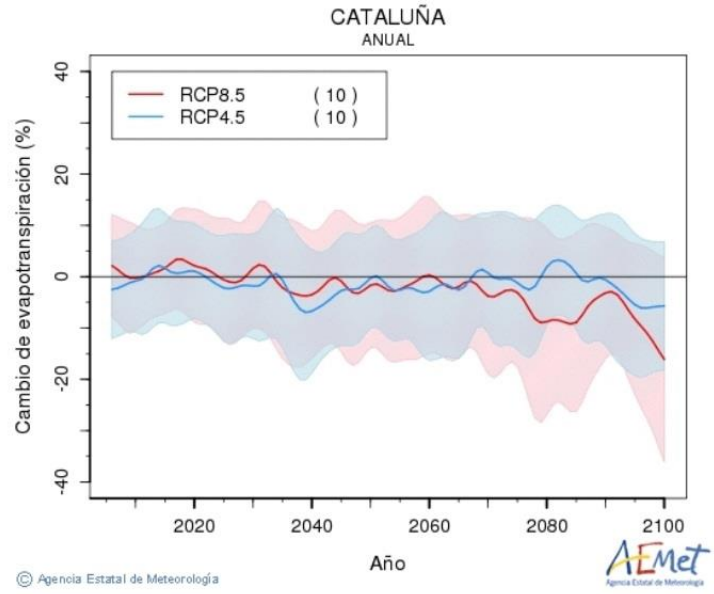
No hay diferencias entre los distintos escenarios

Gráfico 6: cambio duración periodo seco anual

Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

El cambio en la duración de períodos secos se proyecta muy similar para los tres escenarios de emisiones a lo largo de todo el siglo. Se puede apreciar una irregularidad en los diferentes años, lo que muestra la alternancia entre años secos y lluviosos. La gravedad y la duración de las sequías podrían aumentar significativamente por el efecto combinado del aumento de la temperatura y la disminución de la precipitación. La variabilidad entre periodos secos y lluviosos implica variabilidad en la cantidad y calidad de la producción, lo que supone riesgos económicos a afrontar.

Evapotranspiración anual



-2% RCP 4.5
- 10% RCP 8.5

Gráfico 6: cambio duración periodo seco anual Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

Durante el primer tercio de siglo se proyecta un ligero aumento en la evapotranspiración real para los dos escenarios. A partir del año 2035 se proyecta una tendencia a la disminución en la evapotranspiración real para los dos escenarios entre un 2% y un 5%. Sin embargo, en el último tercio de siglo, la tendencia de los dos escenarios es opuesta. Para el escenario más optimista se aprecia un ligero incremento de un 2%, mientras que para el escenario más pesimista la evapotranspiración disminuye hasta un 10%. A finales de siglo, la tendencia es a disminuir para los dos escenarios. Es decir, por mucho que aumente la temperatura i la demanda evaporativa de las plantas, al haber menos agua disponible, los valores de evapotranspiración se verán reducidos.

2.5 COMUNIDAD VALENCIANA

2.5.1 TEMPERATURA

Temperatura máxima anual

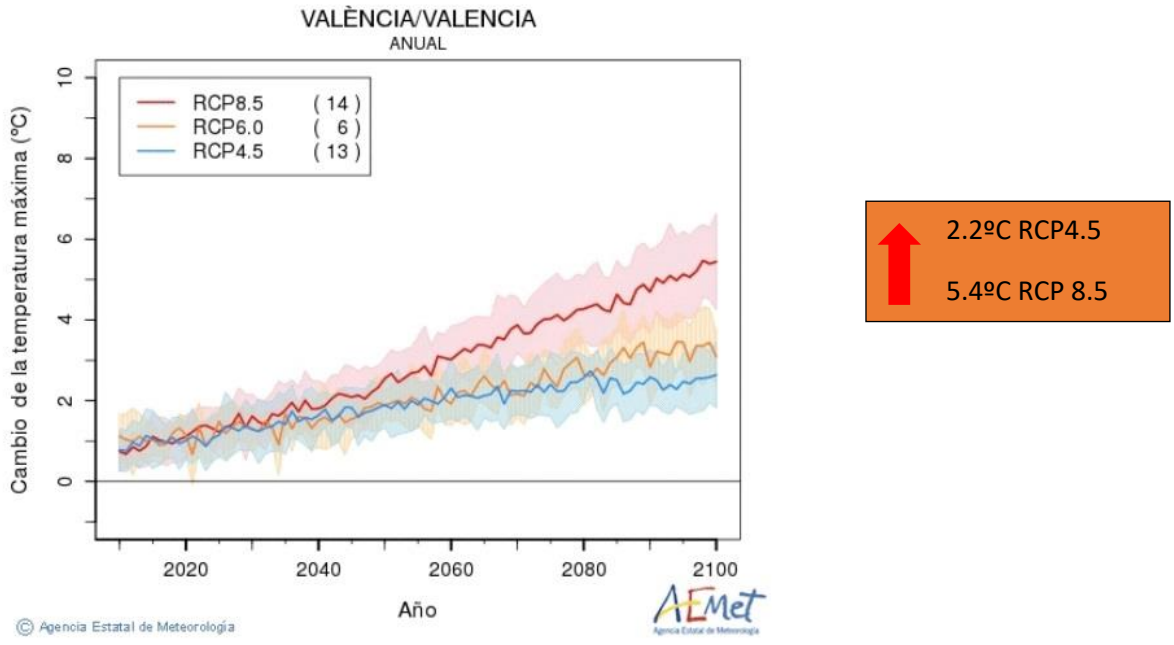


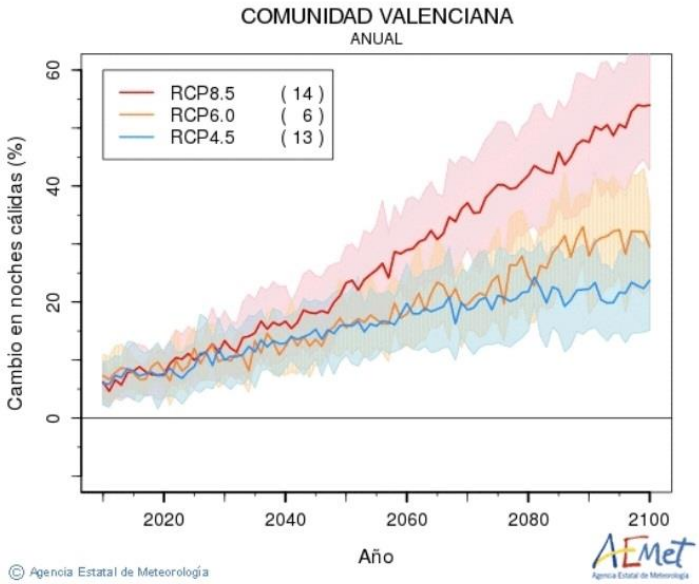
Gráfico1: cambio de la temperatura máxima anual
Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

La tendencia es a un aumento de las temperaturas máximas para todos los escenarios que se acentúa para un futuro lejano y se dispara para el escenario RCP 8.5.

En el primer tercio de siglo no se aprecian diferencias entre los escenarios, alcanzando un aumento de 1,2ºC. A mitad de siglo, se aprecian diferencias, alcanzando para el escenario más optimista un aumento de 1,9ºC y para el más pesimista de 3,0ºC. En un futuro lejano las diferencias se acentúan, en el escenario más pesimista el incremento de la temperatura máxima alcanza los 5,4ºC y en el más optimista los 2,2ºC.

Este aumento de la temperatura incrementa el estrés térmico que sufrirá la vid, aumentando la rapidez en el proceso de maduración, el grado de alcohol y disminuyendo la transformación de los taninos y la producción de color, por lo tanto, altera la calidad del producto final, el vino. También, puede acelerar ciclo de la planta pudiendo coincidir las lluvias primaverales con la floración y el desarrollo del fruto lo que perjudicaría un proceso que necesita ambientes más secos.

Noches cálidas



21% RCP5.4

52% RCP8.5

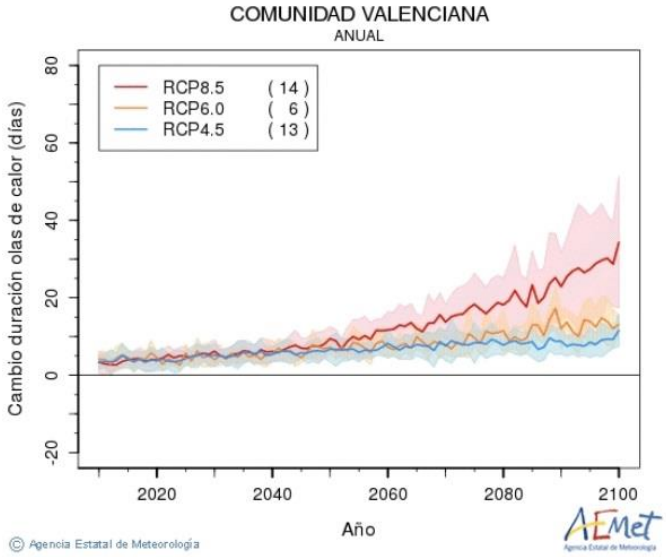
Gráfico 2: cambio en noches cálidas

Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

Durante el primer tercio de siglo, no se aprecian diferencias entre los tres escenarios de emisiones y se proyecta un aumento del 12% de noches tropicales. A partir de mediados de siglo, se acentúan las diferencias entre los escenarios de emisiones alcanzando un 52% más de noches tropicales en el escenario más pesimista, mientras que en el escenario más optimista se alcanza un aumento del 21%.

El aumento de la temperatura nocturna supone que la transformación de los azúcares no se detenga durante la noche produciendo un aumento de la graduación alcohólica, también supone una menor transformación de los aromas y del color, con lo que la calidad del vino se ve afectada.

Olas de calor



7 días RCP4.5

30 días RCP 8.5

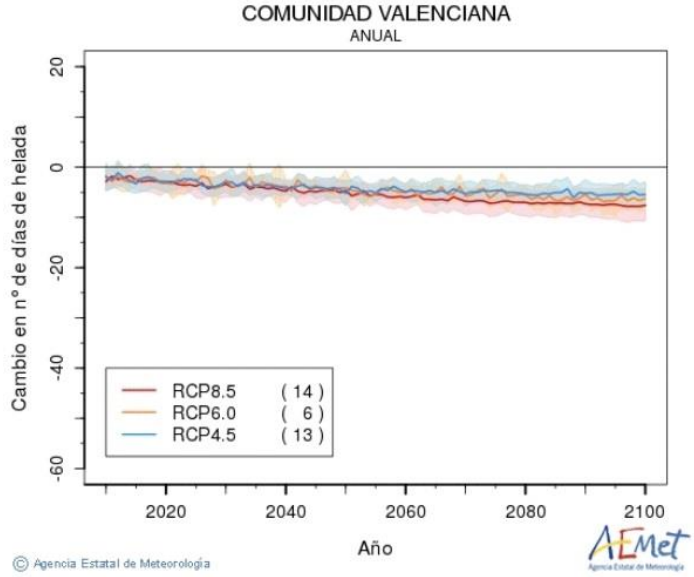
Gráfico 3: cambio duración olas de calor

Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

Durante la primera mitad de siglo, no se aprecian diferencias entre los tres escenarios de emisiones y se proyecta un aumento en la duración de las olas de calor de 5 días. A partir de mediados de siglo, se acentúan las diferencias entre los escenarios de emisiones alcanzando 30 días de duración de olas de calor en el escenario más pesimista, mientas que en el escenario más optimista se alcanza los 7 días.

Este aumento en la duración de las olas de calor supone mayor rapidez en la maduración, aumentando el grado alcohólico y el estrés térmico de la planta.

Nº de días de helada



5 días

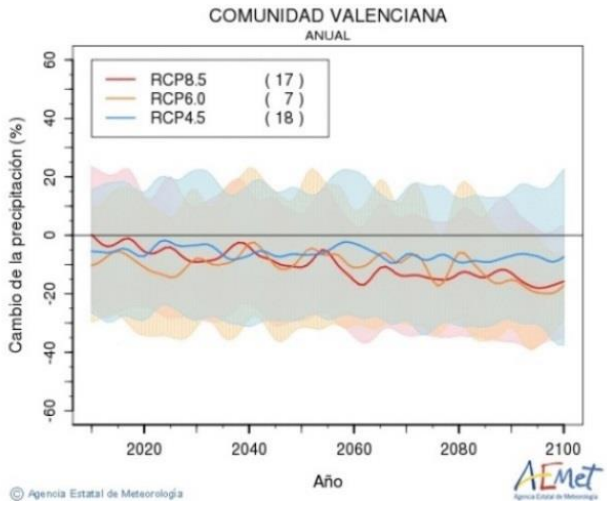
Gráfico 4: cambio en nº de días de helada

Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

No se aprecian diferencias entre los tres escenarios y se proyecta una tendencia a la disminución del nº de días de heladas alcanzando los 5 días. Esta disminución supone menor riesgo para el desarrollo de la planta, aunque las plagas y enfermedades también pueden resistir y convertirse en un problema.

2.5.2 PRECIPITACIONES

Precipitación anual



5% RCP4.5

18% RCP 8.5

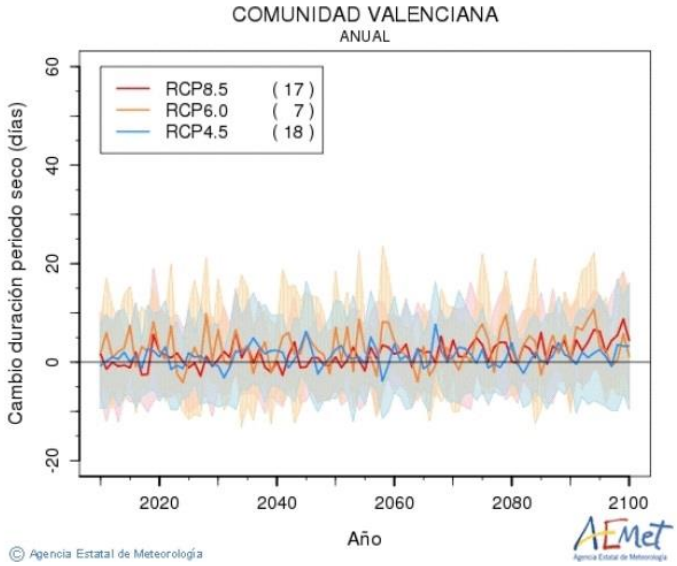
Gráfico 5: cambio de la precipitación anual

Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

Se proyecta una disminución de precipitación anual sin diferencias sustanciales entre los distintos escenarios para la primera mitad de siglo. En el escenario más optimista, la reducción del promedio anual de precipitación alcanza un 5%, mientras que para el escenario más pesimista se alcanzan una reducción del18%.

La disminución en la precipitación produce un aumento del estrés hídrico que en caso de persistir puede llevar a la pérdida de la producción o poner en peligro la continuidad de la vid.

Periodo seco anual

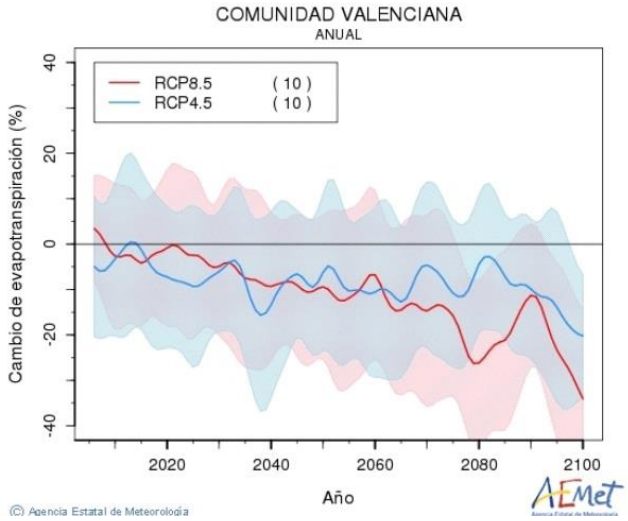


No hay diferencias entre los distintos escenarios

Gráfico 6: cambio duración periodo seco anual Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

El cambio en la duración de períodos secos se proyecta muy similar para los tres escenarios de emisiones a lo largo de todo el siglo. Se puede apreciar una irregularidad en los diferentes años, lo que muestra la alternancia entre años secos y lluviosos. La gravedad y la duración de las sequías podrían aumentar significativamente por el efecto combinado del aumento de la temperatura y la disminución de la precipitación.

Evapotranspiración anual



15% RCP 4.5

25% RCP 8.5

Gráfico 7: cambio de la evapotranspiración anua

Fuente: Agencia estatal de meteorología, Regionalización AR4-IPCC

En el escenario más optimista se proyecta una disminución en la evapotranspiración real entre un 4% y un 15% para un futuro lejano. Para el escenario más pesimista la reducción en la evapotranspiración real alcanza un 25 %. Es decir, por mucho que aumente la temperatura i la demanda evaporativa de las plantas, al haber menos agua disponible, los valores de evapotranspiración se verán reducidos.

Se proyecta una tendencia al **aumento de la temperatura**, **aumento** considerable **de las noches cálidas y reducción del nº de días de heladas**, **disminución de las precipitaciones y aumento de duración de los periodos secos y olas de calor, y una disminución de la evapotranspiración real**, más acusada para el escenario de emisiones RCP 8.5.

3 IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA VIÑA

La viticultura tiene una alta dependencia del clima, ya que es determinante en la calidad de la cosecha y en el rendimiento del cultivo. Por lo tanto, las proyecciones climáticas, descritas en el capítulo anterior, que indican un **aumento de las temperaturas, un descenso de las precipitaciones**, unido también a **un aumento de fenómenos climáticos extremos como sequía u olas de calor** para las comunidades estudiadas, ponen a España como una de las regiones europeas con **mayores impactos potenciales por incrementos del estrés térmico y de la escasez de agua.** Por ello, las variaciones en las condiciones climáticas pueden afectar al **precio**, a **la rentabilidad** y la **competitividad** en un mercado cada más globalizado y demandante de calidad.

3.1 NECESIDADES CLIMÁTICAS DEL CULTIVO DE LA VIÑA

La calidad de la cosecha y la productividad del viñedo se ven influenciadas por las variables climáticas junto con las prácticas culturales y el suelo. En la **tabla 2** se muestra un **resumen de las necesidades climáticas del cultivo de la vid según los periodos de crecimiento.**

Etapa	Fecha de inicio	Necesidades
Etapa I (brotación)	Mediados de marzo o la primera semana de abril con T media > 10 °C	Abundante humedad del suelo y con sol, temperaturas superiores a los 10 °C para el crecimiento vegetativo.
		Las heladas pueden reducir rendimientos y calidad
Etapa II (desde floración hasta envero)	Final primavera, con T media >15° C	Condiciones secas y temperaturas estables para no obstaculizar el crecimiento de las flores
Etapa III (envero y su maduración hasta cosecha)	A finales de julio o la primera semana de agosto	Condiciones secas para limitar la podredumbre de la uva con temperaturas moderadas, pero sin estrés excesivo
		Salto térmico importante entre el día y la noche
		Maduración en época fresca, pero con calor suficiente para continuar la acumulación de azúcares y desarrollo del aroma de las bayas
Etapa V (latencia)	Generalmente entre finales de septiembre y mediados de octubre	Invierno frio y lluvioso

Tabla 2. Necesidades según los periodos de crecimiento (Resco et al., 2014) Fuente: Cambio climático y viñedo de España, informe COAG

3.1.1 TEMPERATURA

Para el cultivo de la viña interesa una brotación precoz, resultante de una temprana elevación de la temperatura (10ºC) al final de un invierno frío. También una parada del crecimiento precoz al final de la primavera (≥ 15ºC) y un largo periodo de maduración moderadamente cálido con contrastes fuertes entre día y noche ya que tiene grandes influencias en el proceso de maduración, incluyendo aromas y coloración

La vid es una planta sensible a heladas y exigente en calor para su desarrollo y la maduración de los frutos. Esta temperatura no es uniforme para todos los viñedos, ya que la cantidad de calor que la uva requiere para

madurar completamente varía enormemente entre las diferentes variedades. En cuanto a sus límites, se admite en general que la vid resiste temperaturas en periodo de vegetación de hasta los −1,5 °C y en periodo invernal hasta los −12 °C para las yemas y los −20 °C para la madera. Aunque para obtener una calidad adecuada su temperatura media anual óptima está entre los 11 °C y los 18 °C, con un mínimo de 9° C y un máximo que puede llegar en valor absoluto a sobrepasar los 40 °C, aunque con mayor riesgo de desecaciones en hojas y frutos y en algunos casos muerte de la planta.

En la tabla 3 se resume la influencia de la temperatura en el proceso de maduración de la uva. La uva poco madura por bajas temperaturas produce vinos poco alcohólicos y ácidos, lo contrario que con temperaturas más altas. Respecto al efecto sobre el color, la síntesis óptima de antocianas se produce entre 17 °C y 26 °C y temperaturas nocturnas entre 15 °C y 20 °C dan mayor coloración al hollejo que temperaturas nocturnas más altas.

	Temperatura diurna	**Temperatura nocturna**
Alta	Mayor tasa fotosintética. Mayor rapidez tanto en el metabolismo de ácidos como en la producción de aromas.	Degradación rápida del ácido málico. Degradación parcial de azúcares y otros compuestos como antocianas.
Baja	Menor tasa de fotosíntesis. Mayor lentitud en el metabolismo de ácidos. Vinos poco alcohólicos y ácidos.	Degradación lenta del ácido málico. Buena retención de azúcares. Menor metabolismo de componentes como antocianas.

Tabla 3: Influencia de la temperatura en el proceso de maduración. Fuente: Cambio climático y viñedo en España, informe COAG.

3.1.2 HUMEDAD

La vid resiste muy bien la falta de humedad, de hecho, un exceso de lluvia, además de provocar problemas de enfermedades en la planta y en los racimos, puede perjudicar la maduración de la uva. Dentro de su ciclo vegetativo necesita inviernos y primaveras que aporten humedad suficiente al suelo, aunque sin un exceso de lluvias primaverales que podrían favorecer la aparición de enfermedades en la brotación. Su sistema radicular le permite aprovechar esta humedad de las capas profundas y resistir así la sequía estival típica del mediterráneo; de hecho, para una correcta floración y maduración necesita ambientes secos, siempre que la falta de humedad no sea excesiva.

En cuanto a las necesidades hídricas, se espera un gran incremento de estas por el aumento de la evapotranspiración y al descenso de las precipitaciones. Aunque en algunas zonas el descenso de la humedad podría disminuir el riesgo de ataques de enfermedades, en general supondría un gran problema a la hora de asegurar las necesidades hídricas mínimas del cultivo en los años más secos. Según las proyecciones climáticas se esperaría un incremento de los climas muy secos por todo el sur peninsular y por las cuencas baja y media de los ríos Duero y Ebro que incrementaría las necesidades hídricas del viñedo.

Aunque para el cálculo de las necesidades hídricas del cultivo de la vid es preciso estudiar no sólo la cantidad de precipitaciones y su distribución, también el potencial de evapotranspiración (Carbonneau 1998) ya que la transpiración foliar está ligada con las condiciones de humedad del suelo y déficit de presión de vapor en la atmósfera (Choné et al., 2001).

3.1.3 RADIACIÓN

La vid precisa de una radiación elevada de entre de 1.500 a 1.600 horas anuales, de las que un mínimo de 1.200 horas debe corresponder al periodo de vegetación activa para la fotosíntesis (Hidalgo, 2002). La radiación es importante para la madurez y color de los racimos.

3.1.4 VIENTO

La importancia de los vientos depende mucho de la topografía del terreno y de las características específicas de la zona. Los vientos pueden ser beneficiosos al reducir la temperatura o favorecer la fecundación, o dañinos si son huracanados, demasiado cálidos o demasiado fríos, sobre todo cuando actúan directamente sobre la cepa.

3.1.5 ÍNDICE DE FRESCOR NOCTURNO

El índice de frescor nocturno pone de relieve la importancia de las diferencias de temperatura entre noche y día para la maduración. Es muy importante para una buena calidad contar en el periodo de maduración con días cálidos, que favorezcan la maduración, y con noches frías que impidan que esta se acelere demasiado y permita un buen equilibrio en los componentes de la uva.

En general, con una temperatura nocturna cálida de maduración, se puede observar una pérdida de aromas y de color en variedades tintas. Por el contrario, temperaturas nocturnas frescas en la maduración son esencialmente favorables a los colores de uva y aromas.

3.1.6 DAÑOS CAUSADOS POR EXTREMOS CLIMÁTICOS

El Banco Mundial considera como riesgos climáticos la sequía, las inundaciones, lluvias persistentes, pedrisco, heladas, nieve, viento y frío continuado. En España, los datos del seguro agrario indican que los riesgos que más preocupan al agricultor son el pedrisco, la helada y la sequía.

El calentamiento causado por el cambio climático ocasionaría beneficios en cuanto al riesgo de helada. El descenso de heladas seria mayor en las zonas donde le riesgo es actualmente más alto, como son las provincias de Guadalajara, Cuenca, Lleida y Girona. Aunque la helada invernal, siempre que no supere grandes temperaturas extremas, se entiende como algo positivo pues favorece una parada vegetativa de calidad, la helada primaveral es uno de los riesgos que más preocupa al viticultor, aunque el riesgo venga descendiendo en los últimos años.

Por el contrario, la frecuencia de olas de calor que pudieran afectar a la producción e incluso a la planta será mayor, más aún en aquellas zonas más continentales del centro sur peninsular.

3.2 IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA VIÑA

Los viñedos de España, según la tendencia de las proyecciones climáticas, sufrirán un **aumento de las temperaturas**, **un descenso de las precipitaciones**, unido también a **un aumento de fenómenos climáticos extremos como sequía u olas de calor.** Los impactos que pueden producir estos cambios sobre la vid se van a analizar a continuación.

3.2.1 IMPACTOS DE LA TEMPERATURA

- **Necesidad de riego**. El aumento de las temperaturas medias va acompañado de un incremento significativo de la evapotranspiración, llevando a un aumento del estrés térmico. Esta situación genera condiciones de déficit hídrico creciente, que se irá acentuando a medida que avancemos hacia finales de siglo. Los agricultores cada vez más frecuentemente se enfrentan al dilema de aceptar las consecuencias de sequías severas o utilizar la irrigación para evitar los graves problemas de disminución de rendimientos y de calidad de la vendimia.
- **Desequilibrio entre madurez, aroma y grado alcohólico.** Con temperaturas más cálidas aumenta el contenido de azúcar en la uva y su grado alcohólico lo que plantea el dilema entre vendimiar antes para evitar que suba el alcohol (aunque los taninos transmitan sensaciones vegetales), o esperar a que estos maduren bien a pesar del aumento del grado, por lo tanto, se produce un desequilibrio entre madurez, aroma y grado alcohólico.
- **Cambios en la fenología de la vid y en el periodo de maduración.** El aumento de las temperaturas aceleraría el ciclo de la planta pudiendo coincidir las lluvias primaverales con la floración y el desarrollo del fruto lo que perjudicaría un proceso que necesita ambientes más secos. Además, altas temperaturas primaverales con gran disponibilidad de agua en el suelo podrían hacer que la planta privilegie el desarrollo vegetativo frente a la producción de uva. Si el aumento de la temperatura fuese excesivo, podría acortar la duración del periodo de crecimiento, haciendo que la vid experimentase cambios fenológicos más rápidamente (Jones, 2007; Ramos et al., 2008) en particular, la duración de la maduración. Este hecho podría causar un cambio en el desarrollo, de modo que las mismas fases de crecimiento se producirían en regímenes de radiación distintos al tradicional. En el caso de que se superasen los umbrales ideales de una variedad, el periodo de maduración coincidiría con un período de radiación excesivamente alto, lo que tendría efectos negativos en la calidad (Bindi et al., 1996) al ocasionar un exceso de madurez y de azúcares en la uva.

  El incremento de las temperaturas medias podría ocasionar un alargamiento del ciclo activo de la planta e incluso una mejora de la calidad de la uva en aquellas zonas donde fuese habitual una alta acidez por falta de maduración. No obstante, aunque la viña no se considera que tenga un umbral térmico máximo, si éste fuese excesivo se podría acortar la duración del periodo de crecimiento para las variedades presentes en las zonas de cultivo, haciendo que la vid adelante sus etapas fenológicas más rápidamente, sobre todo en lo que se refiere a la maduración.

- **Disminución de la calidad de la uva**. Un descenso del diferencial de temperaturas día-noche acortaría la maduración y disminuiría la calidad de la uva con **pérdidas de aromas y color**. En cambio**, el grado alcohólico** se vería **incrementado** por no detenerse la degradación parcial de los azúcares.
- **Cambios en los rendimientos de la vid.** Un aumento en de los extremos de temperatura también provocarían una mortalidad alta a través de abscisión uva (Mullins et al., 1992), lo que aumentaría la variabilidad del rendimiento. Por el contrario, la disminución en la frecuencia de heladas en primavera aumentaría el rendimiento. La disminución en la frecuencia de heladas en otoño en las zonas demasiado frías aumentaría la duración de la estación de crecimiento (Myneni, 1997). Las temperaturas más suaves en invierno permitirán mayores productividades en esta época, compensado las pérdidas de otras estaciones.
- **Aumento de enfermedades y plagas**. Las alteraciones del clima modifican los patrones de las plagas en los viñedos y lleva a que la planta presente un estado de debilidad pudiendo ser atacada con más facilidad por éstas. Inviernos más suaves favorecerían el desarrollo de algunas enfermedades como la enfermedad de Pierce, causada por la bacteria Xylella fastidiosa. Si en primavera se da un exceso de humedad en el suelo con un aumento de la temperatura podría aumentar el riesgo de brotes de enfermedades por hongos o transmitidas por insectos.
- **Cambios en las zonas de cultivo**. El aumento de temperatura permitirá cultivar vid en zonas más altas y septentrionales donde anteriormente era imposible que podrán compensar una disminución de las zonas climáticamente más idóneas para la calidad de la uva en España afectadas por las olas de calor.

3.2.2 IMPACTOS DE LAS PRECIPITACIONES

- **Descenso en el rendimiento.** La disminución de la precipitación implicaría un descenso en el rendimiento en las plantaciones en secano en las zonas más secas.
- **Necesidad de riego.** El aumento de la temperatura en combinación con una posible disminución de las precipitaciones ocasionaría un aumento de la necesidad de aportes de agua en los años más secos, sobre todo en la zonas más secas y cálidas. Los agricultores cada vez más frecuentemente se enfrentan al dilema de aceptar las consecuencias de sequías severas o utilizar la irrigación para evitar los graves problemas de disminución de rendimientos y de calidad de la vendimia. La posibilidad de aumentos en la superficie regada, en el caso de haber agua disponible, también estaría determinada por consideraciones económicas y sociales.
- **Cambio de variedades.** Cuando la disponibilidad de agua sea insuficiente harán falta emplear especies y/o variedades diferentes que resistan más la falta de agua.
- **Aumento de la calidad.** En regiones excesivamente húmedas, la disminución en la precipitación podría incrementar la calidad de la producción, ya que un estrés hídrico moderado conduce a una importante calidad de la uva.

3.2.3 IMPACTOS DEL INCREMENTO DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO

- **Aumento de la productividad.** El aumento de la concentración de CO_2 en la atmósfera incrementa la tasa fotosintética de los vegetales por lo que puede aumentar la productividad de los cultivos. Hasta ahora se han realizado pocos estudios en campo que cuantifique la respuesta de la vid ante este aumento del CO_2 (Bindi et al., 2001), pero estos en general, concluyeron que el doblar los niveles de CO_2 en la atmósfera daría lugar a un fuerte aumento del rendimiento sin tener ninguna repercusión negativa opositiva en las uvas en la etapa de madurez. Estudios posteriores aseguran que incrementos modestos de la concentración de CO_2 también tendrían un notable impacto positivo sobre la tasa de fotosíntesis y sobre los rendimientos finales (Gonçalves et al.,2009).
- **Aumento de la eficiencia de uso del agua.** Por otro lado, el aumento de la concentración de CO_2 disminuye la transpiración debido al cierre estomático por lo que puede aumentar la eficiencia de uso del agua. El aumento de la temperatura puede contrarrestar el efecto anterior al aumentar la demanda evapotranspirativa de los cultivos y por tanto la demanda de agua.
- **Aumento de la variabilidad de la producción, aumento de la variabilidad de los rendimientos y mayor riesgo económico.** En general, estas simulaciones no dan una respuesta concluyente a la pregunta de si los posibles efectos negativos de las temperaturas más cálidas serían compensados por los efectos positivos del aumento de la concentración de CO_2 de forma global. Lo que parecen indicar es que el solapamiento de estos dos fenómenos, y teniendo en cuenta el incremento de la variabilidad del clima, también aumentará aún más la variabilidad interanual de los rendimientos, aunque sin garantizar la calidad del vino en los años buenos ni satisfacer la demanda de vino en los años malos, lo que implica un mayor riesgo económico para los productores (Moutinho−Pereira et al.,2009).

3.2.4 IMPACTOS DE LOS EXTREMOS CLIMÁTICOS

- **Degradación de la cubierta vegetal** debido al aumento de la sequía estival que puede conducir a un aumento de **la frecuencia de incendios.** Estos incendios a parte de la pérdida biológica y del ecosistema también podría afectar a la propia calidad de los vinos (De Orduna, 2010).
- **Aumento de la erosión** debido al aumento **de las lluvias torrenciales.** Este aumento de la frecuencia y la severidad de las lluvias producirá un aumento de la erosión de los suelos.

LOS EFECTOS POTENCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA VITICULTURA se resumen en la siguiente tabla 4.

Factor de cambio	Posibles beneficios	Posibles efectos negativos
Aumento de temperaturas	Periodos de crecimiento más rápidos. Menor riesgo de heladas.	Aumento del estrés térmico ⇨ necesidad de riego Disminución de la calidad (menor acidez, color y taninos). Desequilibrio entre madurez, aroma y grado alcohólico. Cambios en la fenología y maduración Mayor riesgo de incendios. Aumento de plagas y enfermedades. Aumento variabilidad rendimiento.
Disminución de la precipitación	Menor riesgo de enfermedades en zonas húmedas. Mejora de la calidad en zonas húmedas.	Aumento de la frecuencia de sequías. Mayor riesgo de incendios. Disminución de rendimientos. Cambio de variedades
Aumentos extremos climáticos		Aumento de la erosión. Degradación cubierta vegetal. Mayor riesgo de enfermedades. Daños en las plantas por inundaciones o pedriscos.
Aumento de gases de efecto invernadero	Incremento de producción biomasa.	Aumento de la variabilidad de la producción en respuesta a mayor variabilidad del clima.

Tabla 4: Resumen de los efectos potenciales del cambio climático

4 MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA VIÑA AL CAMBIO CLIMÁTICO

4.1 SELECCIÓN DE VARIEDADES

- Seleccionar de entre las **variedades existentes** aquellas **más tardanas o más resistentes** a la sequía o temperaturas elevadas. Variedades que aporten un contenido de azúcar y acidez deseable. Variedades resistentes a plagas. La búsqueda de opciones se tiene que ampliar a la combinación de variedades y porta injertos.
- Explorar la gran cantidad de **clones** existentes dentro de una misma variedad. Un clon se obtiene por multiplicación vegetativa de una sola planta que tiene las características adecuadas. Los clones permiten mejorar no tan solo la productividad y calidad sino también las características que lo hacen más resistentes a las nuevas condiciones climáticas
- Priorizar variedades autóctonas ancestrales que normalmente están bien adaptadas a las condiciones de casa zona y buscar las que den mejores respuestas a las nuevas condiciones climáticas.
- Explorar el potencial de **variedades meridionales** procedentes de regiones que actualmente ya tienen condiciones climáticas parecidas a las que se pueden generar en nuestras latitudes como consecuencia del cambio climático, por ejemplo, Marruecos, Portugal
- **Nuevas variedades** creadas por la investigación que permitan mejorar su resistencia a las altas temperaturas, a la sequía y aseguren las calidades organolépticas.

4.2 PRÁCTICAS AGRONÓMICAS

La adaptación al cambio climático incluye adoptar prácticas agronómicas que permitan proteger las viñas y obtener una uva de calidad adecuada al producto que se quiera producir.

Adoptar las prácticas adecuadas es de gran importancia ya que puede condicionar la respuesta de la viña a las nuevas condiciones climáticas y, por tanto, su evolución futura, su productividad y, en consecuencia, la sostenibilidad económica de la propiedad en general.

A menudo se deberá buscar el equilibrio entre las prácticas que favorecen la mecanización, y por tanto la productividad, y las que favorecen la adaptación de la viña al nuevo escenario climático y que, en muchos casos, son prácticas tradicionales que han sido abandonadas.

Prácticas destacables a tener en cuenta:

- Buscar la mejor **ubicación y orientación** de la viña dentro de cada propiedad con el fin de aprovechar las zonas que proporcionen las mejores condiciones térmicas: exposición al sol, sombra, exposición al viento, evapotranspiración, etc.

- Considerar el **tipo de plantación** más favorable para maximizar la retención de los recursos hídricos, por ejemplo: priorizar la plantación en vaso siempre que sea posible.
- Mejorar **el conocimiento y el manejo de los suelos** para favorecer el crecimiento de raíces más profundas.
- Buscar más cobertura frente a las radiaciones del sol según el **sistema de poda**. La poda puede limitar la transpiración y retrasar la maduración de la vid controlando el volumen de follaje.
- Es importante buscar **formas de conducción** de la vid que atenúen la radiación solar sobre las hojas y las uvas para reducir el estrés hídrico y el térmico.
- Mantener una **cubierta vegetal del suelo** para mejorar la retención del agua de la lluvia y de los elementos nutritivos y desarrollar la profundización de las raíces. Por el contrario, como en épocas de sequía la cubierta vegetal puede entrar en competencia para el aprovechamiento del agua, se debe buscar el equilibrio controlándola con el mínimo trabajo sobre la tierra, por ejemplo: sustituyendo las cubiertas vegetales para paja, sobre todo en zonas con importante déficit de agua.
- **Gestionar el riego** de una manera eficiente, siempre que la DO lo permita, es imprescindible para evitar que la viña sufra un estrés hídrico que penalice su producción o que aumente la mortalidad. En un contexto de falta de agua se hace imprescindible tomar medidas para:
  - Establecer indicadores del estado hídrico del suelo y la planta: balances hídricos, observación del ápice, etc. para administrar la cantidad de agua necesaria teniendo en cuenta el resultado que se quiere conseguir:
    - Priorizar la calidad: Limitando el riego durante el envero.
    - Priorizar la cantidad: Poca limitación del riego durante el envero.
  - Poner en marcha sistemas de recogida y reutilización del agua.
  - Impulsar el uso de sistemas de riego eficientes: gota a gota, micro irrigación con apoyo de tecnologías de monitorización, uso de imágenes de teledetección para el de riego de precisión.

4.3 ENOLOGÍA

Ante los efectos evidentes del cambio climático sobre la uva, la enología ha aportado las primeras medidas de adaptación al sector para corregir los impactos negativos detectados como el aumento del contenido en azúcar o la alteración de la acidez.

Las nuevas tecnologías en el campo de la enología ponen a disposición un amplio abanico de opciones que se aplicarán, sin embargo, con medida para evitar la pérdida de personalidad de nuestros vinos.

Algunas medidas a considerar:

- Tecnologías de desalcoholización para mantener el nivel deseado de alcohol como, por ejemplo:
  - Destilación en columnas con recuperación de aromas. Es una de las primeras técnicas disponibles para tratar grandes volúmenes de vino, pero tiene el inconveniente de que puede alterar las propiedades organolépticas.
  - Separación mediante la técnica del Spinning Cone Column (SCC) que se basa en la separación por etapas con destilación a bajas temperaturas y vacío. Es una técnica más respetuosa con las propiedades organolépticas.
  - Destilación en frío fraccionada en vacío que permite mantener todas las propiedades aromáticas.
  - Extracción con fluidos supercríticos como CO_2 que da productos de gran calidad, pero tiene un elevado coste de procedimiento.
  - Técnicas de membrana como la osmosis inversa, la ultrafiltración y la nanofiltración.
  - Liofilización. Si bien es una técnica ampliamente utilizada en la industria agroalimentaria el equipamiento es caro y conlleva un elevado consumo energético.
  - Utilización de levaduras no-Saccharomyces como herramienta para controlar el grado alcohólico de los vinos.

- Medidas de control del pH o la acidez, tales como:
  - Físicas: Tecnologías de electromembranes o resinas de intercambio catiónico.
  - Químicas: Adición de ácidos (láctico, L (-) o DL málico y L (+) tartárico).
  - Biológicas: Adición de microorganismos o bacterias lácticas.

4.4 DIVERSIFICACIÓN

Entre los impactos del cambio climático se encuentran los de orden económico debido a la pérdida de producción, el aumento de los costes de producción o, incluso, de la implantación de las medidas de adaptación.

La diversificación permite minimizar los riesgos económicos identificando actividades en torno a la cultura de la viña y el vino que proporcionen ingresos adicionales y menos vulnerables a las incertidumbres del clima.

- **Diversificación de los cultivos:** Buscar cultivos más rentables y adaptados a las condiciones de la zona, a la viña y al ADN de la bodega que permitan contrarrestar años de malas cosechas

- **Diversificación de la actividad**: Buscar actividades económicas complementarias a la actividad vitivinícola.
  - **Actividades ganaderas** compatibles con una potencial contribución positiva en el cultivo de la vid. Un ejemplo pueden ser los rebaños de ovejas que facilitan el mantenimiento de las coberturas vegetales y proporcionan abono natural, a la vez que dan la opción a producir productos alimenticios de alto valor añadido tales como los productos lácteos derivados.
  - **Actividades forestales** impulsando el aprovechamiento energético del bosque como biomasa para el autoconsumo o la comercialización.
  - **Actividades turísticas o enoturismo** que conectan tanto con el turismo gastronómico como el cultural y que puede incluir: turismo rural, restauración, descubrimiento de la cultura local, catas de vino, etc.

BIBLIOGRAFÍA

Buesa et al.(2017). Manejo del agua y la vegetación en el viñedo mediterráneo. Caja Mar Caja Rural
Cambio climático y viñedo en España.(2017) COAG.
Castro M.(2013) Clima y cambio climático, Instituto de Ciencias ambientales de Castilla- La Mancha.
Chirivella, C. Implantación de un campo experimental de riego localizado en viña Bobal, Comunitat Valenciana Agraria
Efficiency in the use of resources for the improvement of sustainability of vine and wine sector at Priorat región LIFE15 ENV/ES/000399

Estrategia Valenciana ante el Cambio Climático 2013-2020 Primer Informe de Seguimiento.Septiembre 2014

Fundación Empresa y Clima (2018), Guía de adaptación del sector de la viña, con la participación de IRTA y INRA
Full de ruta per a l'adaptació al canvi climàtic a les Illes Balears (2016)
Guía resumida del quinto informe de evaluación del IPCC grupo de trabajo I (2013). Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología,Centro Nacional de Educación Ambiental
Morata A, (2014), Guía de escenarios regionalizados de cambio climático sobre España a partir de los resultados del IPCC-AR4, Mapama
Pla d'Acció de Mitigació del Canvi Climàtic a les Illes Balears 2013-2020
Resco P,(2015). Tesis doctoral Viticultura y Cambio Climático en España: Vulnerabilidad en las distintas regiones y estrategias de adaptación frente al desarrollo de nuevas políticas
Resco P, Iglesias A, Bardají I, Sotés V, (2014). Vulnerabilidad del viñedo ante el Cambio climático. Castillo JS, Compés R (eds). Economía del vino en España y el mundo, Cajamar Caja Rural, Almería
Quinto Informe de Evaluación del IPCC, Grupo de Trabajo I.
Tercer Informe sobre Canvi Climàtic a Catalunya (2016)

ENLACES DE INTERÉS

- Las gráficas de temperatura máxima, noches cálidas, olas de calor, nº de días de helada, precipitación anual, periodo seco anual, evapotranspiración anual, se han obtenido de la agencia estatal de meteorología, regionalización AR4-IPCC.
  http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat/result_graficos?opc4=0&opc6=1
- Las figuras de Regionalización climática provienen de la fuente Agencia Estatal de Meteorología, del Gran Atlas de España, Ed. Planeta y del Servei meteorològic de Catalunya
  http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat/result_graficos?opc4=1&opc6=0
  http://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/el-clima-ahir/historic-cartografia-climatica/historic-de-mapes-climatics-anuals/
- Instituto de ciencias ambientales (ICAM) - Instituto Meteorológico Regional (iMetCaM) Manuel de Castro
- Institut Català del Vi (INCAVI)
- Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias
- Estación enológica de Requena
- Plataforma tecnológica del VINO (FEV)
- Life PRIORAT +MONTANT
- GLOBALVITI
- VITISMART
- VINOVERT
- VISCA

- VINYSOST
- LIFE+FITOVID