



Universitat
de les Illes Balears

Laboratori Interdisciplinari
sobre Canvi Climàtic



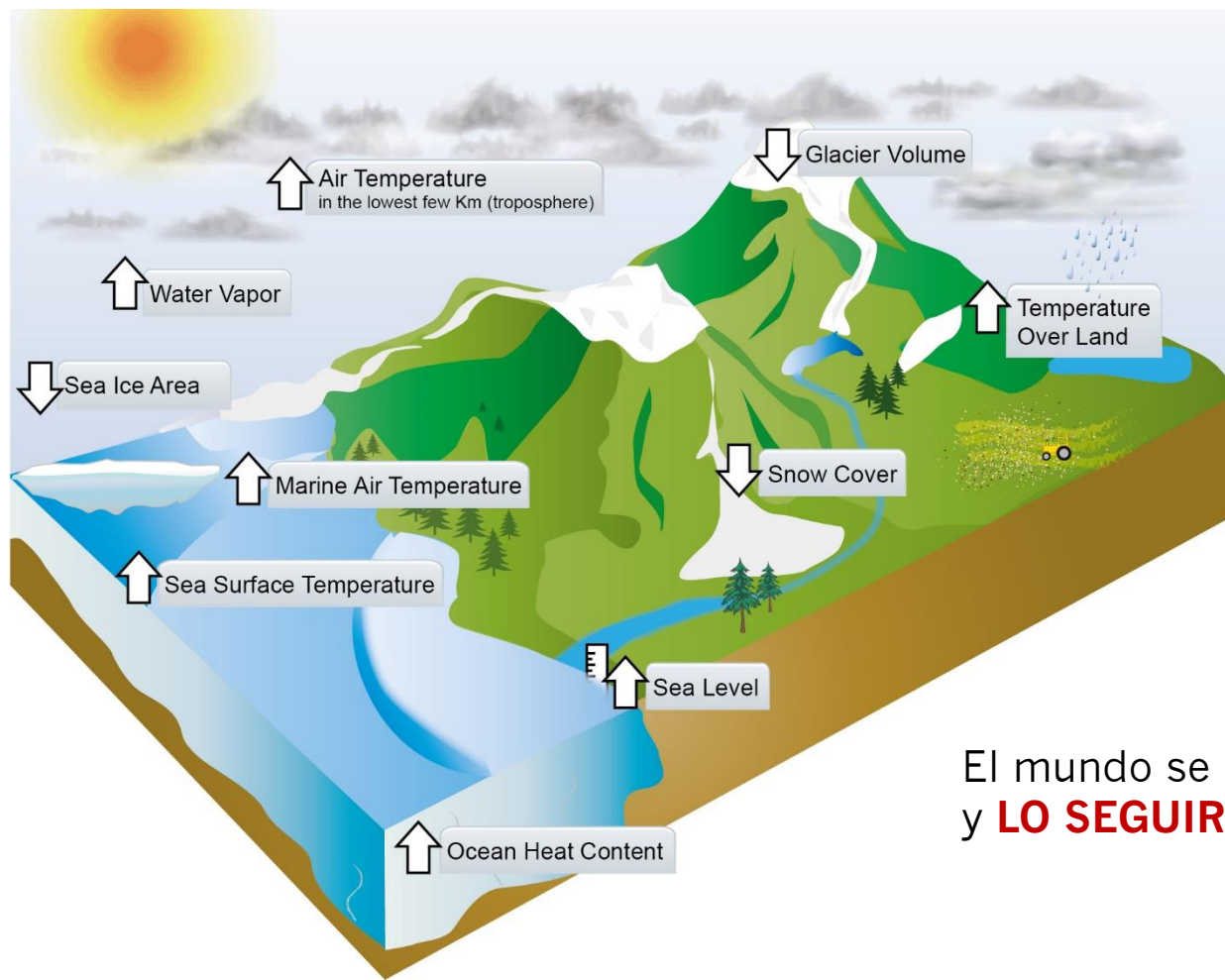
CANVI CLIMÀTIC: ALGUNS IMPACTES FUTURS, ESPECIALMENT SOBRE EL CULTIU DE LA VINYA

Romu Romero

UOM a EIVISSA

Contenido

1. La importancia de los [extremos](#) y de sus posibles cambios
2. [Regionalización](#) (“Downscaling”) de las proyecciones de cambio climático
3. Extremos de [temperatura y precipitación en Europa](#) a finales del siglo XXI
4. El futuro de los [medicanes](#) o “huracanes” mediterráneos
5. Impactos esperables sobre el cultivo de [la viña](#)



El mundo se **HA CALENTADO**
y **LO SEGUIRÁ HACIENDO**

Las medidas de adaptación al **CAMBIO CLIMÁTICO** exigen analizar la magnitud de los posibles **IMPACTOS LOCALES** sobre el bienestar humano y una variedad de sectores estratégicos como los ecosistemas, agricultura, hidrología, salud, energía, industria, etc...



La mayor parte de los **ESTUDIOS** se han centrado en los efectos que podrían tener los cambios en los **REGÍMENES MEDIOS** climáticos (**IPCC AR5, 2014**)



Sin embargo, sabemos que una **PROPORCIÓN IMPORTANTE** de dichos impactos, al menos en coste económico y de vidas humanas, se debe a fenómenos meteorológicos y climáticos **EXTREMOS** (p.e. sequías, olas de calor y de frío, exceso de precipitación, tormentas severas, tempestades ciclónicas de viento, etc). **P.e.** un temporal extraordinario puede suponer por sí solo una perturbación equivalente a decenas de borrascas ordinarias, o una sequía de muchos meses puede tener mucho mayor impacto que la disminución progresiva de la precipitación



ESCASEAN LAS PROYECCIONES cuantitativas de extremos a nivel regional y local, especialmente en una zona tan vulnerable del planeta como la nuestra (**IPCC SREX, 2012**)



extremo, ma

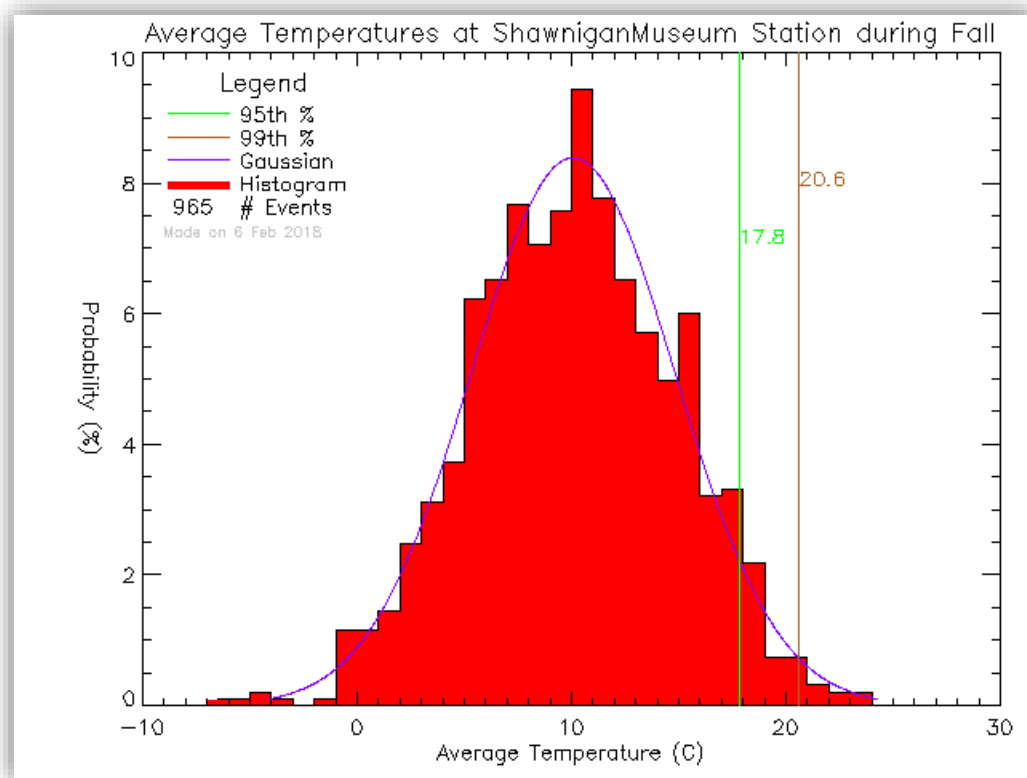
Del lat. extrēmus.

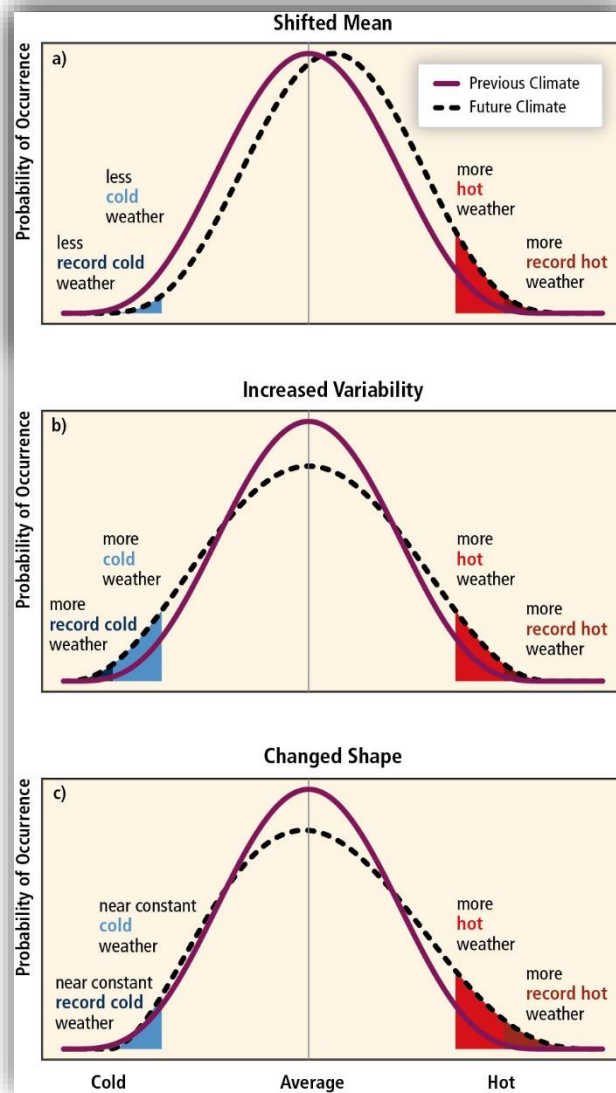
Para el f., u. solo la forma extremo en acep. 14.

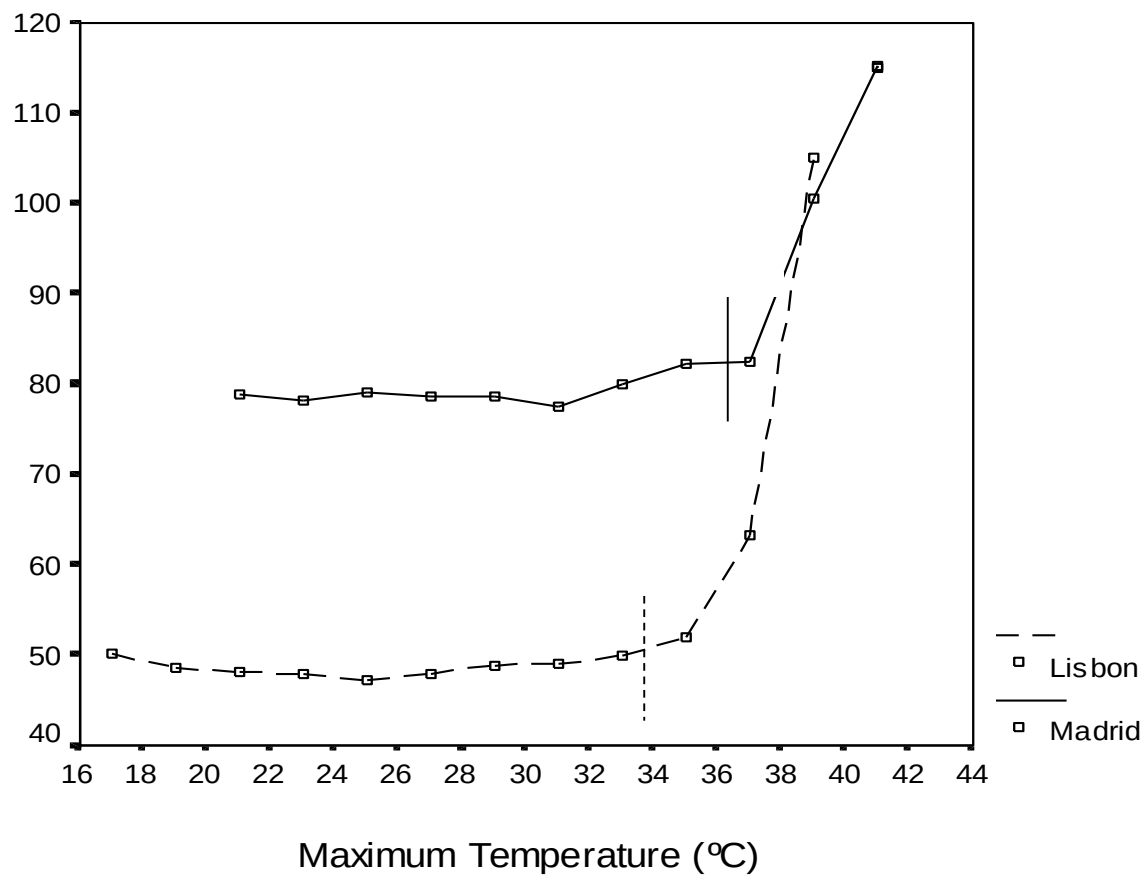
1. adj. último.
2. adj. Dicho de una cosa: **Que está en su grado más intenso, elevado o activo. Frío, calor extremo.**
3. adj. **Excesivo, sumo, exagerado.**
4. adj. distante (|| apartado).
5. adj. desemejante.
6. m. Parte primera o última de algo, principio o fin de ello.
7. m. asunto (|| materia de que se trata).
8. m. Punto último a que puede llegar algo.
9. m. Esmero sumo en una operación.
10. m. Invernadero de los ganados trashumantes, y pastos en que pacen en el invierno.
11. m. Mat. Término primero o último de una proporción.
12. m. desus. padrenuestro (|| cuenta del rosario).
13. m. pl. **Manifestaciones exageradas y vehementes de** un afecto del ánimo, como alegría, dolor, **etc.** Hacer extremos.
14. m. y f. En el fútbol y otros deportes, miembro de la delantera que, en la alineación del equipo, se sitúa más próximo a las bandas derecha o izquierda del campo.

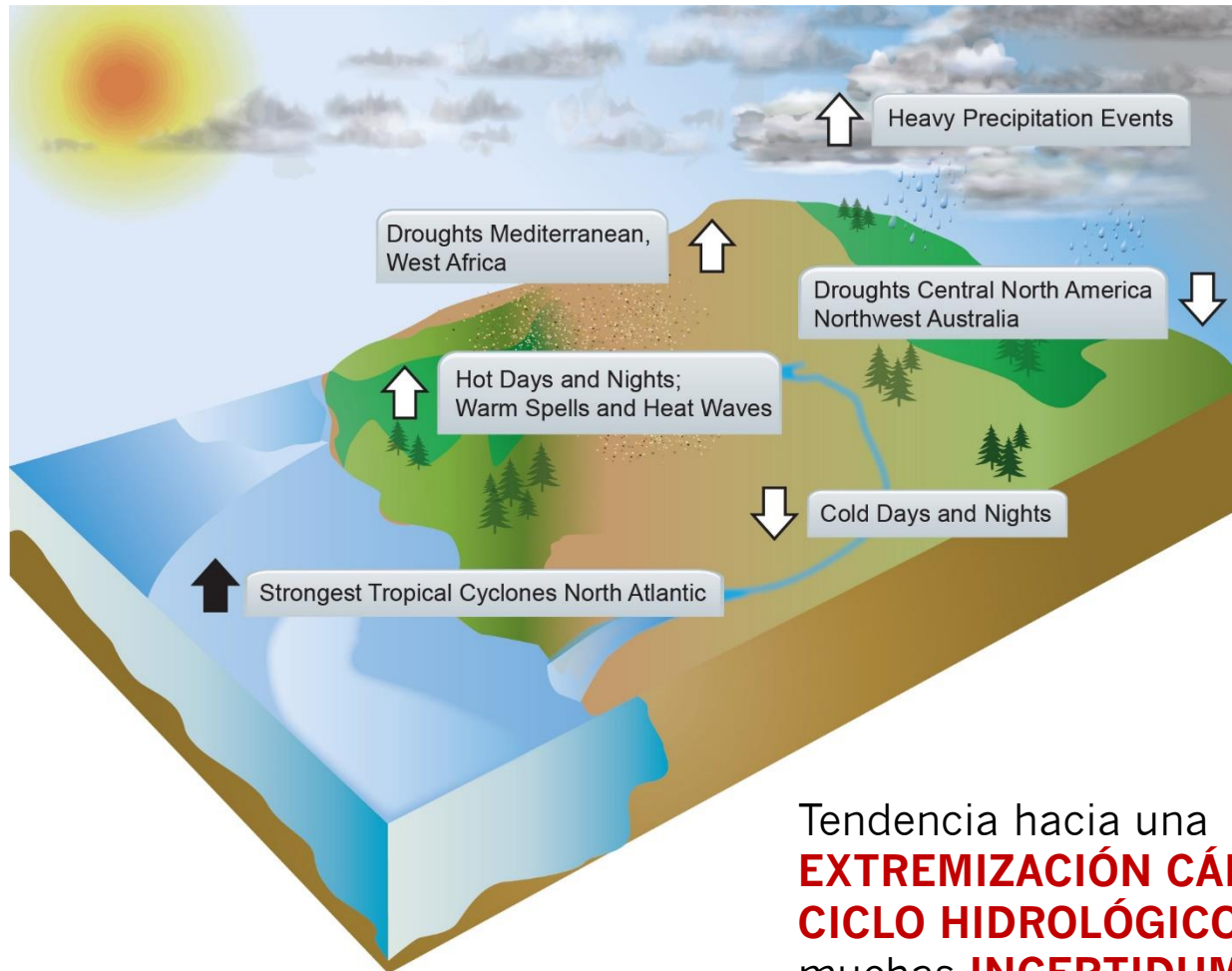


Tanto como variable o como fenómeno, es necesariamente **POCO FRECUENTE**, i.e. requiere de **SERIES MUY LARGAS** (o agregadas) → Tratamiento estadístico **DIFÍCIL**



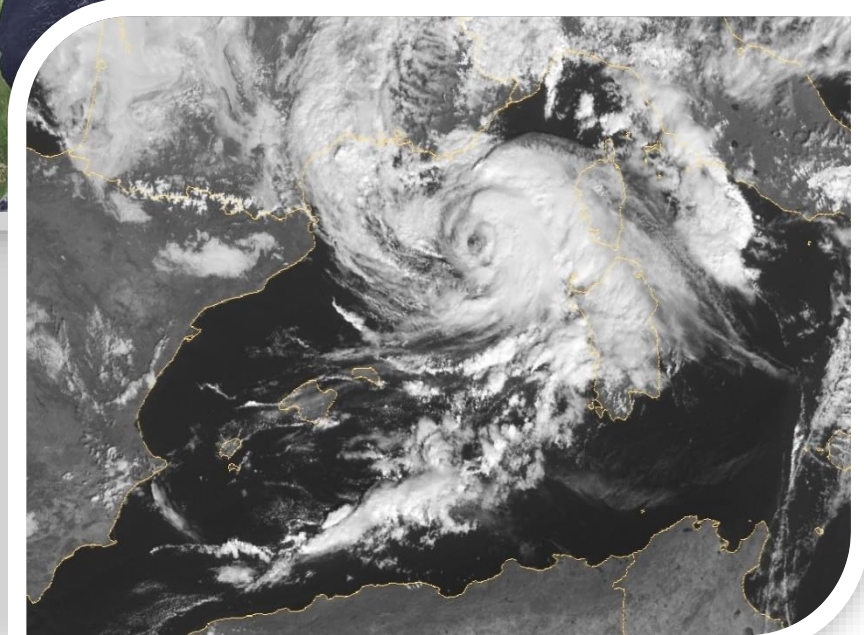
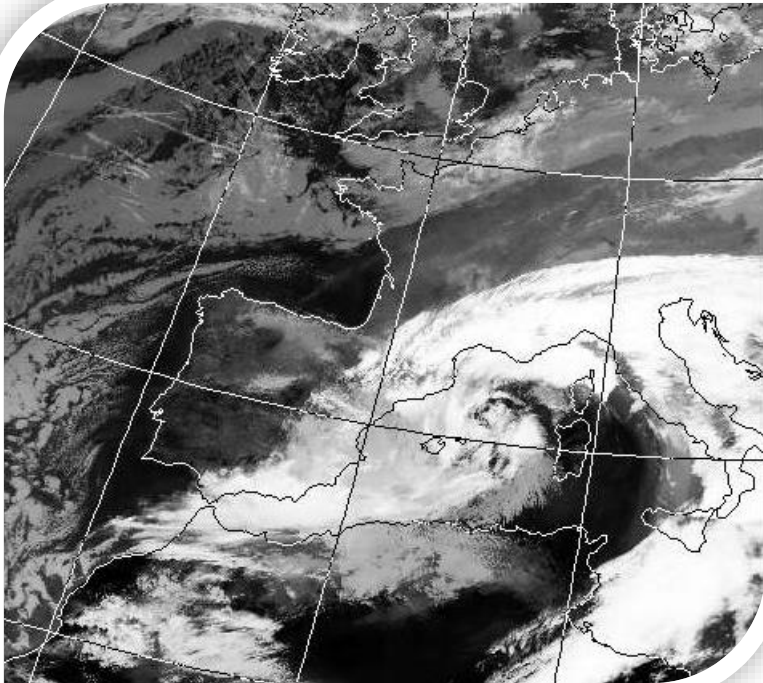
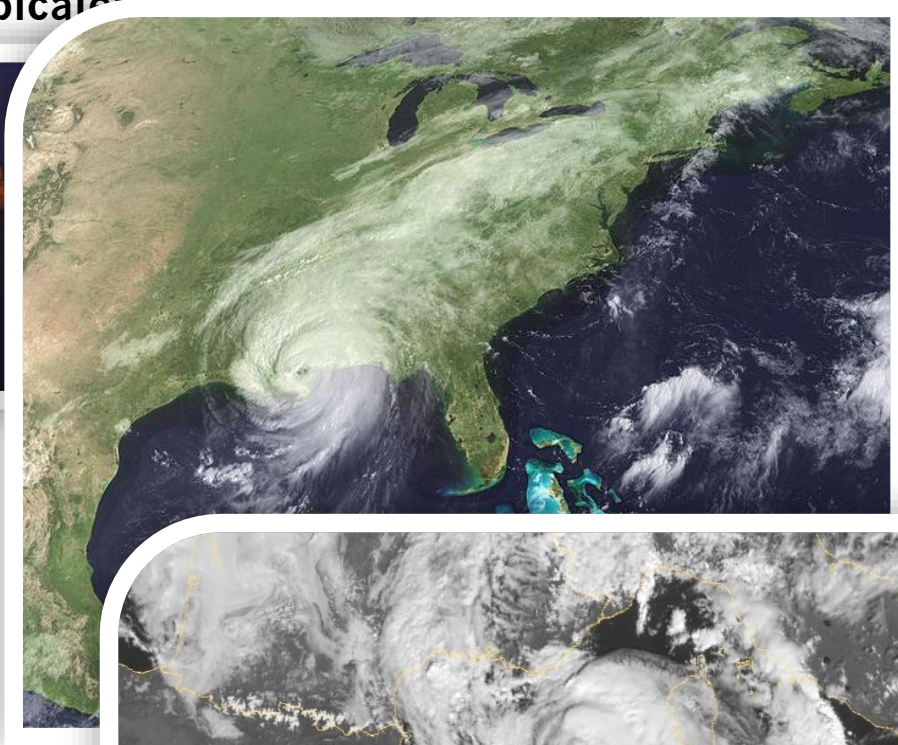




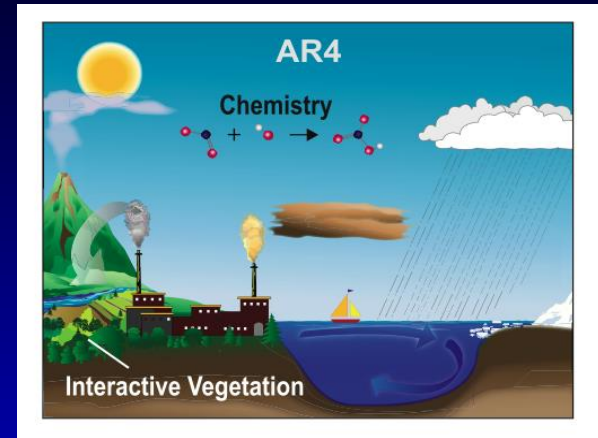
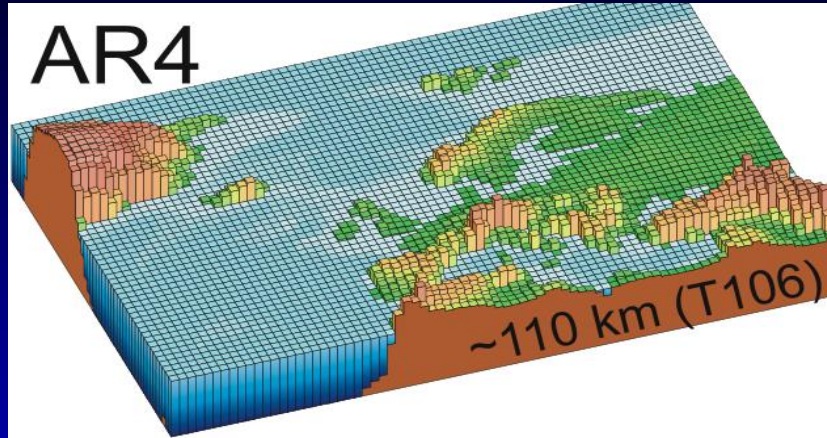


Tendencia hacia una **EXTREMIZACIÓN CÁLIDA** y del **CICLO HIDROLÓGICO**, pero con muchas **INCERTIDUMBRES** y diferencias regionales para otros indicadores

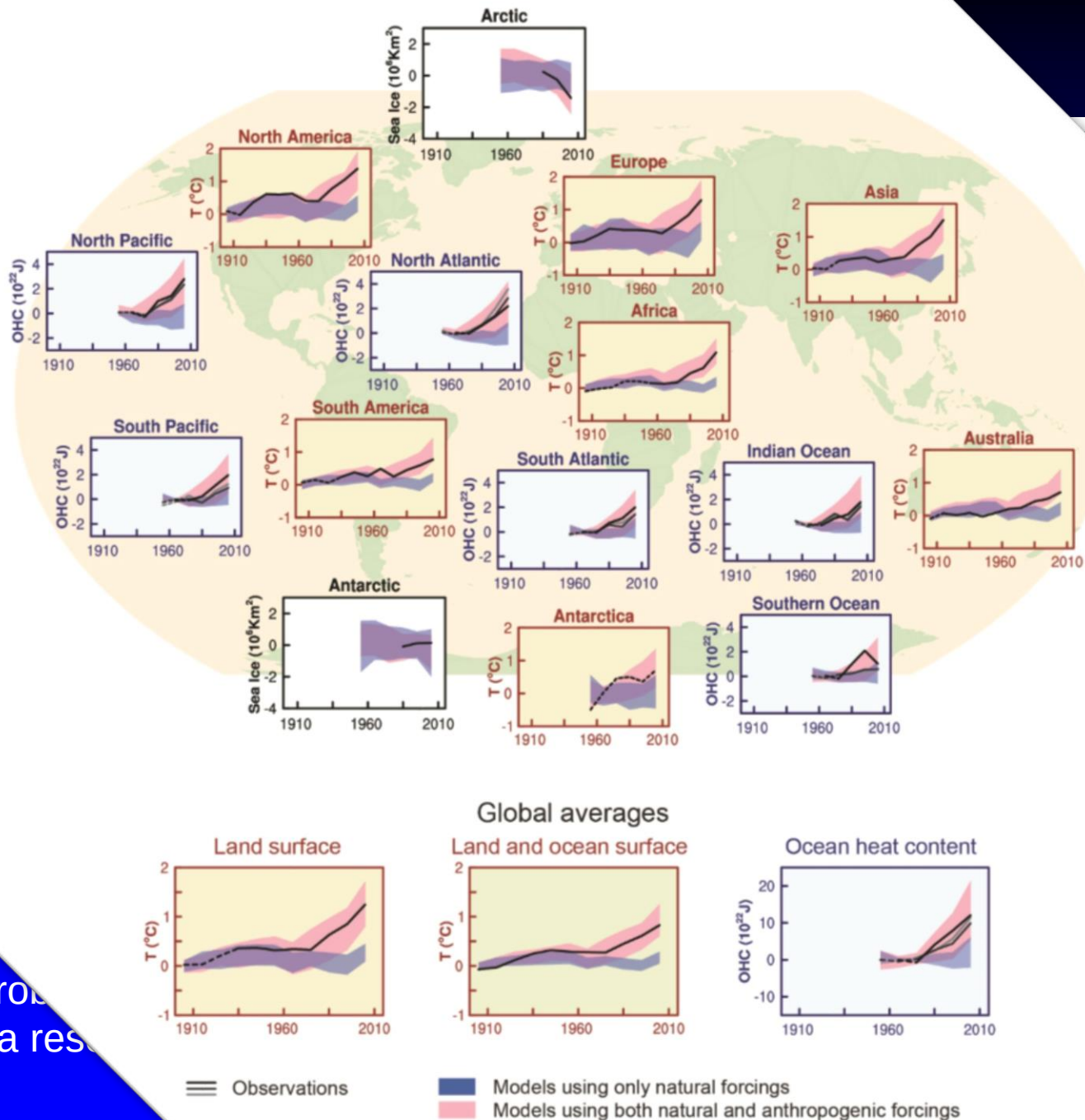
Observaciones y Proyecciones **PROBLEMÁTICAS** para **OTRAS VARIABLES** (p.e. viento) **Y FENÓMENOS** (tormentas severas, borrascas extratropicales intensas, ciclones tropicales)



GCMs



- Són la millor eina disponible per a l'estudi del canvi climàtic (p.e. Cinquè Informe AR5 de l'IPCC, 2013)
- Contenen una representació dels processos físics, químics i biològics influents així com de les seves complexes interaccions
- Realitzen simulacions de “control” del segle XX, i simulacions “futures” del segle XXI sota un ventall d'escenaris d'emissions de gasos d'efecte hivernacle i aerosols
- Tenen el problema de no capturar completament els efectes locals i regionals degut a la seva baixa resolució de càlcul (100 – 300 km) → **DOWNSCALING**



- Són la millor representació de l'IPCC, 2013
- Contenen informació com de les dècades anteriors
- Realitzen un balanç sota un ventall de possibilitats
- Tenen el propòsit de reduir la seva baixa resolució

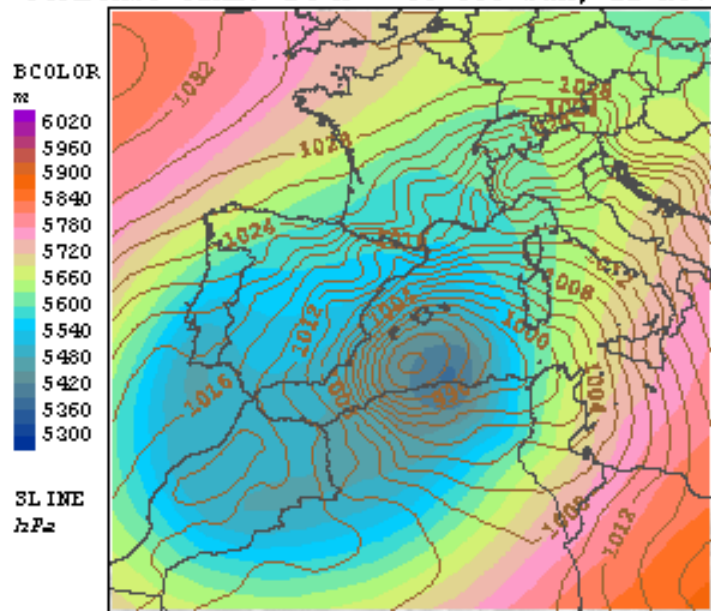
Informe AR5

dades així

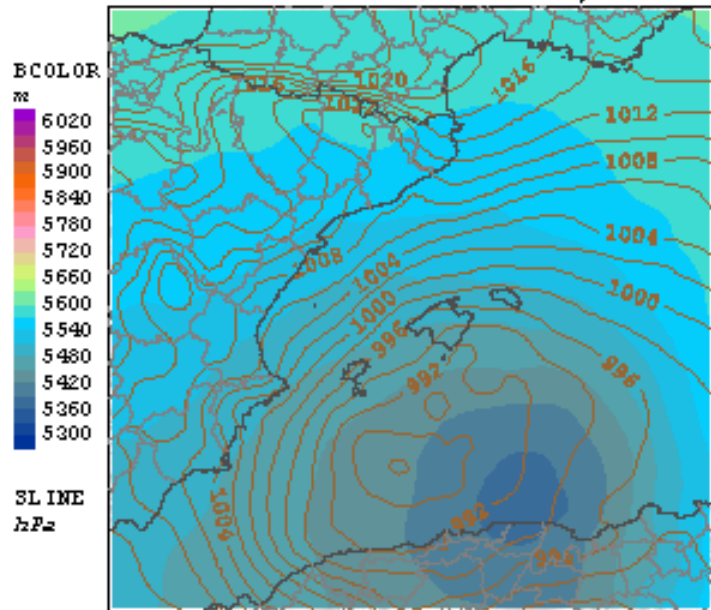
segle XXI
els

els degut a

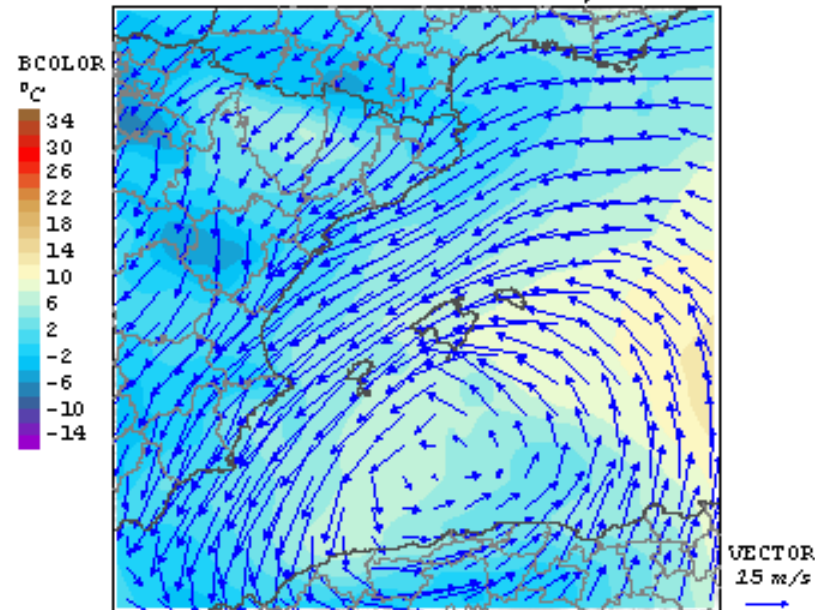
FORECAST TIME: 24 h 00 UTC Sun, 11 Nov 2001



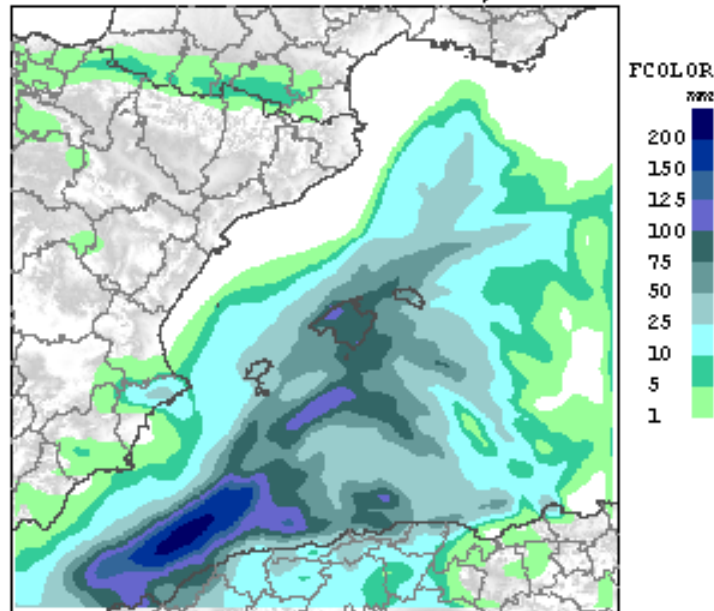
FORECAST TIME: 24 h 00 UTC Sun, 11 Nov 2001



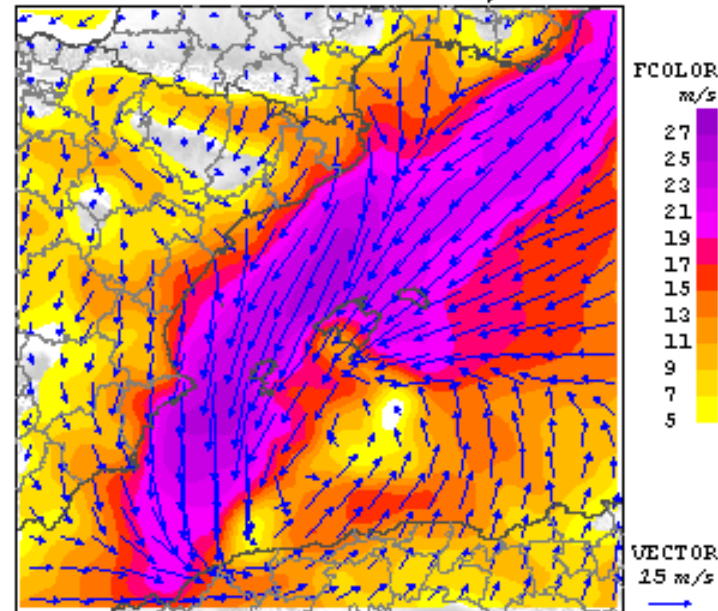
FORECAST TIME: 24 h 00 UTC Sun, 11 Nov 2001



FORECAST TIME: 24 h 00 UTC Sun, 11 Nov 2001



FORECAST TIME: 24 h 00 UTC Sun, 11 Nov 2001



- Só
de l'

- Co
com

- Re
sota

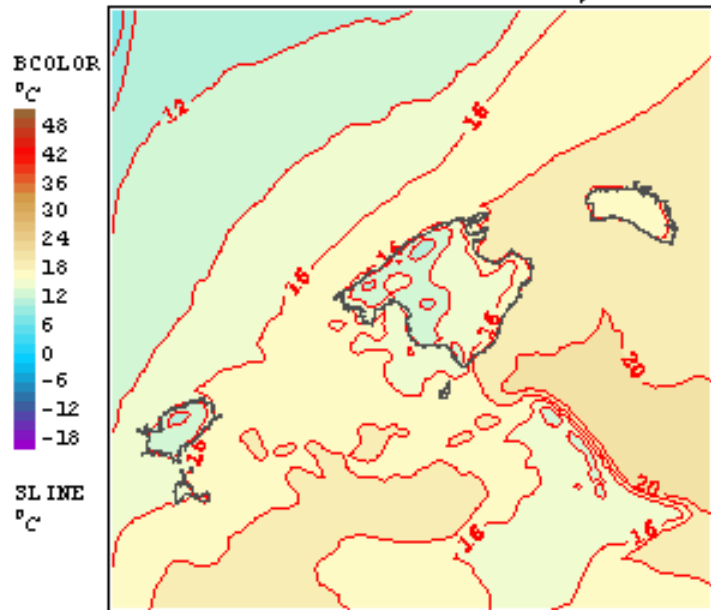
- Ter
la se

R5

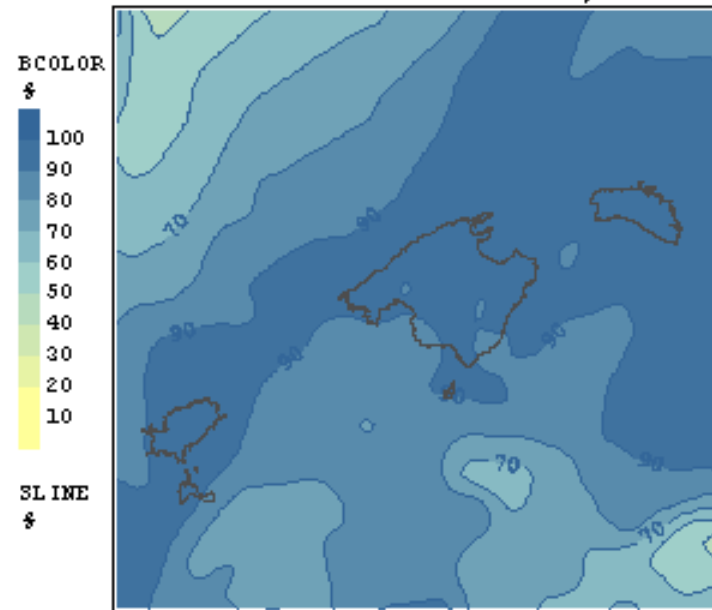
Q

a

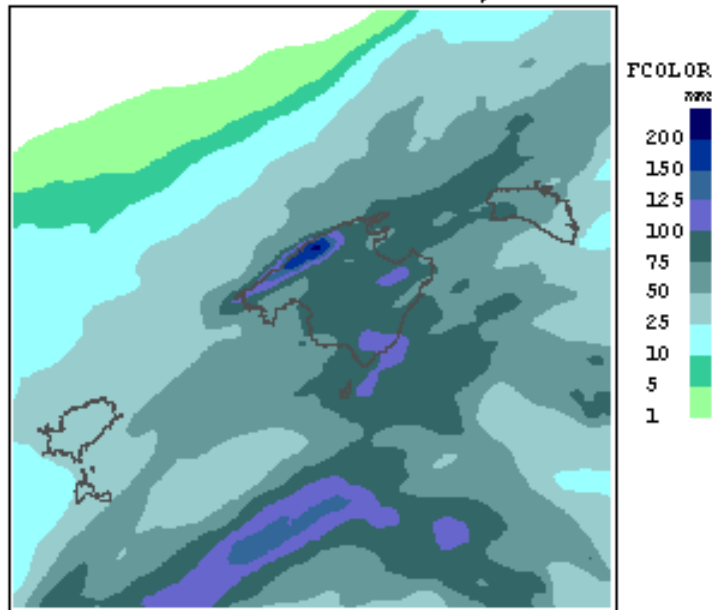
FORECAST TIME: 24 h 00 UTC Sun, 11 Nov 2001



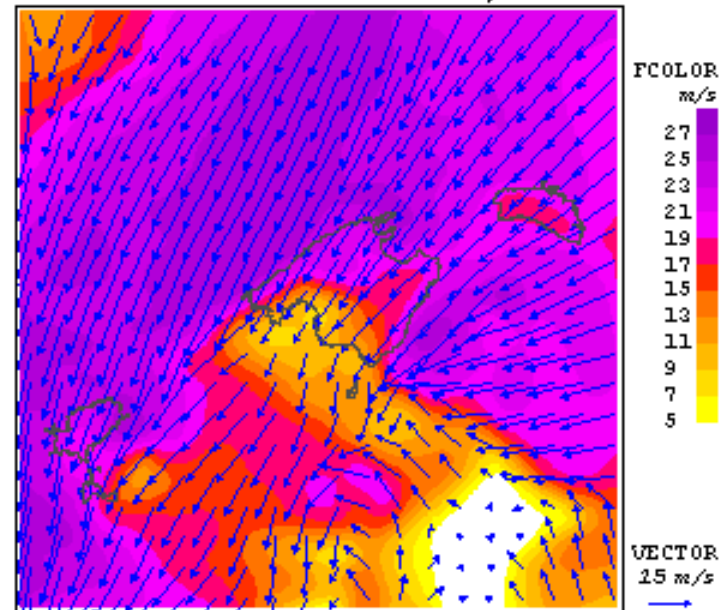
FORECAST TIME: 24 h 00 UTC Sun, 11 Nov 2001



FORECAST TIME: 24 h 00 UTC Sun, 11 Nov 2001



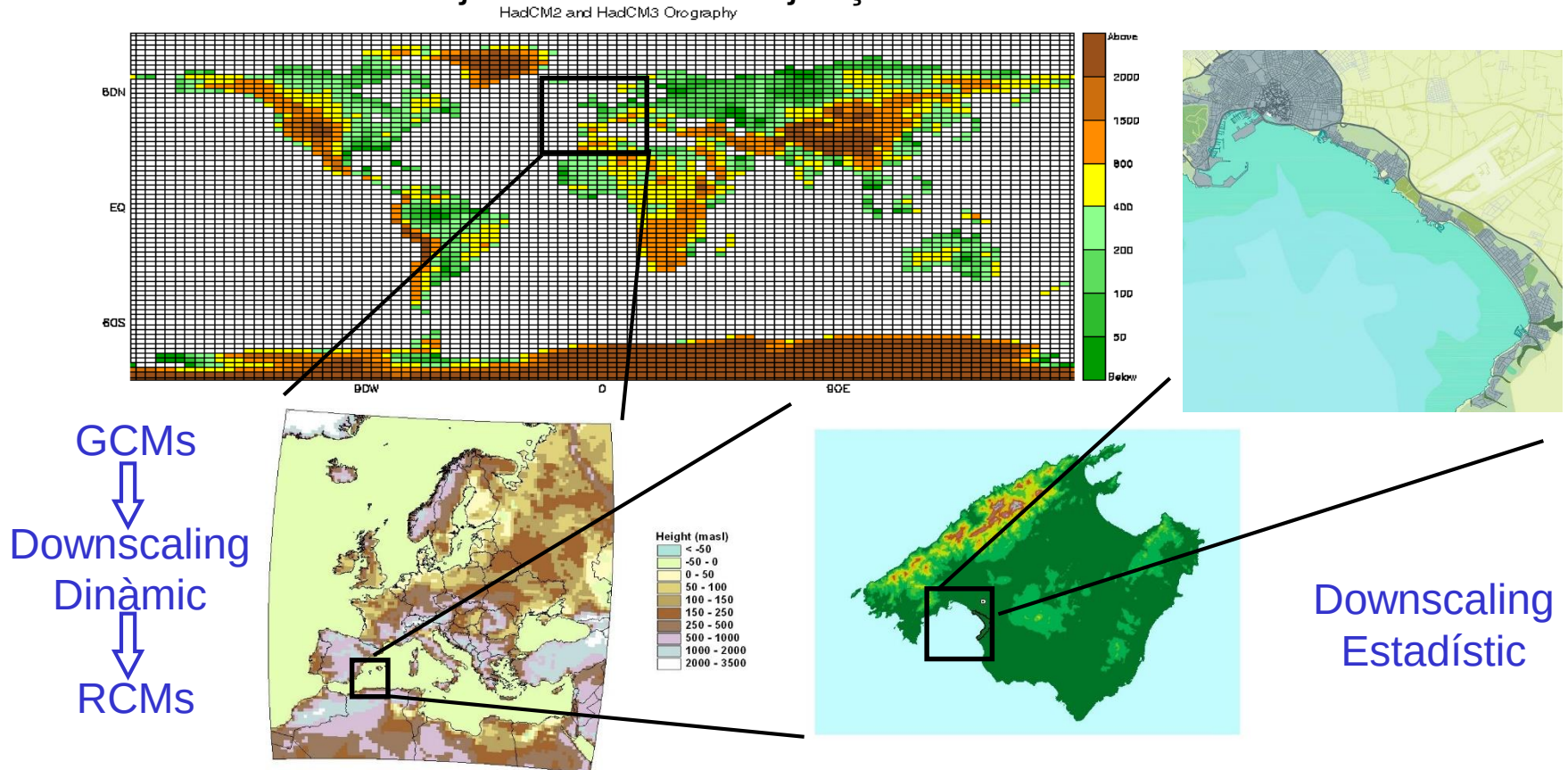
FORECAST TIME: 24 h 00 UTC Sun, 11 Nov 2001



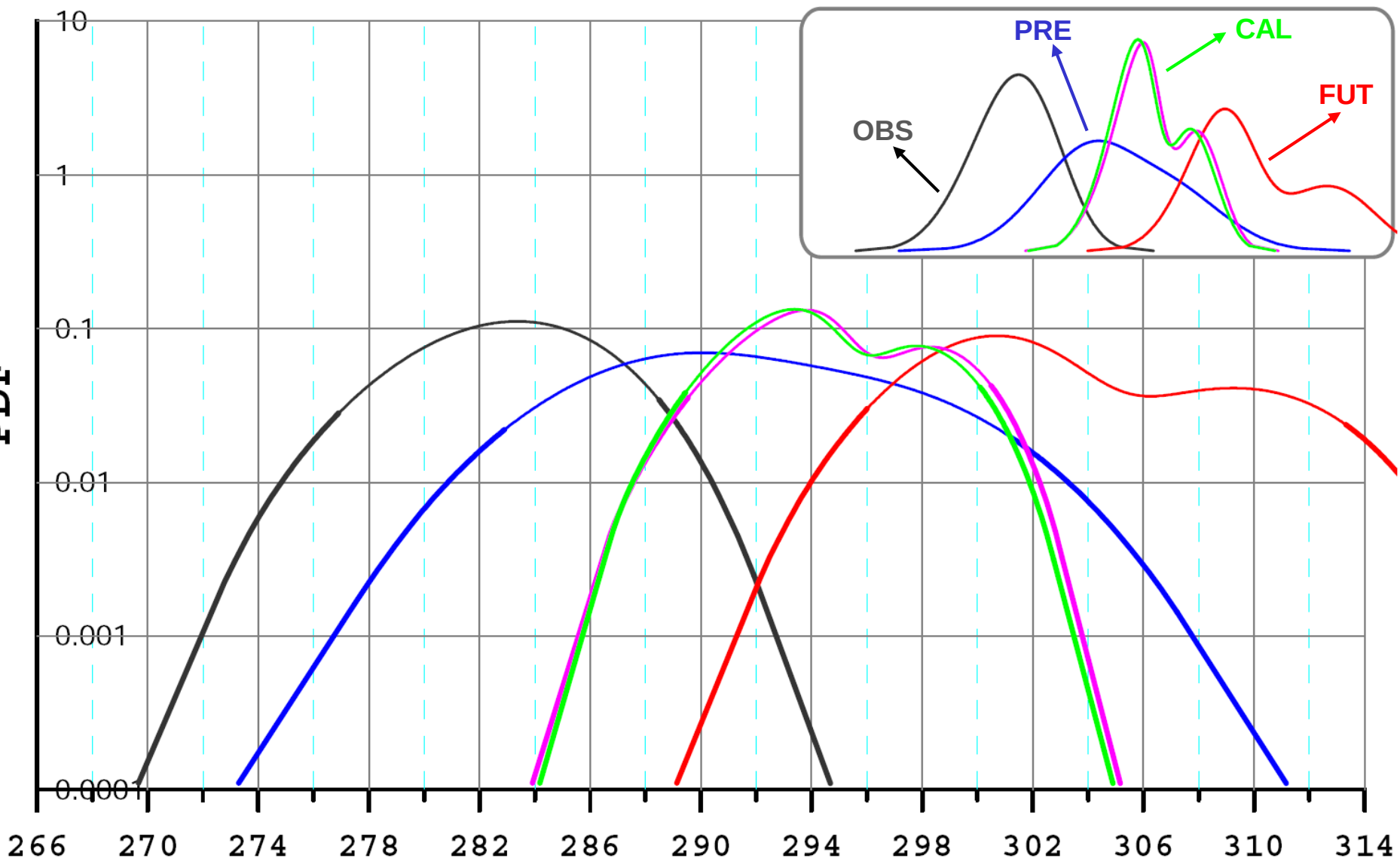
Mètode dissenyat pel Grup de Meteorologia (UIB)

- GCMs → RCMs

- **Escales regionals:** Downscaling dinàmic amb Models Climàtics Regionals (RCMs)
- **Escala local:** Ajust estadístic mitjançant la correcció dels RCMs



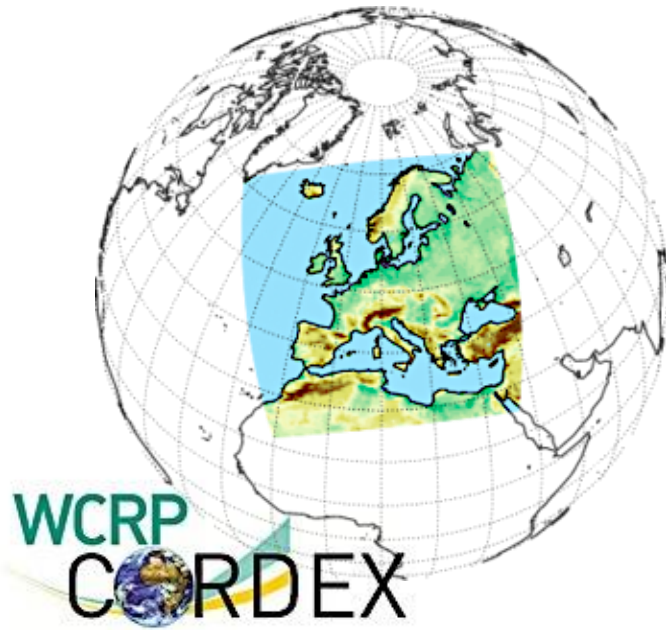
PDF



Projeccions de Temperatura i Precipitació per a Europa

Calculem els canvis (règims mitjans i **extrems**) de les PDFs futures calibrades (2021-2045; 2046-2070; **2071-2095**) respecte d'un passat recent observat (1981-2005)

Escenaris futurs d'emissions
rcp4.5 i **rcp8.5**



Driving GCM	RCM	Institute
CNRM-CM5-LR	CCLM4-8-17	CLMcom
EC-EARTH	CCLM4-8-17	CLMcom
HadGEM2-ES	CCLM4-8-17	CLMcom
MPI-ESM-LR	CCLM4-8-17	CLMcom
EC-EARTH	RACMO22E	KNMI
HadGEM2-ES	RACMO22E	KNMI
EC-EARTH	HIRHAM5	DMI
NorESM1-M	HIRHAM5	DMI
CNRM-CM5	ALADIN53	CNRM
CNRM-CM5	RCA4	SMHI
EC-EARTH	RCA4	SMHI
HadGEM2-ES	RCA4	SMHI
MPI-ESM-LR	RCA4	SMHI
IPSL-CM5A-MR	RCA4	SMHI

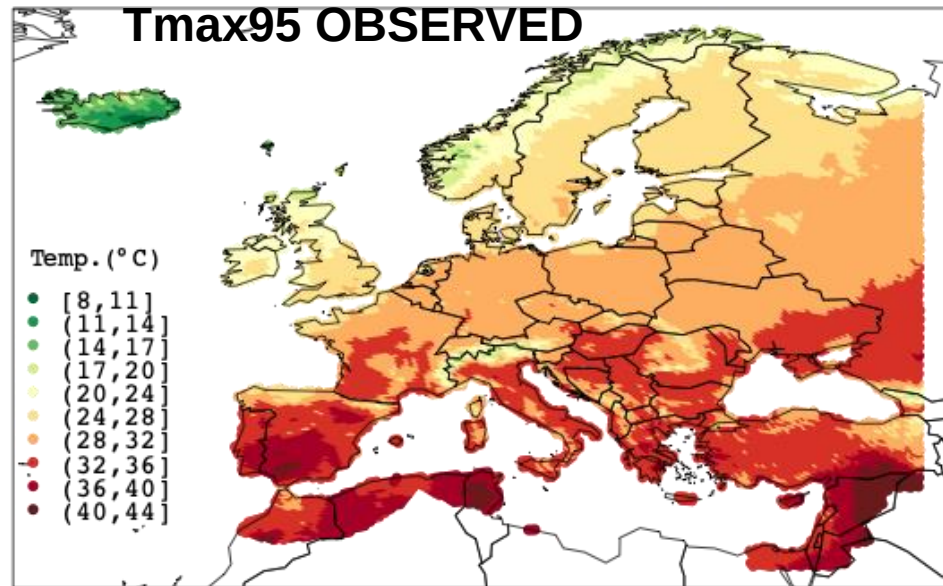
EXTREMOS DE TEMPERATURA

Table 1: Extreme temperature index definitions

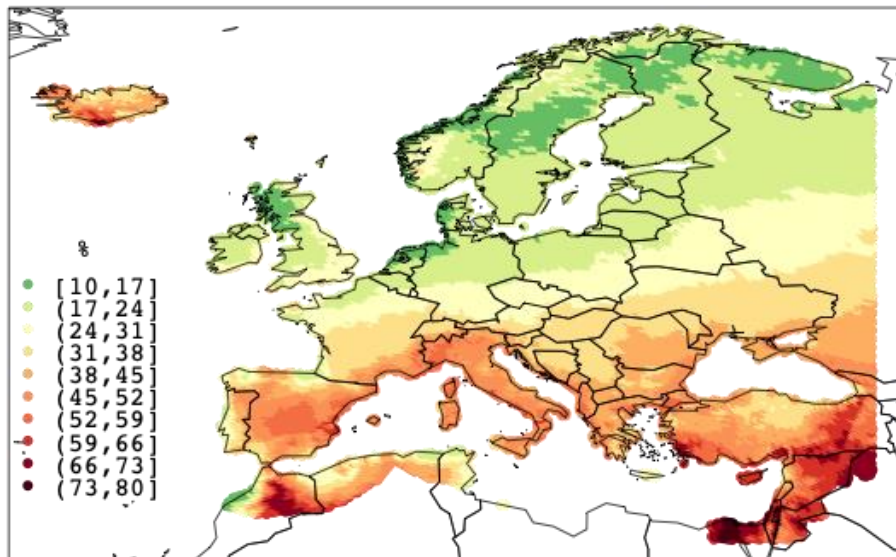
Name	Definition	Units
Warm days	Seasonal count when daily max temperature $>$ 95th percentile in summer	day
Heat wave	Episode of at least three consecutive days with daily mean temperature $>$ 90th percentile in summer	–
Heat wave amplitude	Accumulated heat stress exceedance for all days under heat wave conditions in a given time interval	$^{\circ}\text{C-day}$
Cold nights	Seasonal count when daily min temperature $<$ 5th percentile in winter	day
Cold spell	Episode of at least three consecutive days with daily mean temperature $<$ 10th percentile in winter	–
Cold spell amplitude	Accumulated cold stress exceedance for all days under cold spell conditions in a given time interval	$^{\circ}\text{C-day}$

DÍAS CÁLIDOS

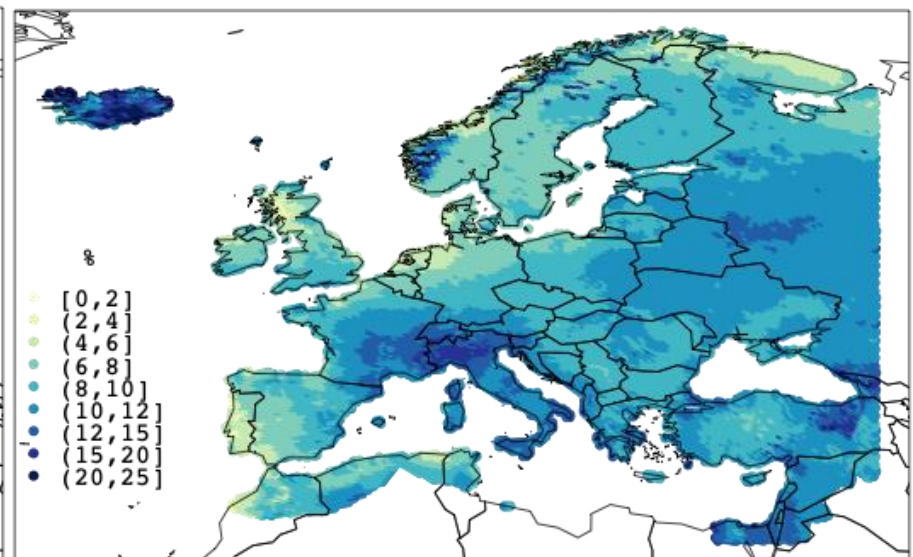
Total estacional en que
temperatura max diaria
> percentil 95th (Tmax95)
del verano



FUTURE MULTI-MODEL MEAN

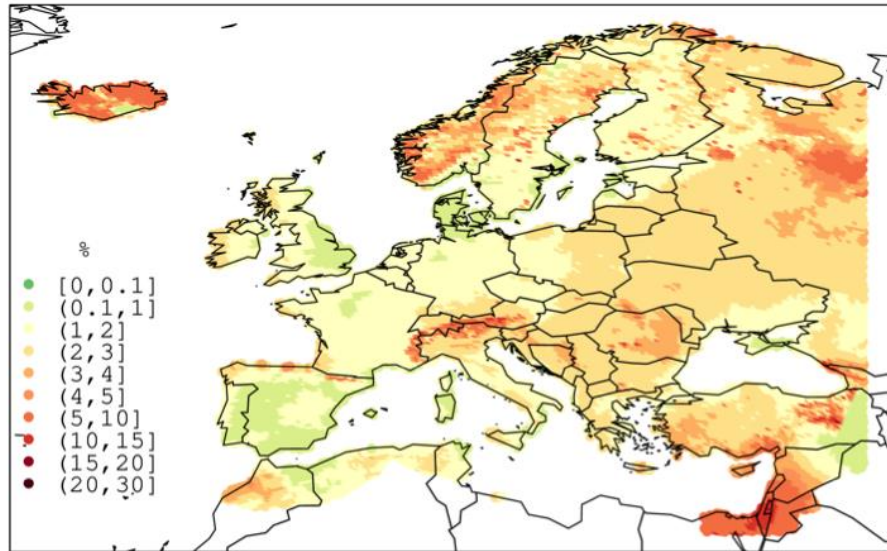


SD (FUTURE MULTI-MODEL MEAN)



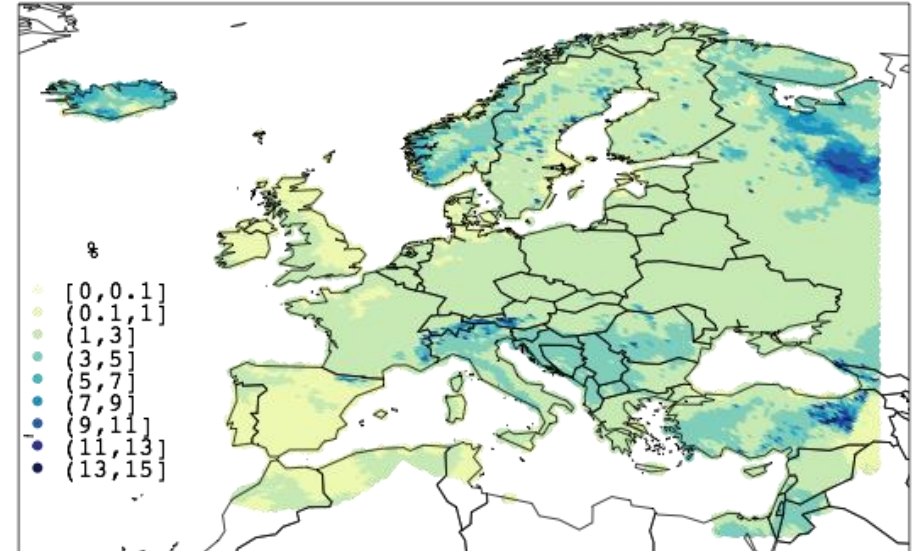
DÍAS CÁLDOS

FUTURE MULTI-MODEL MEAN

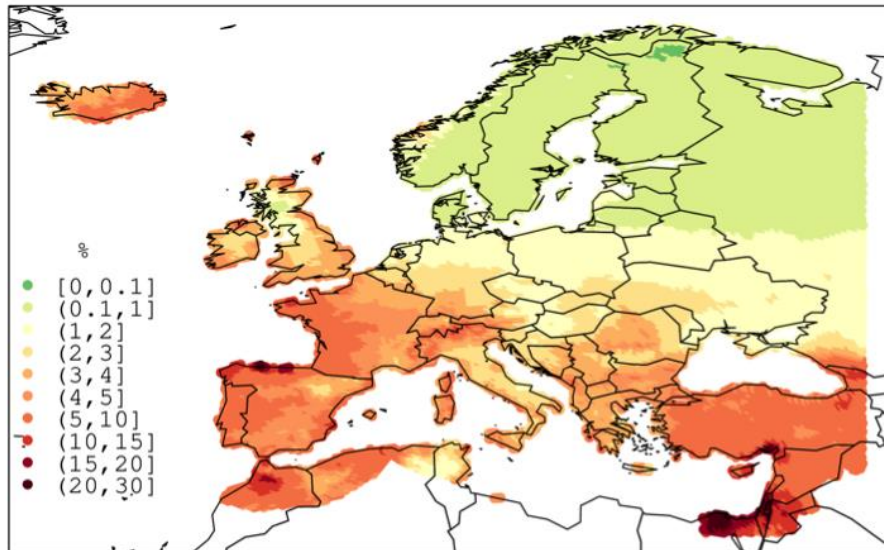


PRIMAVERA

SD (FUTURE MULTI-MODEL MEAN)

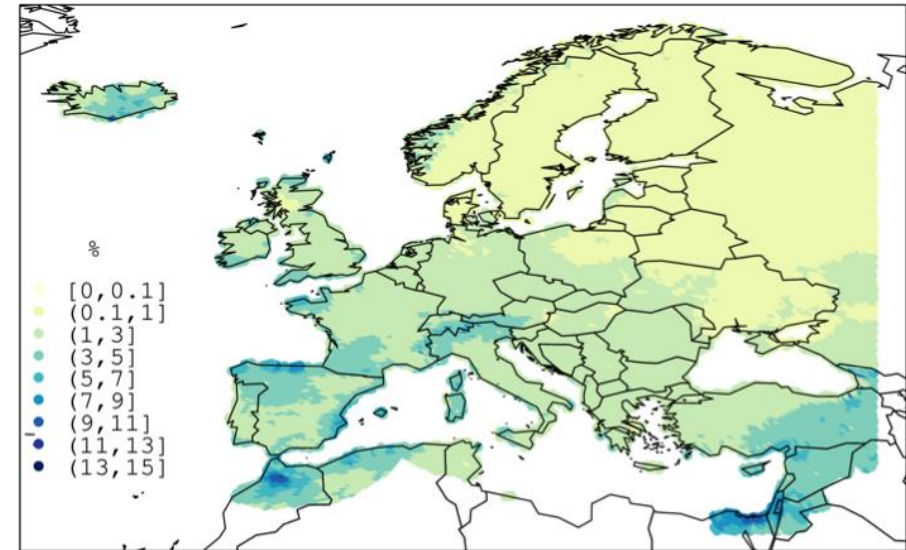


FUTURE MULTI-MODEL MEAN



OTOÑO

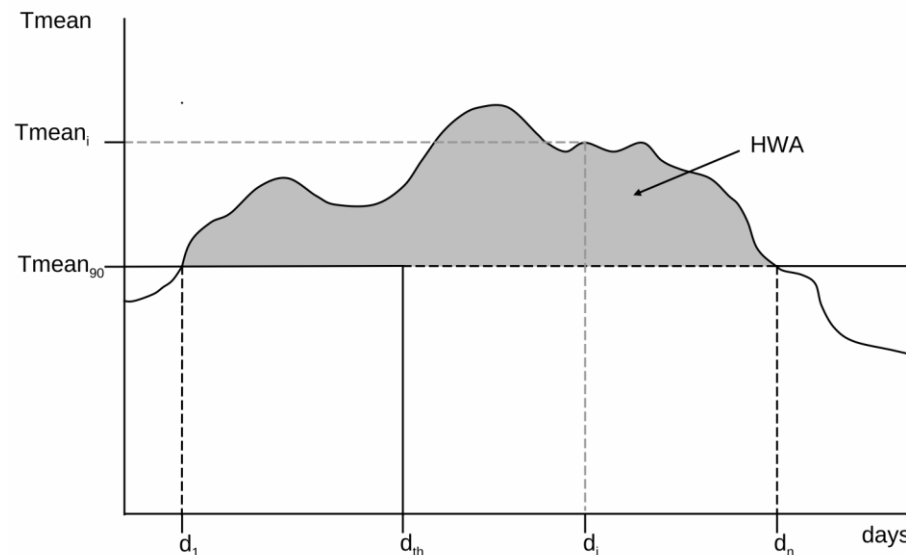
SD (FUTURE MULTI-MODEL MEAN)



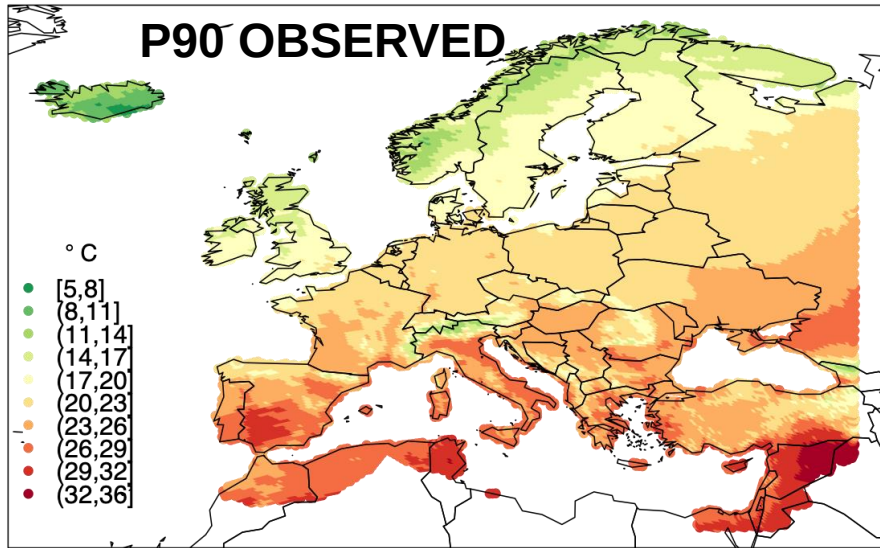
OLA DE CALOR

Episodio de al menos **3 días consecutivos** con la **temperatura media** diaria $>$ percentil 90th (**Tmean90**) de las temperaturas medias diarias observadas en **VERANO**

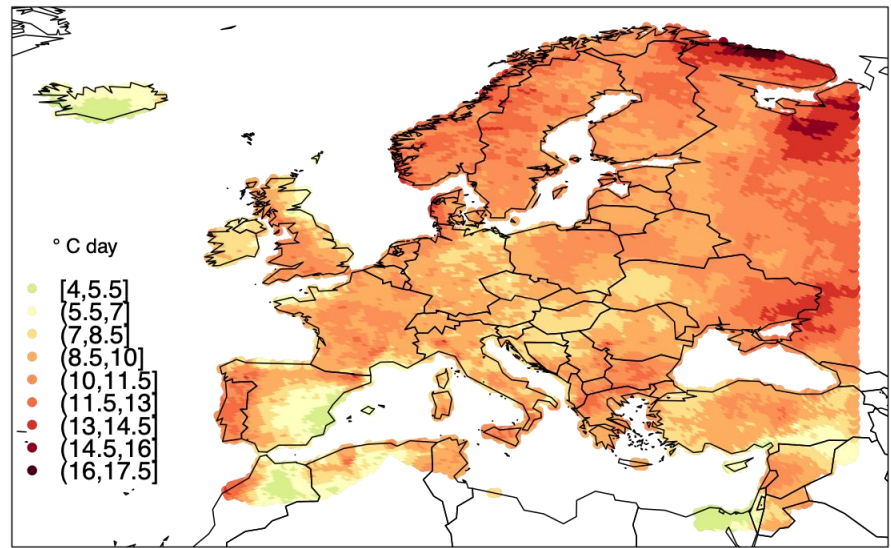
AMPLITUD DE LA OLA DE CALOR (HWA, °C-día)



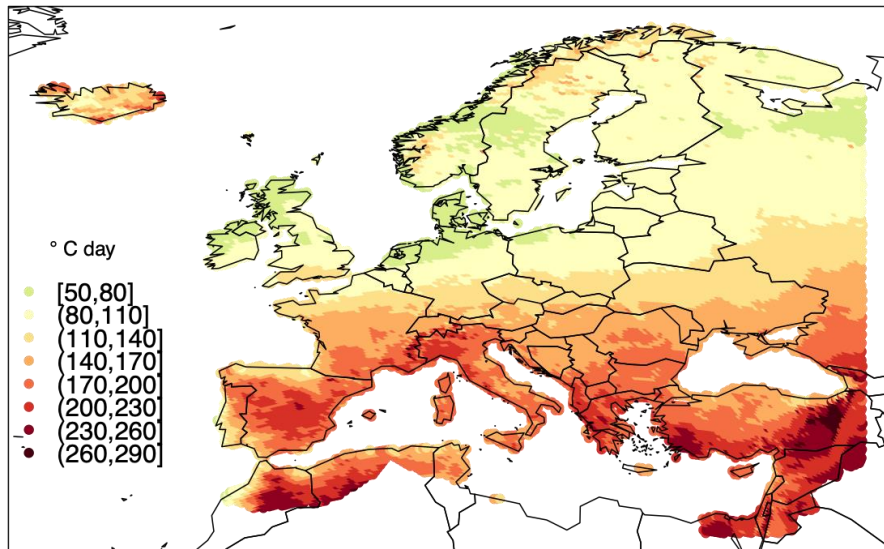
OLAS DE CALOR (HWA)



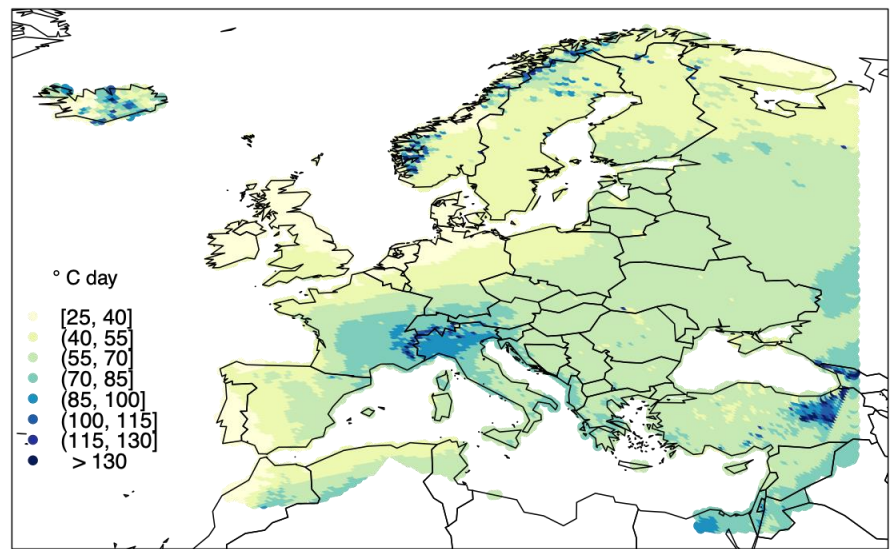
VERANO



FUTURE MULTI-MODEL MEAN CHANGE

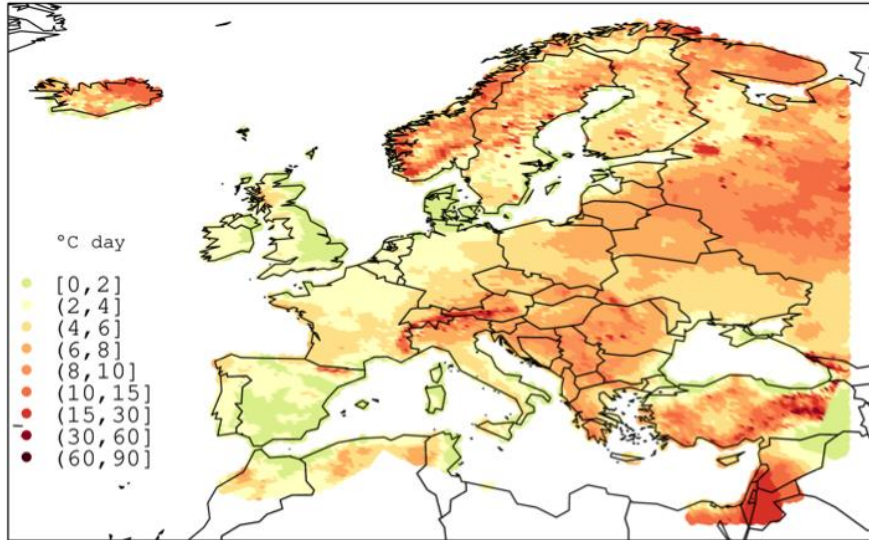


SD (FUTURE MULTI-MODEL MEAN CHANGE)



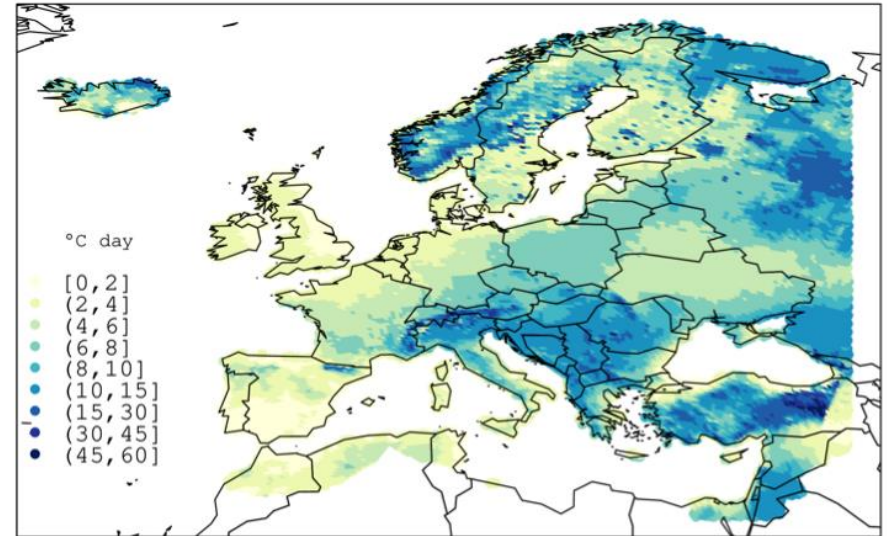
OLAS DE CALOR

FUTURE MULTI-MODEL MEAN CHANGE



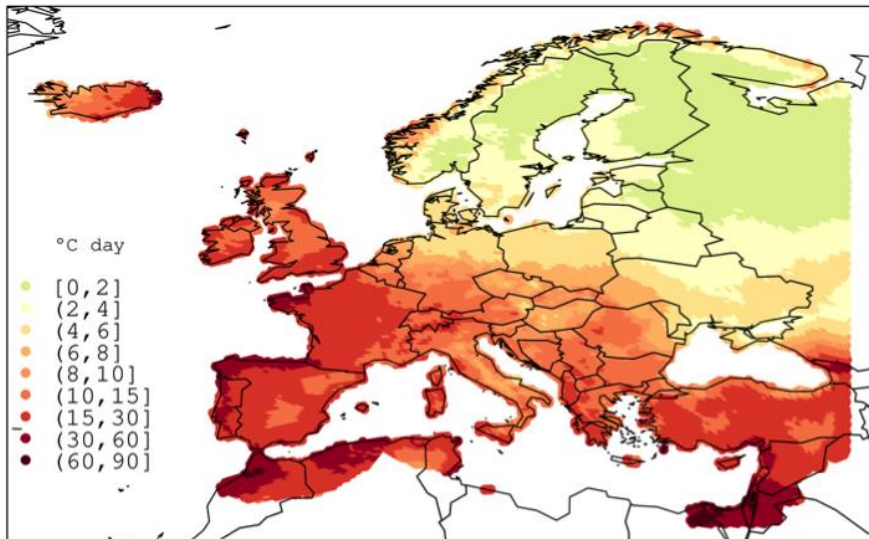
PRIMAVERA

SD (FUTURE MULTI-MODEL MEAN CHANGE)

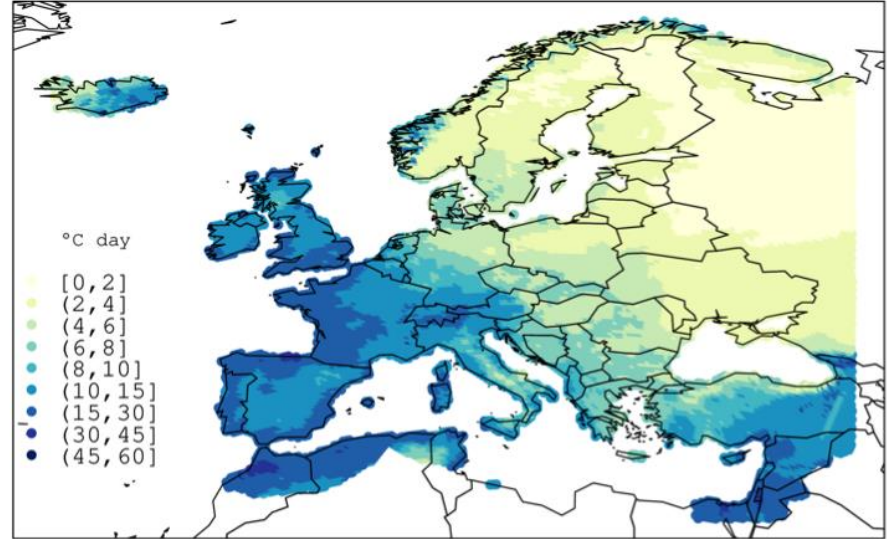


OTOÑO

FUTURE MULTI-MODEL MEAN CHANGE

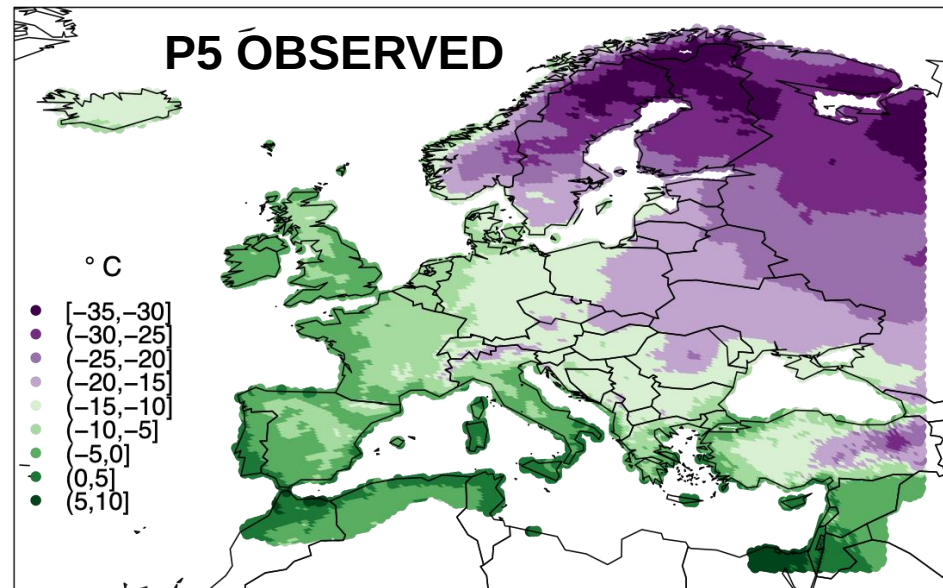


SD (FUTURE MULTI-MODEL MEAN CHANGE)

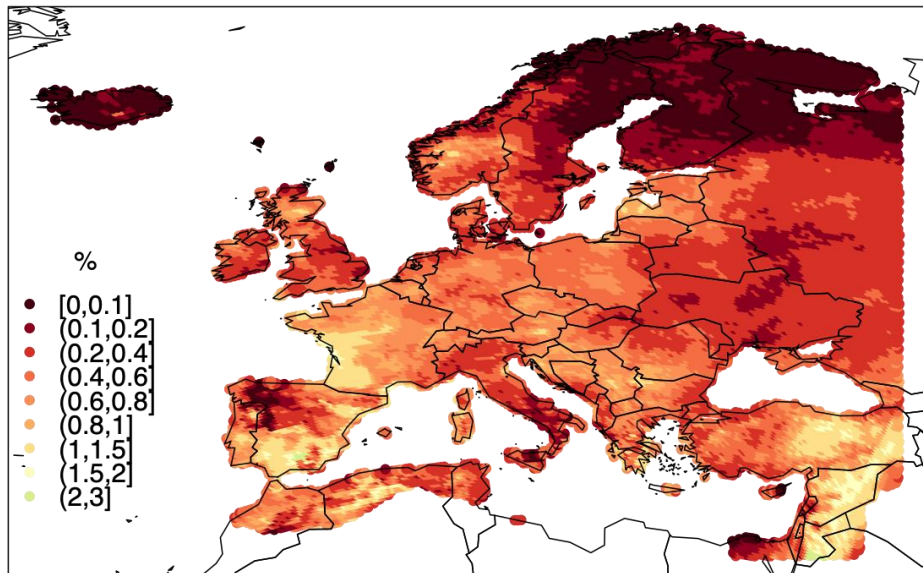


NOCHES FRÍAS

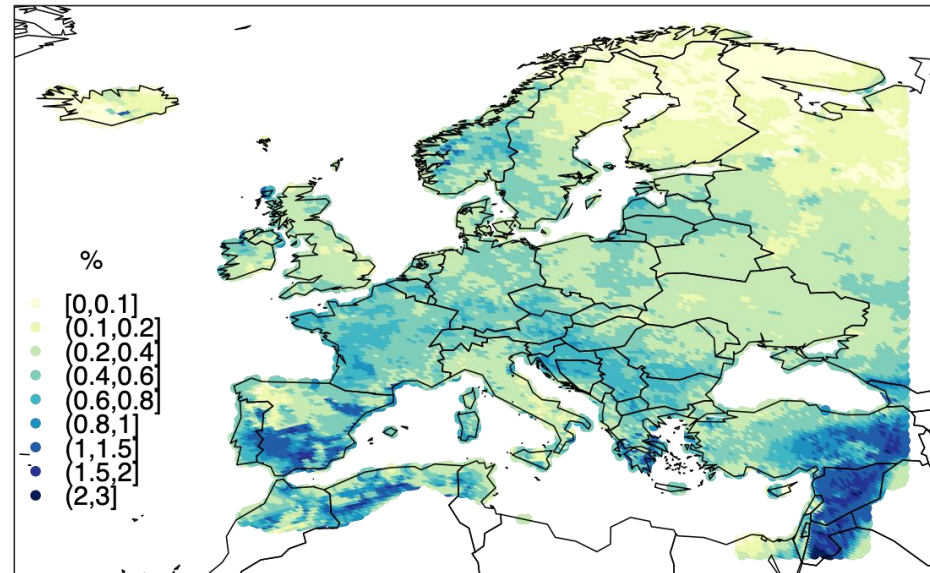
Total estacional en que
temperatura min diaria
< percentil 5th (Tmin5)
del invierno



FUTURE MULTI-MODEL MEAN



SD (FUTURE MULTI-MODEL MEAN)



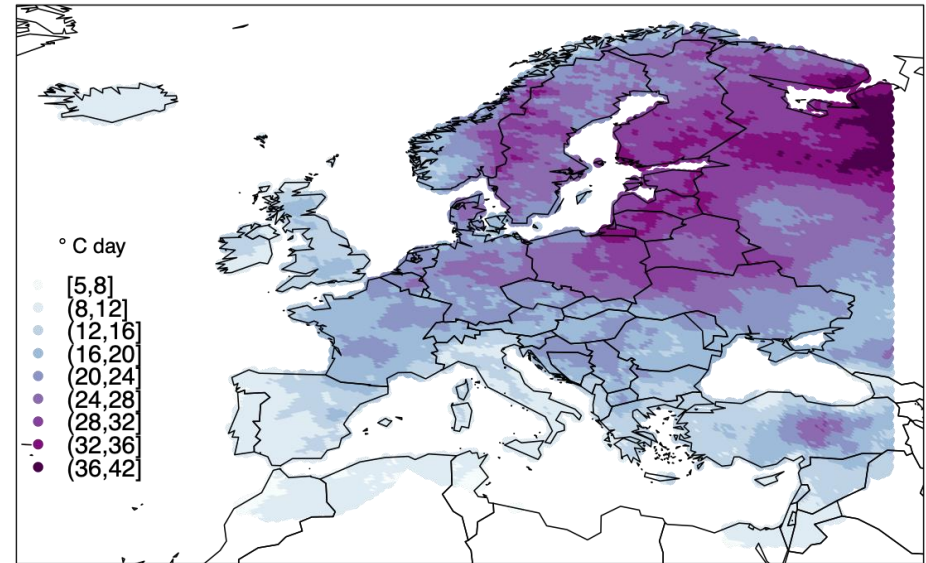
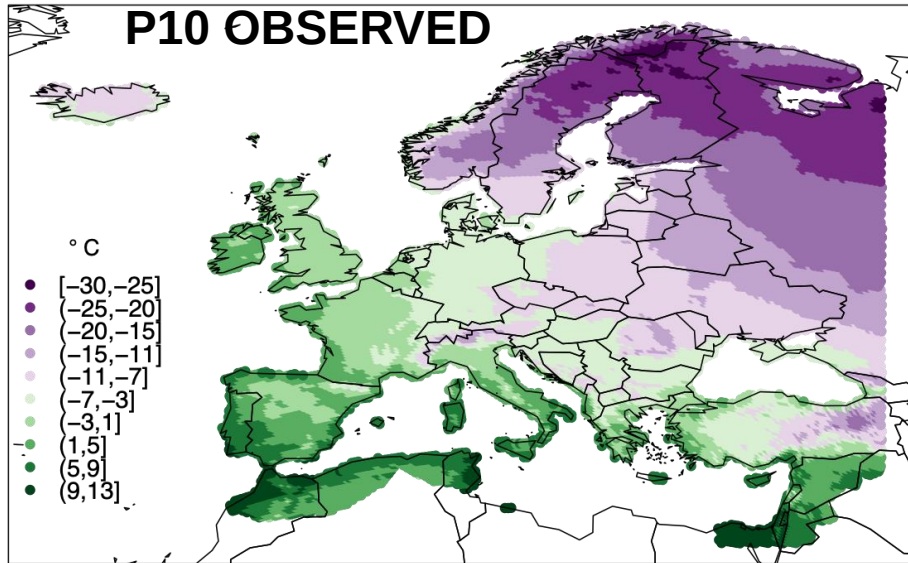
OLA DE FRÍO

Episodio de al menos **3 días consecutivos** con la **temperatura media** diaria < percentil 10th (**Tmean10**) de las temperaturas medias diarias observadas en **INVIERNO**

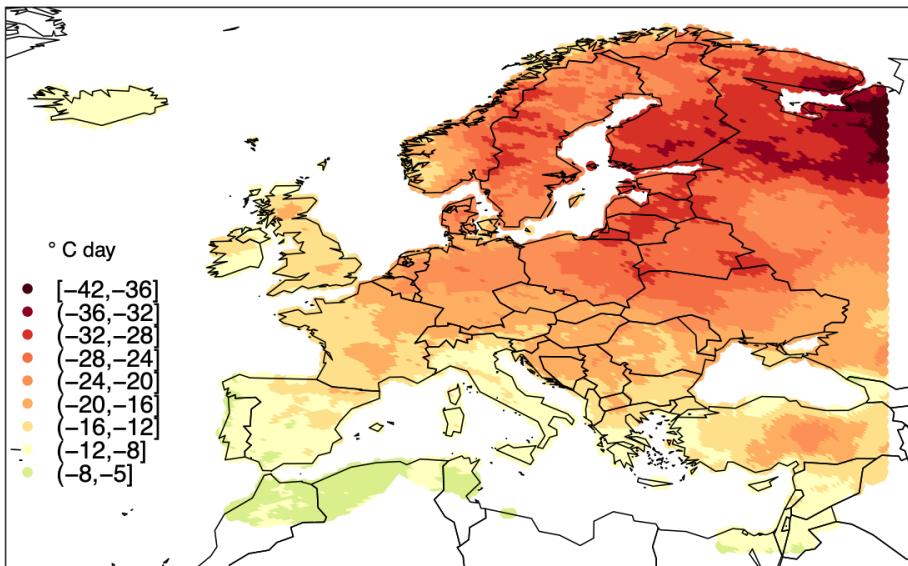
AMPLITUD DE LA OLA DE FRÍO (CSA, °C-día)

OLAS DE FRÍO (CSA)

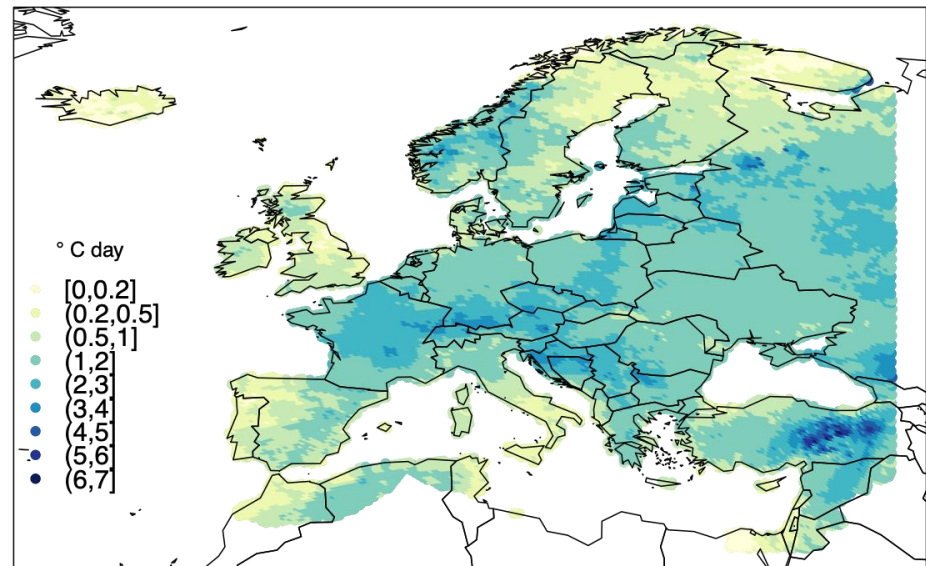
INVIERNO



FUTURE MULTI-MODEL MEAN CHANGE



SD (FUTURE MULTI-MODEL MEAN CHANGE)



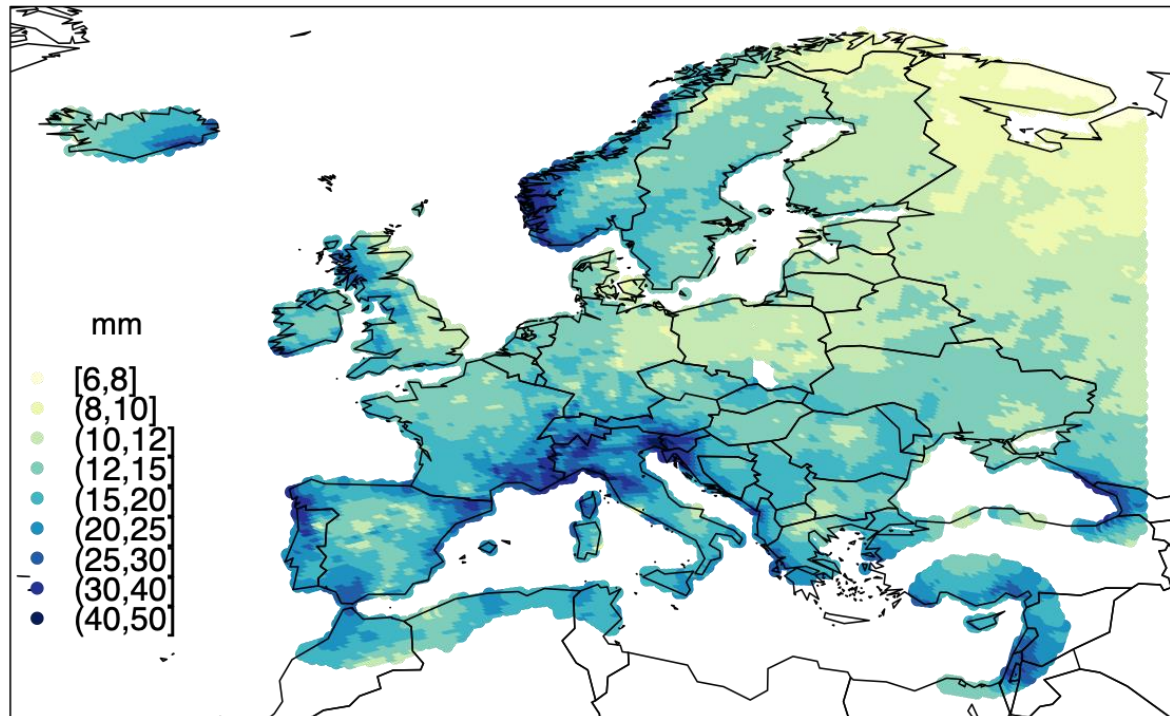
EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN

Table 2: Extreme precipitation index definitions

Name	Definition	Units
Heavy precipitation days	Seasonal count when daily precipitation $>$ annual 95th percentile	day
Heavy precipitation episode	Episode of at least two consecutive days with daily precipitation $>$ annual 95th percentile	–
Heavy precipitation amplitude	Accumulated rainfall stress exceedance for all heavy precipitation days	mm-day
Dry days	Annual and seasonal count when daily precipitation $<$ 0.1 mm	day
Dry spell	Episode of at least three consecutive days with daily precipitation $<$ 0.1 mm	–
Drought	Dry spell of length $>$ 95th length percentile of all identified dry spells in the present climate	–

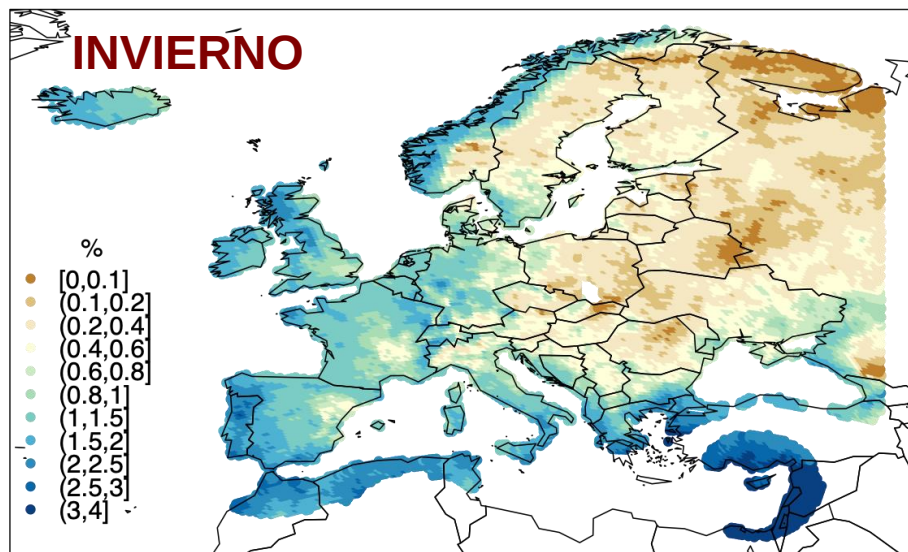
DÍAS DE PRECIPITACIÓN INTENSA

Total estacional en que
precipitación acumulada diaria
> percentil 95th anual (Precip95)
(solo días con precip ≥ 0.1 mm)

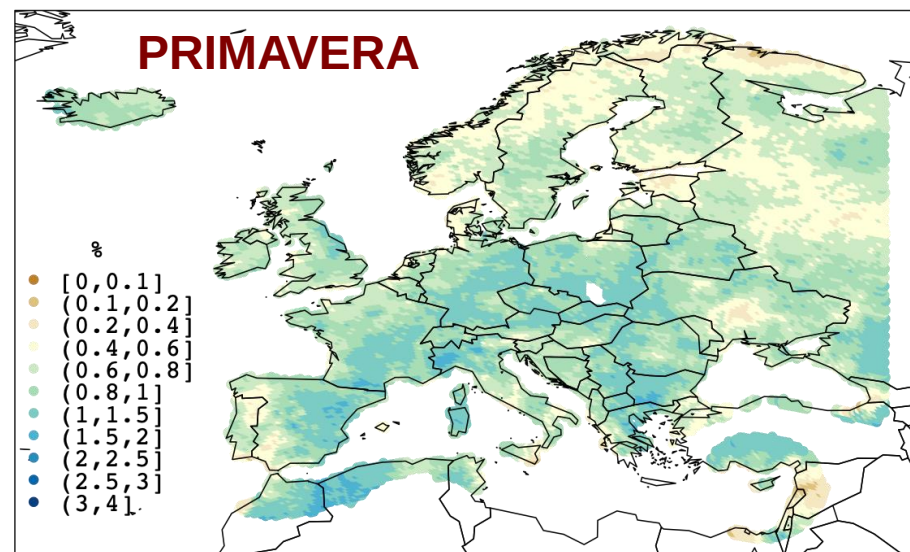


DÍAS DE PRECIPITACIÓN INTENSA

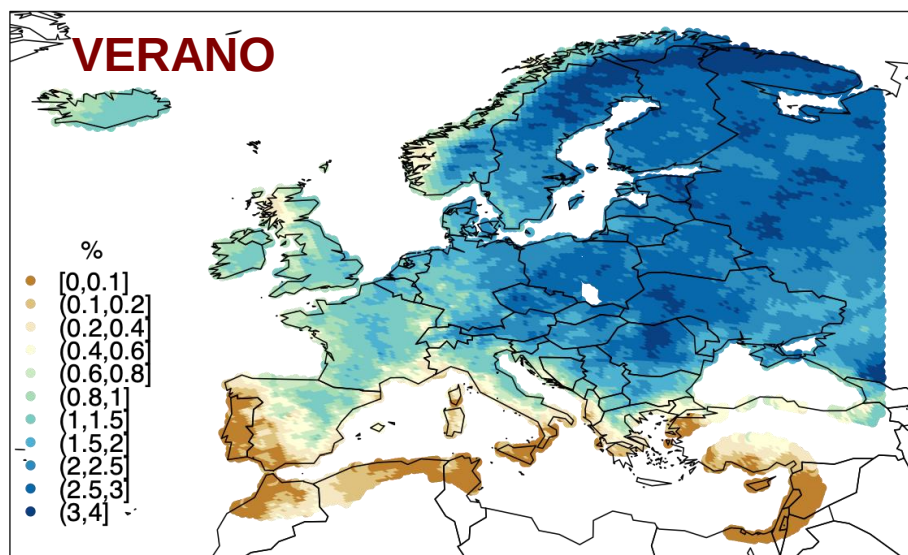
INVIERNO



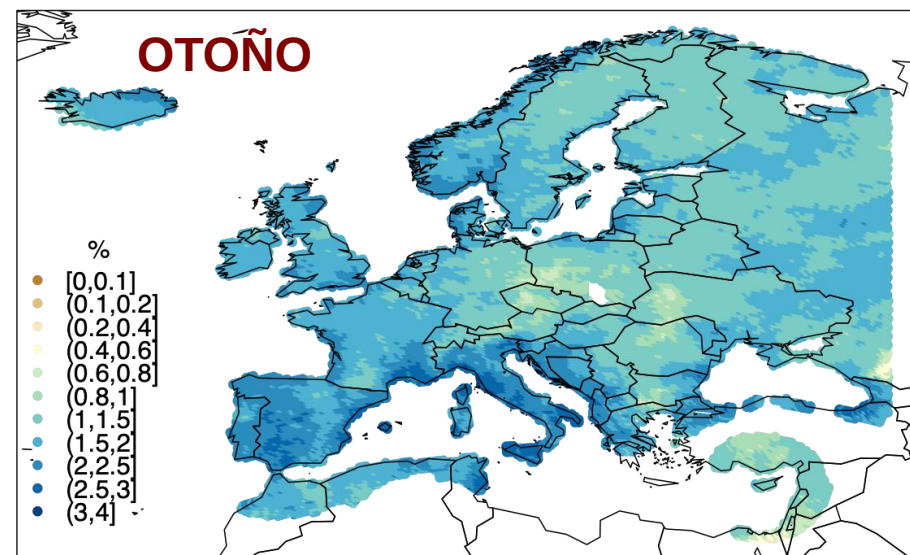
PRIMAVERA



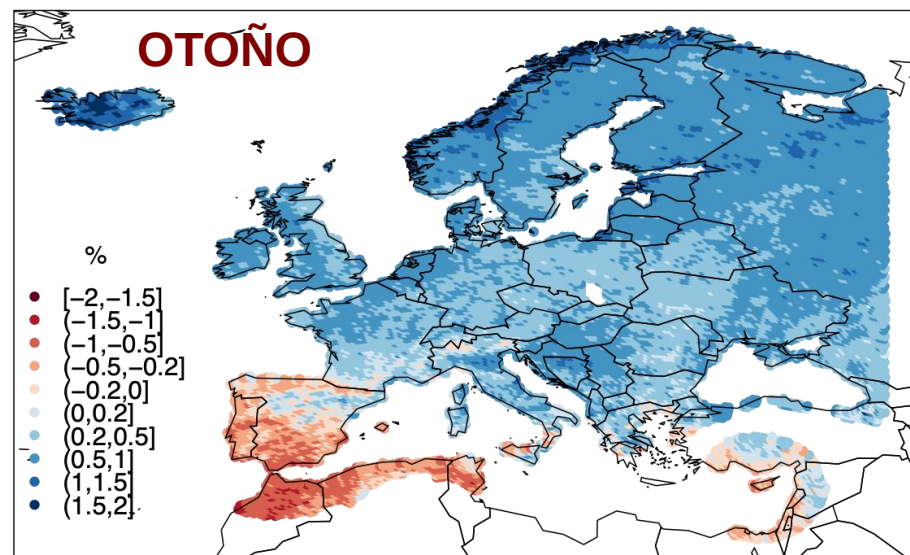
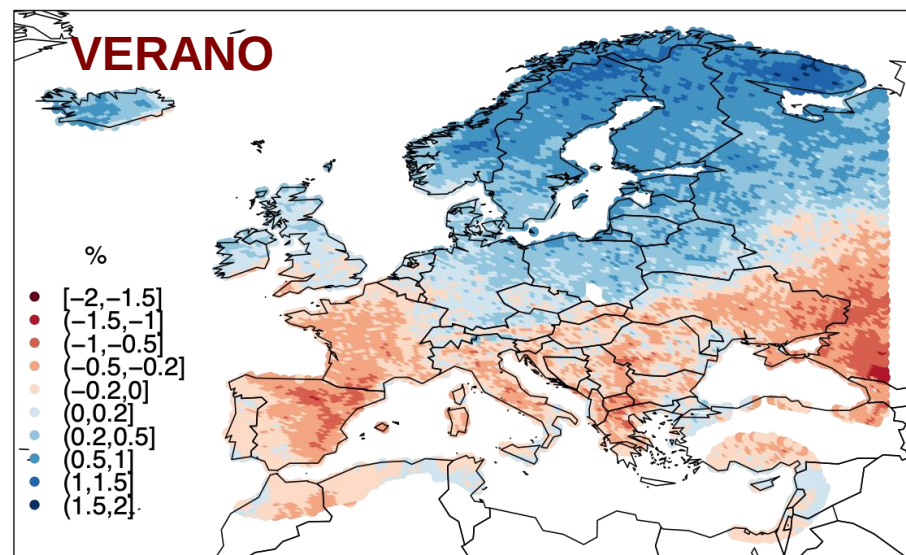
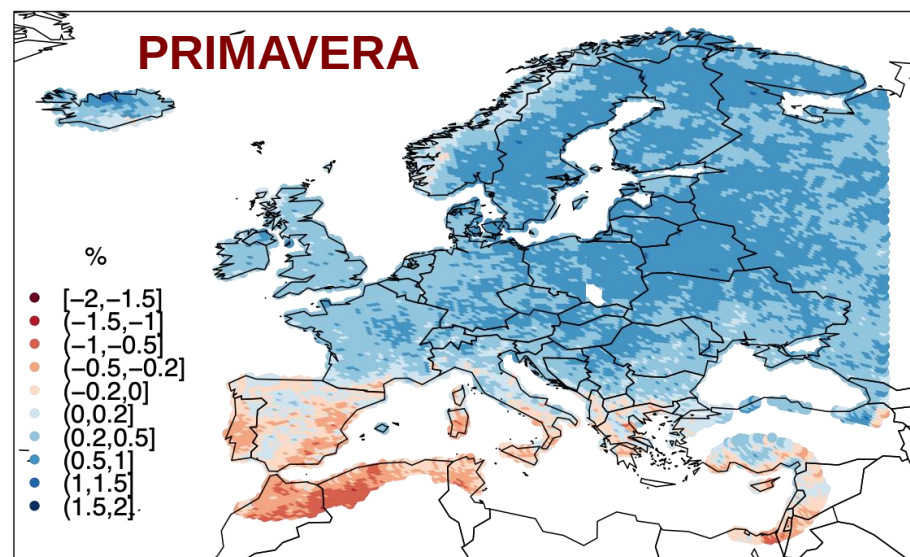
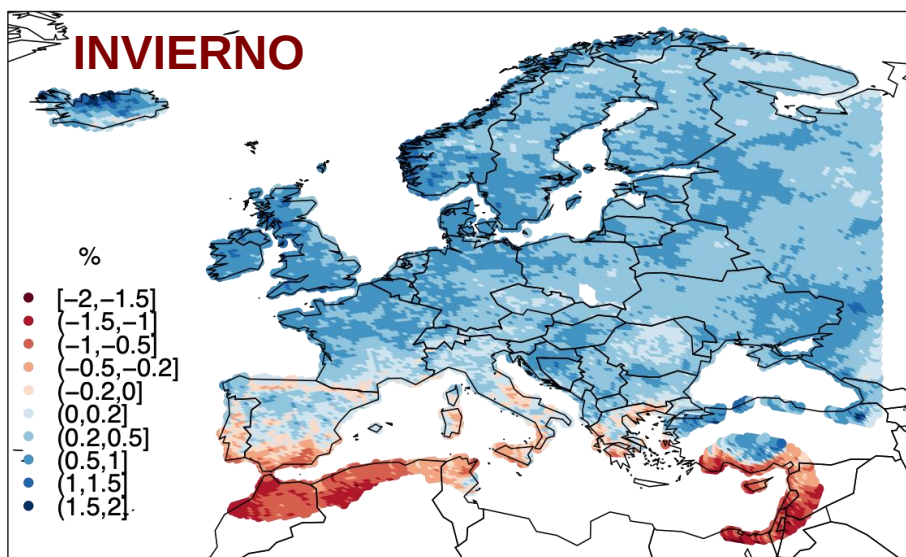
VERANO



OTOÑO



DÍAS DE PRECIPITACIÓN INTENSA

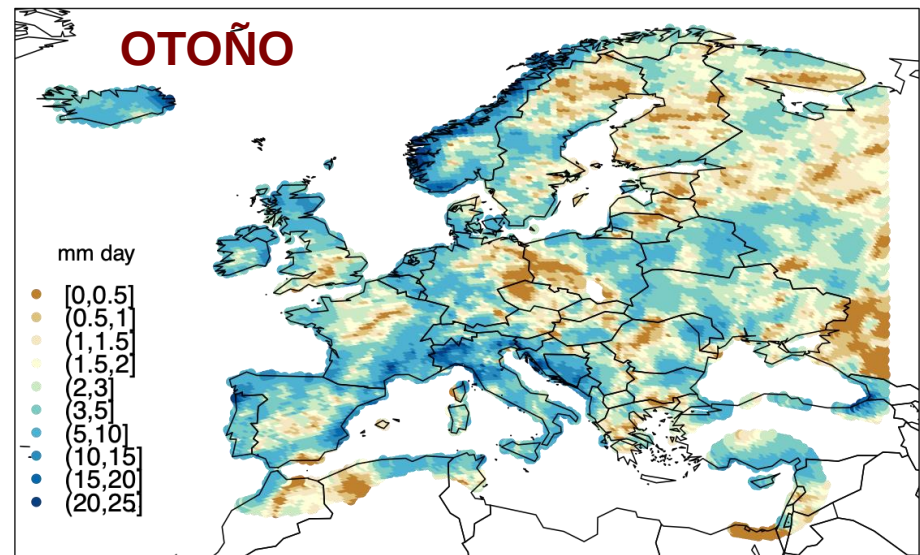
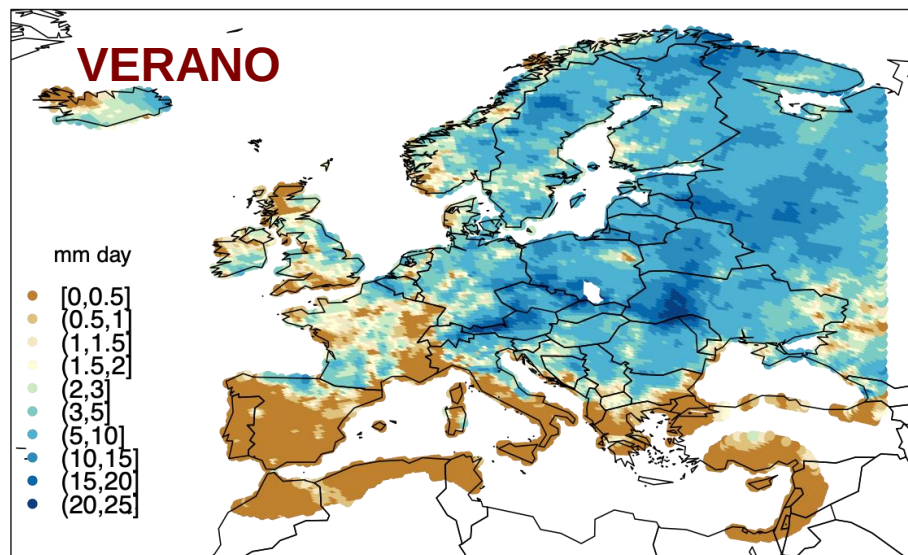
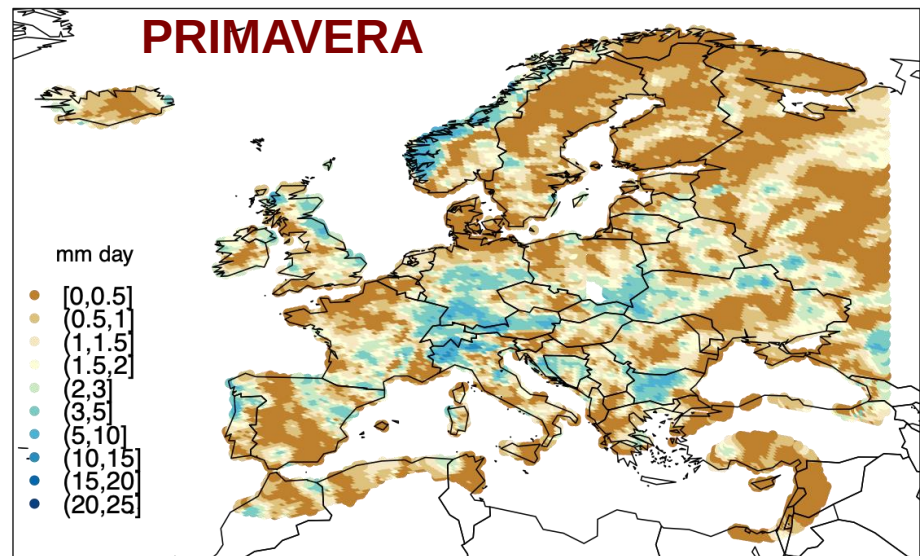
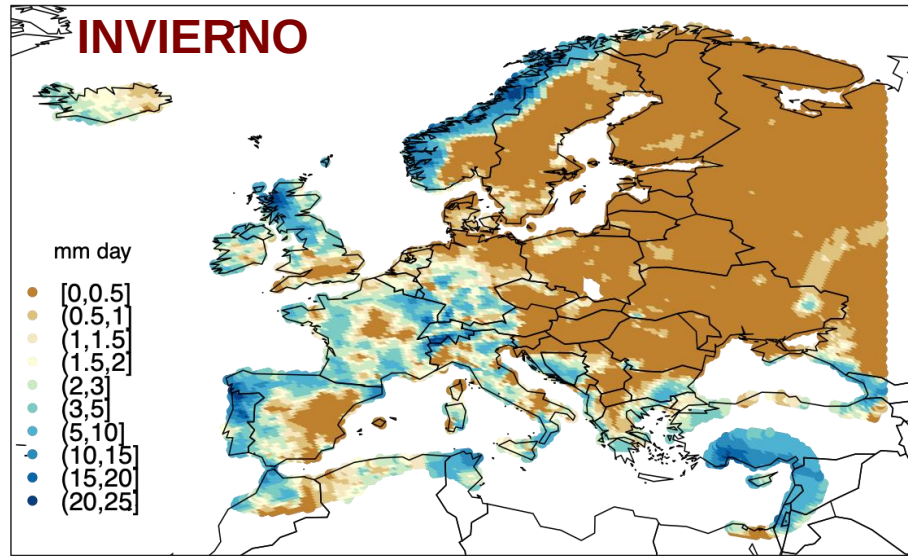


EPISODIO DE PRECIPITACIÓN INTENSA

Episodio de al menos **2 días consecutivos** con **precipitación diaria** $>$ percentil 95th (**Precip95**); $pr \geq 0.1\text{mm}$) de las precipitaciones diarias observadas **ANUALMENTE**

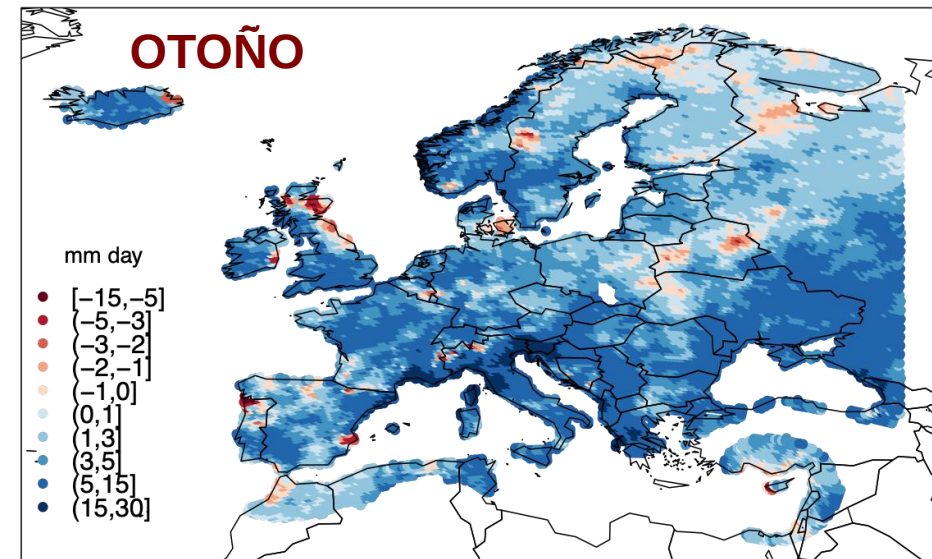
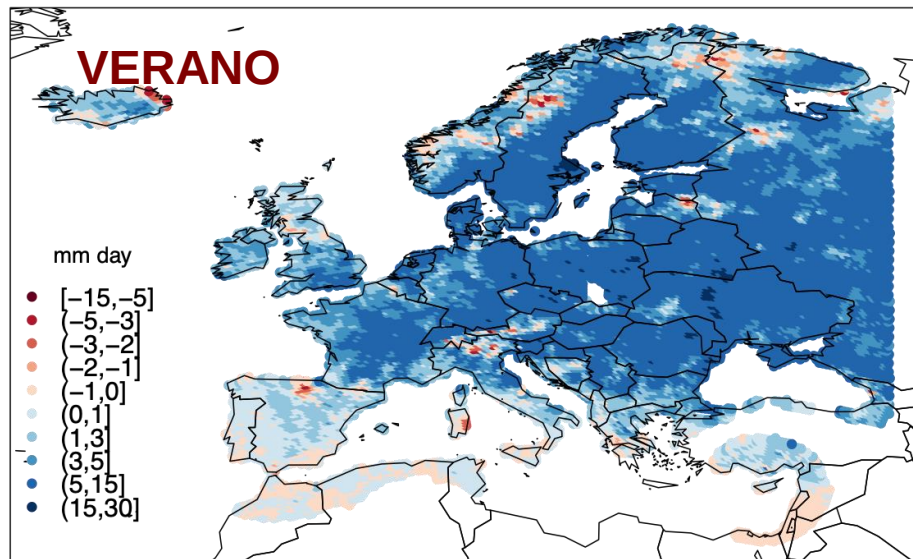
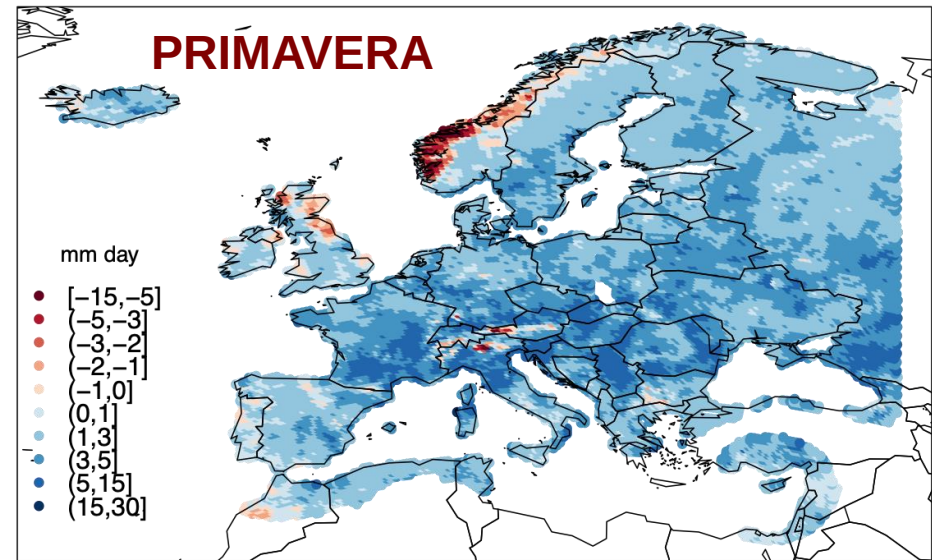
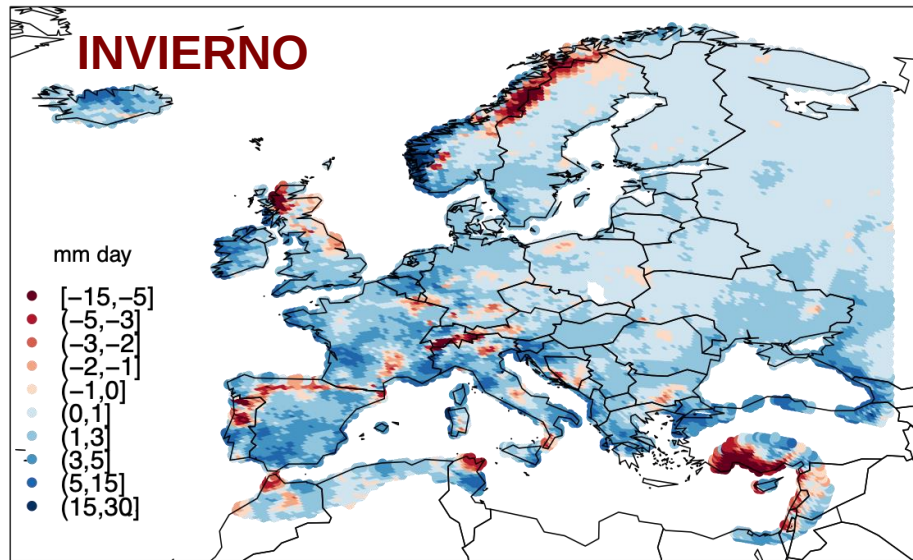
AMPLITUD DEL EPISODIO INTENSO (HPA, mm-día)

EPISODIOS DE PRECIPITACIÓN INTENSA (HPA)



EPISODIOS DE PRECIPITACIÓN INTENSA (HPA)

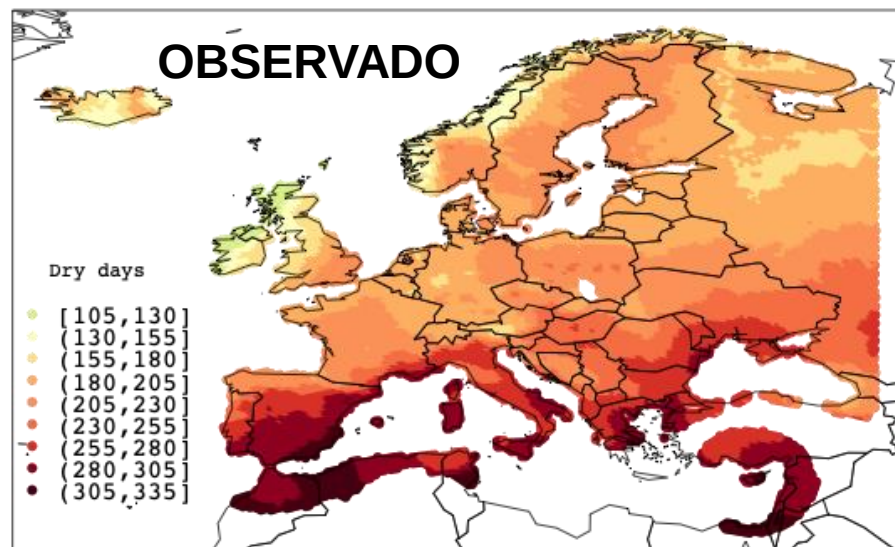
FUTURE MULTI-MODEL MEAN CHANGE



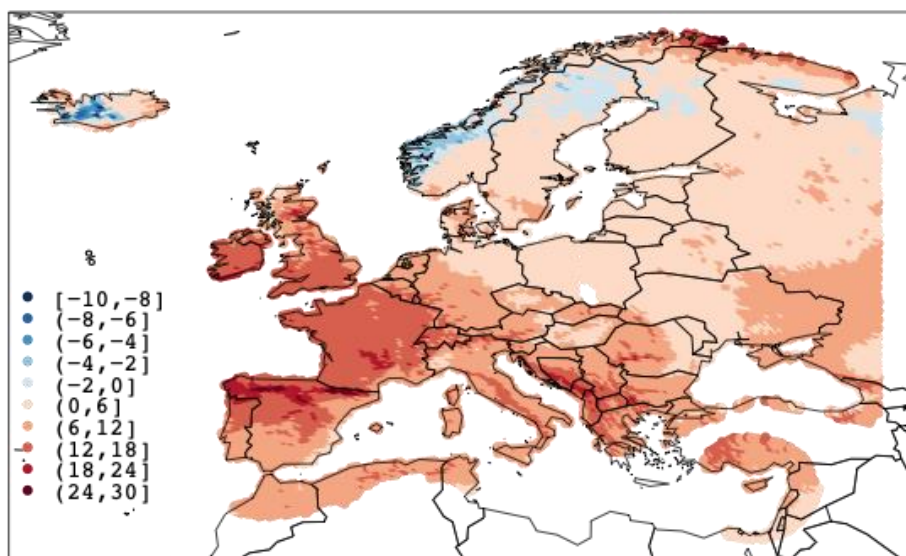
ANUAL

DÍAS SECOS

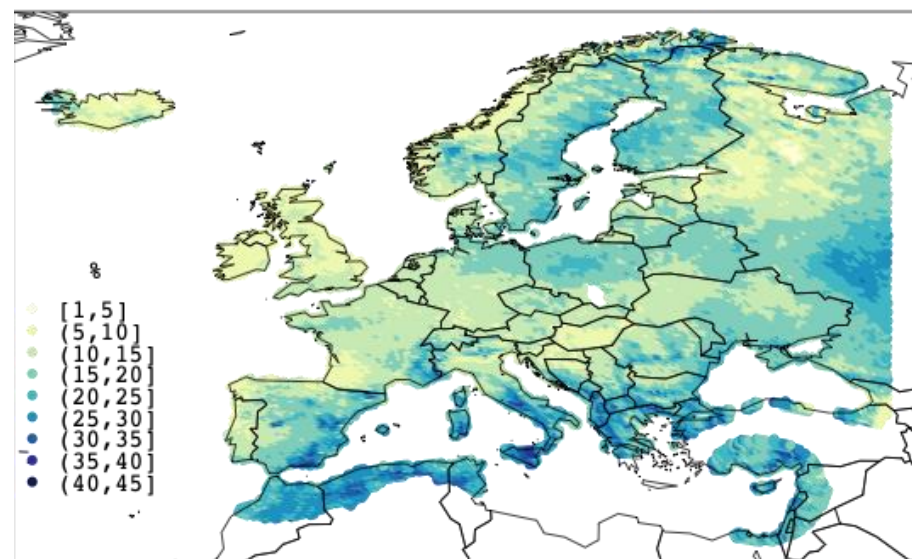
Total anual y estacional
con precipitación diaria
< 0.1 mm



FUTURE MULTI-MODEL MEAN CHANGE

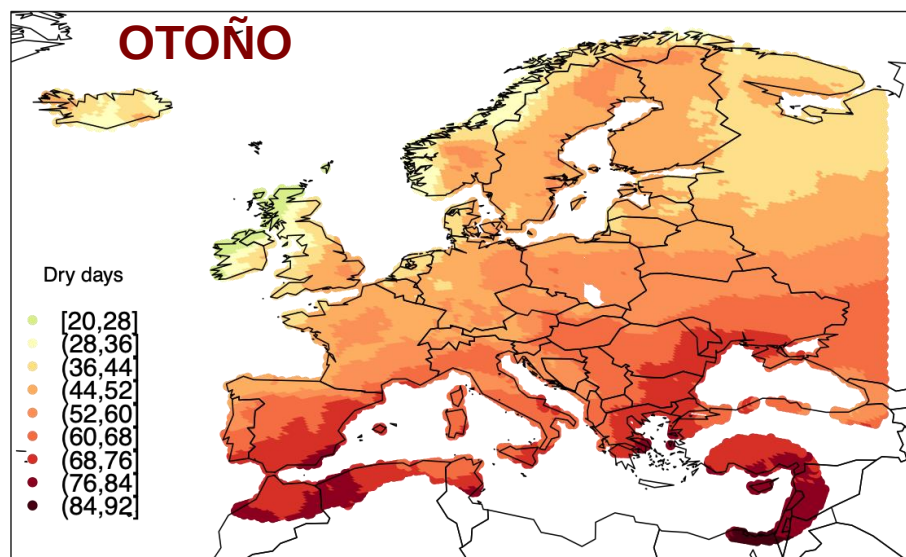
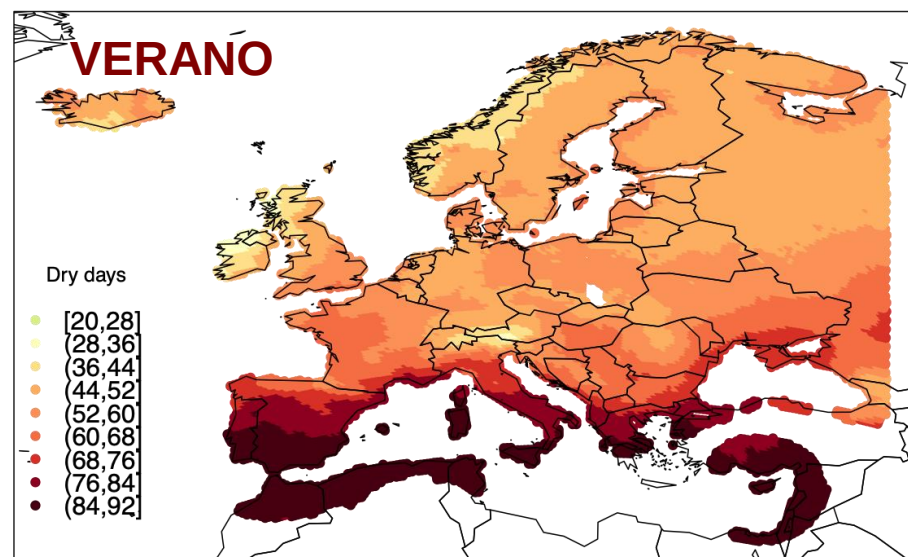
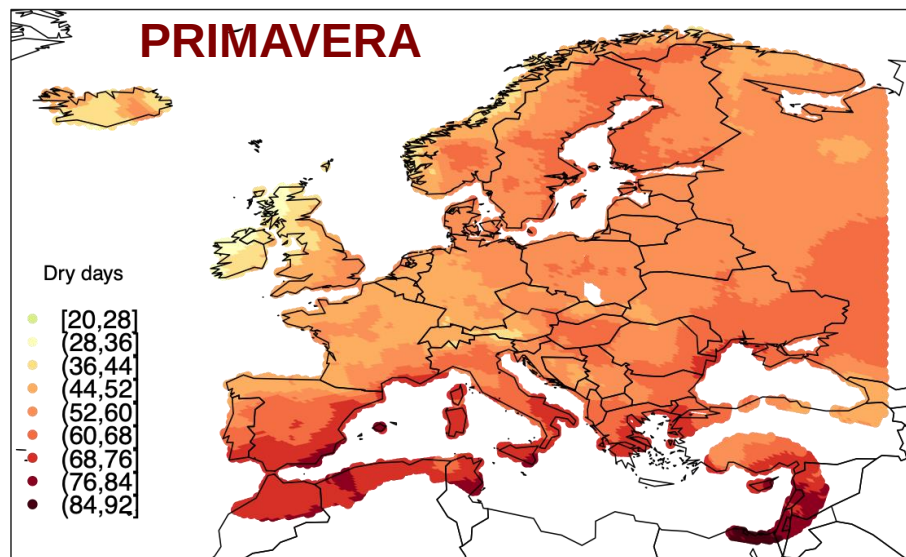
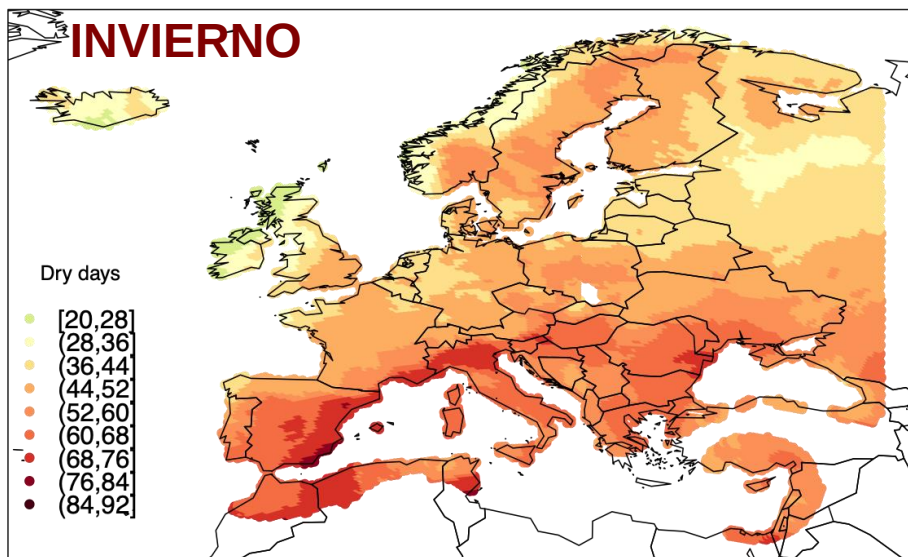


SD (FUTURE MULTI-MODEL MEAN CHANGE)

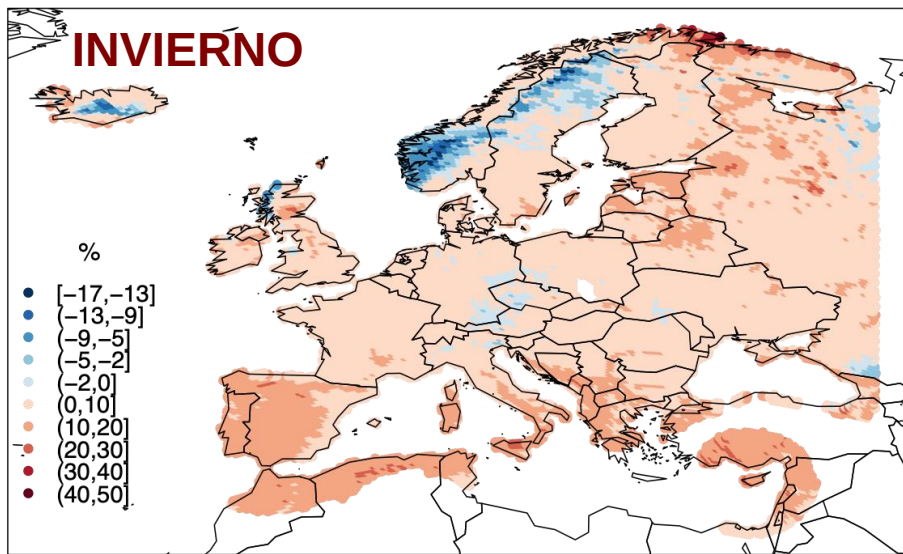


DÍAS SECOS

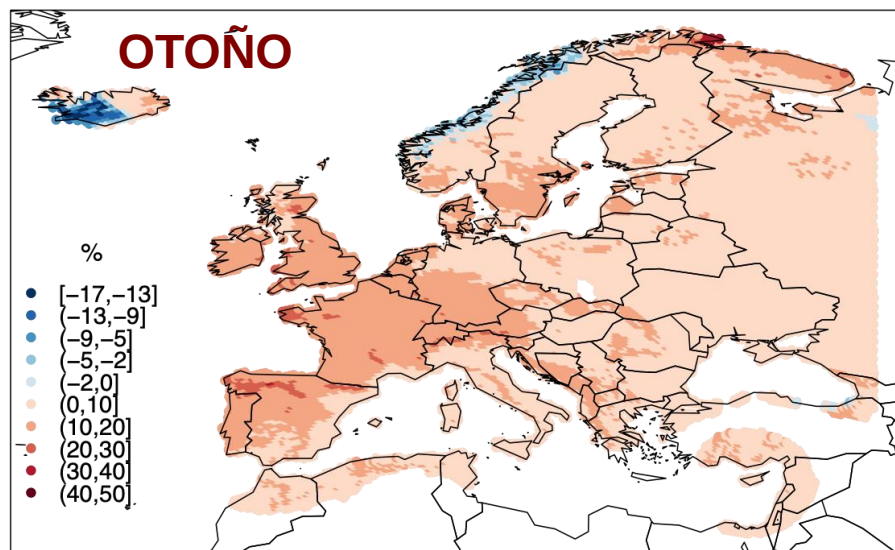
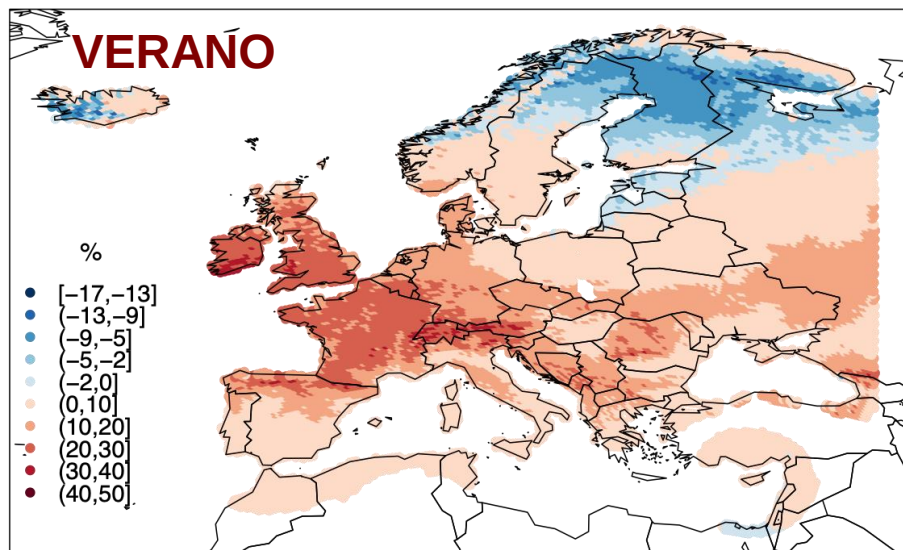
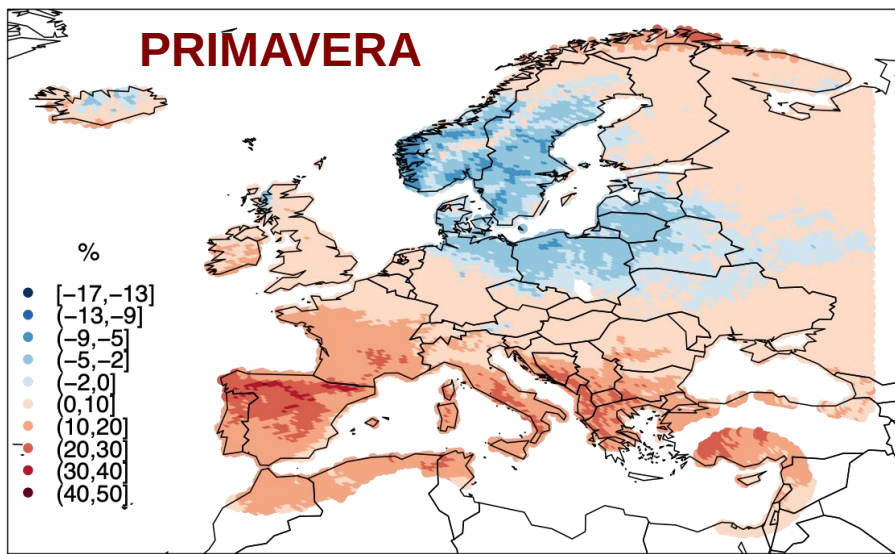
OBSERVADO



DÍAS SECOS

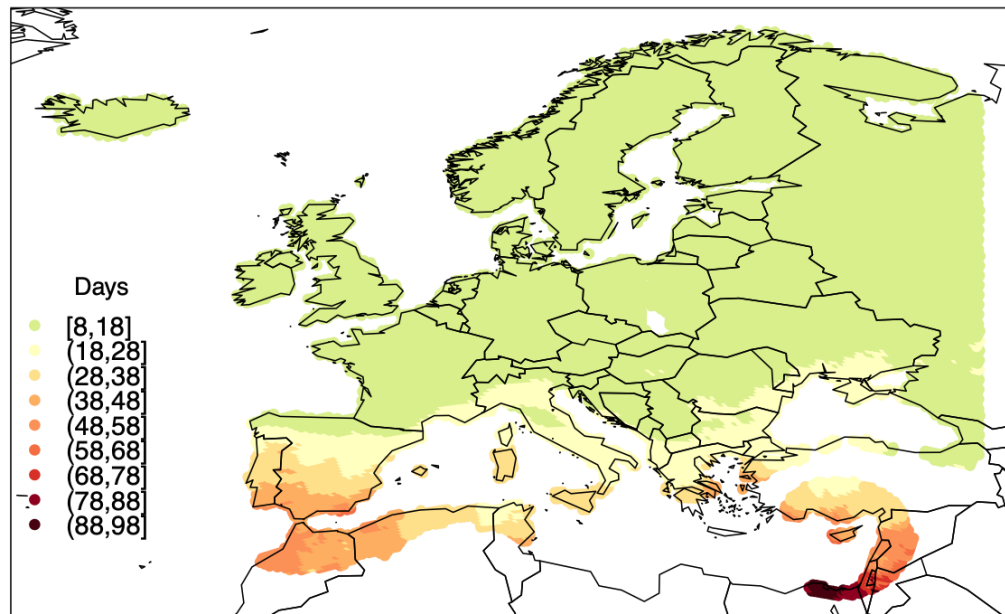


FUTURE MULTI-MODEL MEAN CHANGE



SEQUÍA

Episodio seco con una **duración** > **percentil 95th** de las longitudes en días de los episodios secos identificados en el **CLIMA ACTUAL**

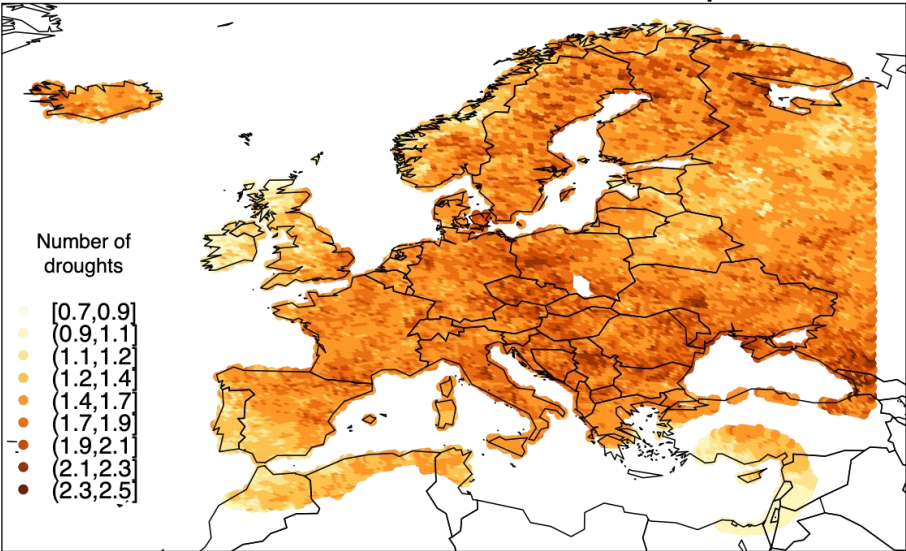


P95 OBSERVADO duración episodios secos

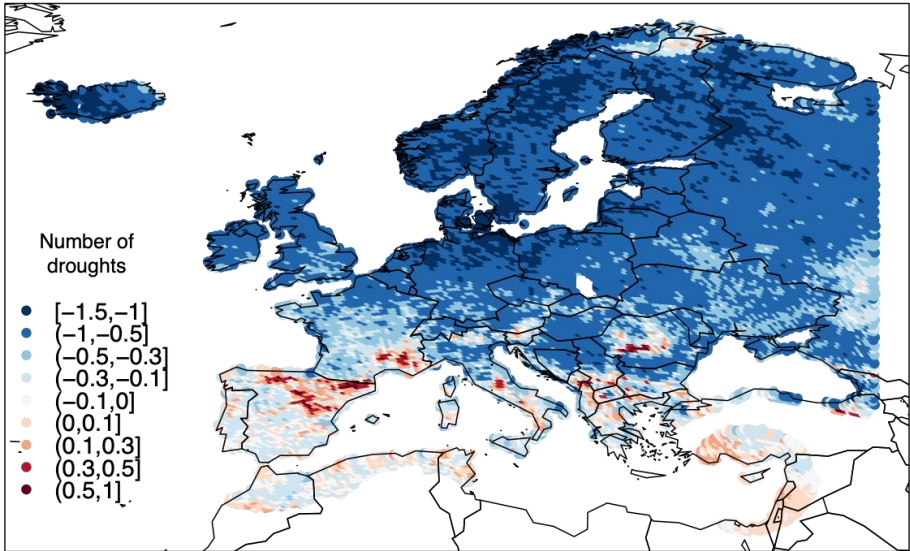
SEQUÍAS

ANUAL

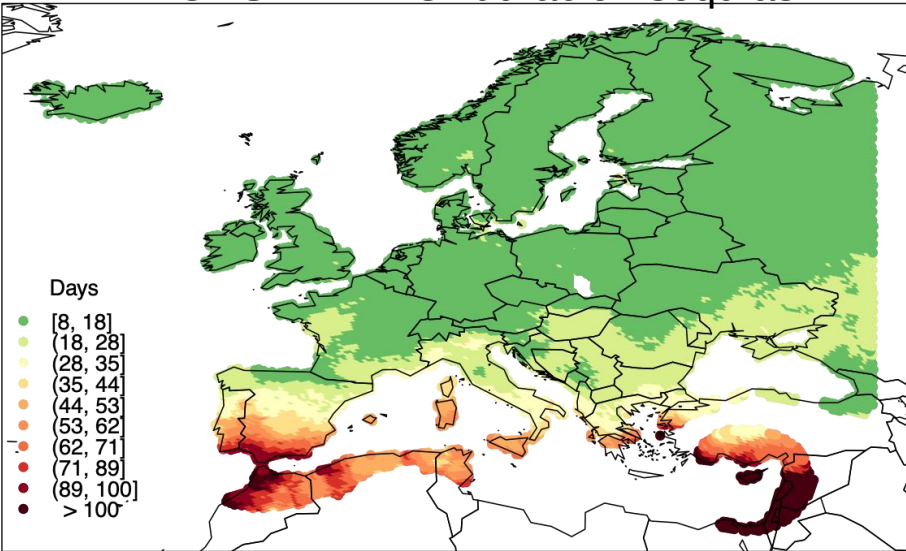
OBSERVADO: número sequías



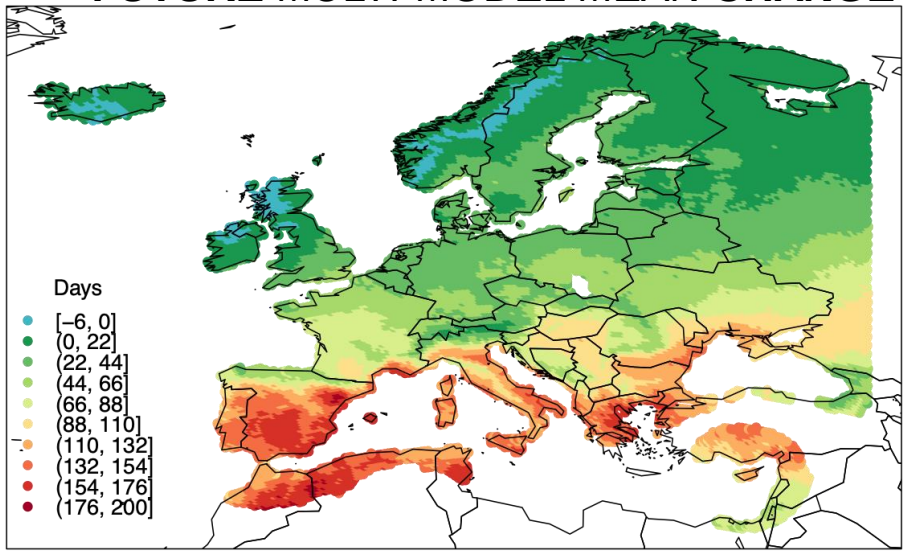
FUTURE MULTI-MODEL MEAN CHANGE



OBSERVADO: duración sequías



FUTURE MULTI-MODEL MEAN CHANGE



Conclusiones

- Los **extremos cálidos aumentarán** de manera muy acentuada en Europa durante todo el año. El verano será la estación más afectada, particularmente en los países del sur.
- Los **países Mediterráneos** son especialmente vulnerables debido al fuerte incremento de la amplitud (estrés térmico) de las **olas de calor estivales**, las cuales además **se extienden** hacia la primavera y el otoño.
- La **frecuencia de noches frías se reducirá** en toda Europa. Las zonas más afectadas serían Escandinavia y el Norte de Rusia.
- Las proyecciones indican que las **olas de frío serán menos frecuentes y severas** en Europa. El Norte del continente será la zona que experimentará una mayor disminución de amplitud.
- Se espera que los **días de precipitación intensa aumenten en el Centro y Norte de Europa** en todas las estaciones, mientras que **disminuyan en algunas zonas del Mediterráneo**.
- La **amplitud de los episodios de lluvia intensa aumentará** durante las cuatro estaciones. La **zona Mediterránea** experimentará una **intensificación** severa de su **ciclo hidrológico**.
- A pesar del incremento general de los días de lluvia intensa y de su amplitud, **los episodios secos también aumentarán notablemente** en vastas extensiones del continente.
- Como consecuencia, podría haber en el futuro menos **sequías** (ojo definición !!!) pero estas serían **mucho más severas**, es decir, más largas (buen exponente de ello sería la **región Mediterránea**)

A satellite image of a hurricane, likely a Medican, over the Atlantic Ocean. The hurricane's eye is visible in the center, surrounded by dense, swirling cloud bands. Yellow outlines of the continents of North and South America are overlaid on the image. The text "MEDICANES: EFECTES DEL CANVI CLIMÀTIC ?" is superimposed in the center in a bold, orange, serif font.

**MEDICANES:
EFECTES DEL CANVI CLIMÀTIC ?**

DOWNSCALING: Método dinámico-estadístico

- Adaptación del método pionero de **Kerry Emanuel** (MIT, USA)
- Generación de **miles de huracanes sintéticos** a bajo coste !!!
- Evaluación del riesgo con **gran robustez estadística** (p.e. **períodos de retorno** viento extremo)



REANALYSIS 1

ERA-interim

20349 tracks
7918 survivors

200 storms/century

REANALYSIS 2

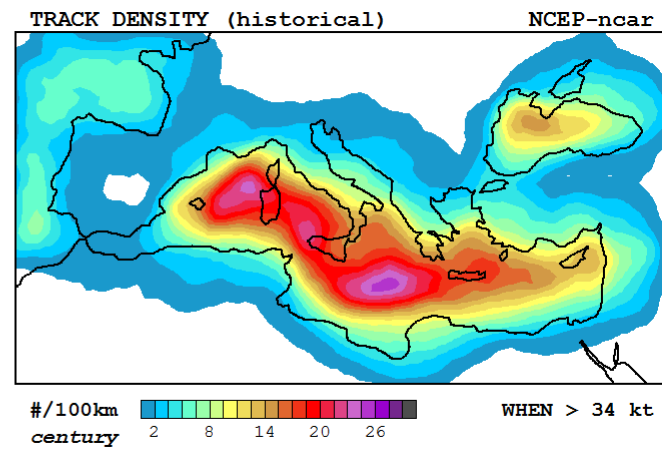
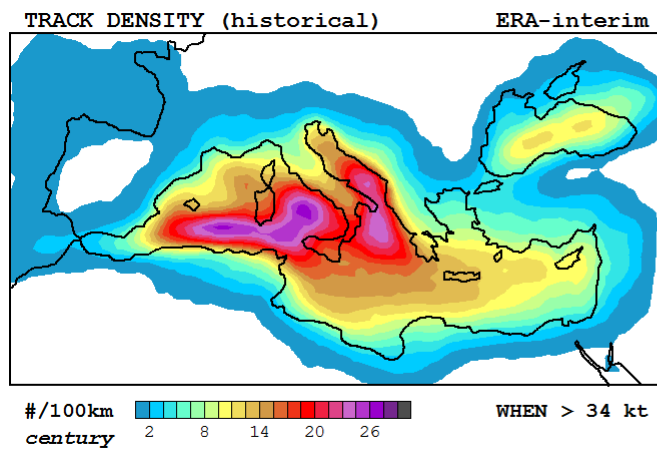
NCEP-ncar

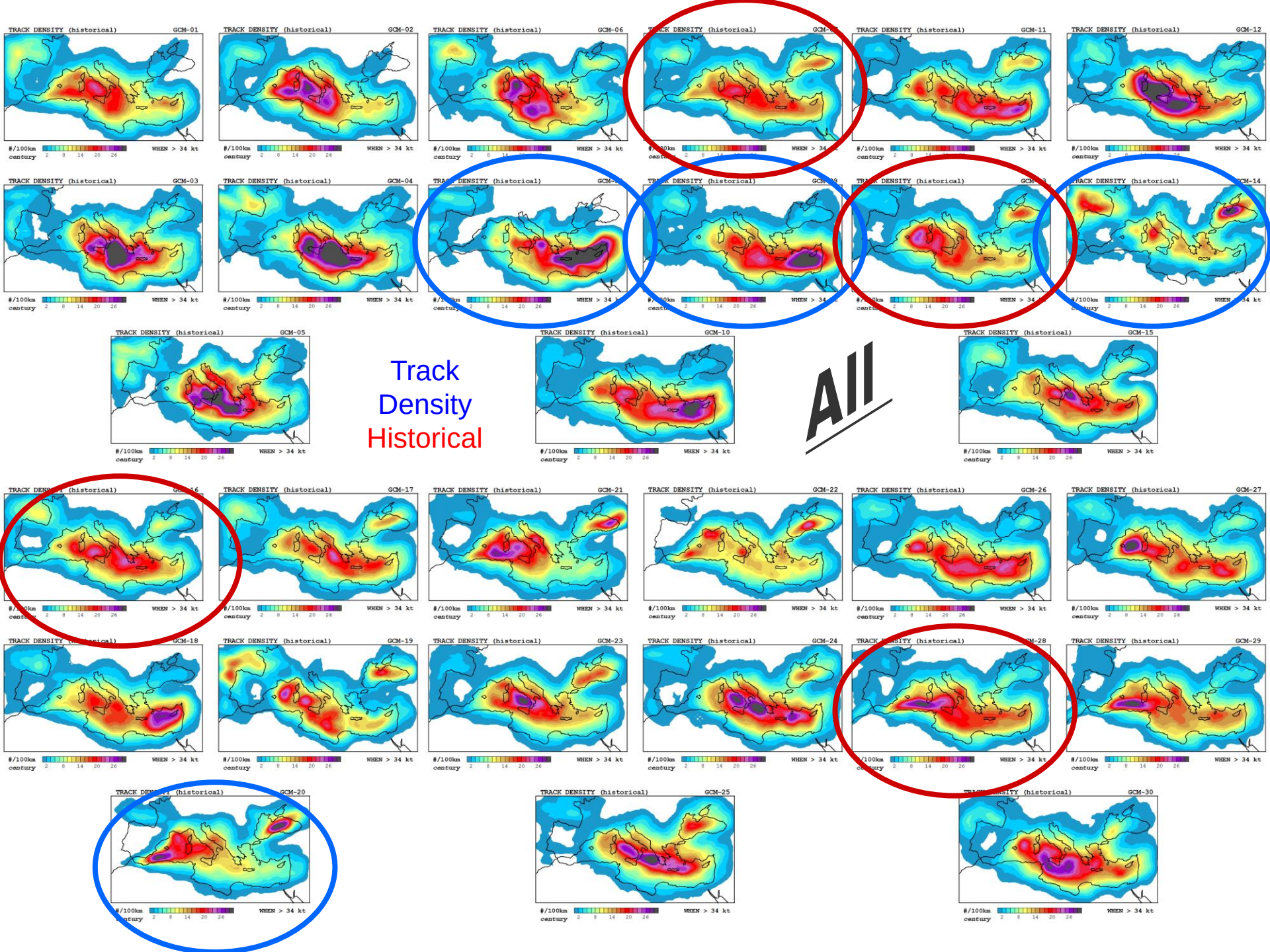
20276 tracks
6379 survivors

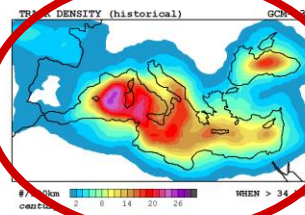
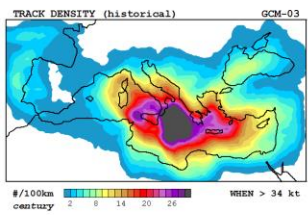
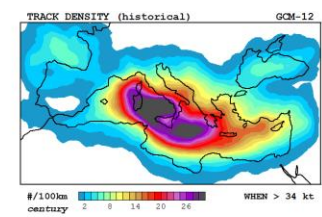
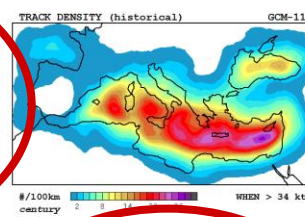
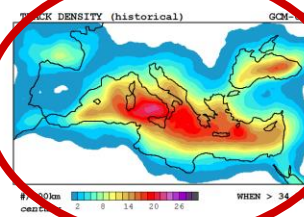
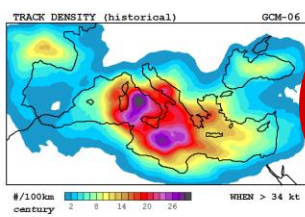
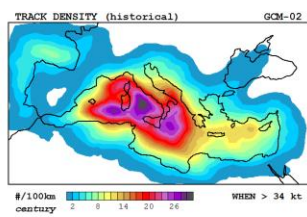
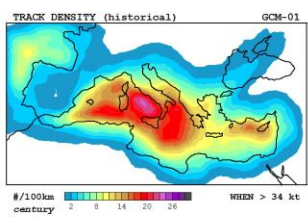
200 storms/century

**HISTORICAL
scenario**

**200 storms
(per century)**

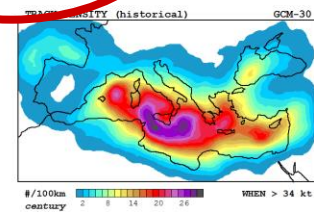
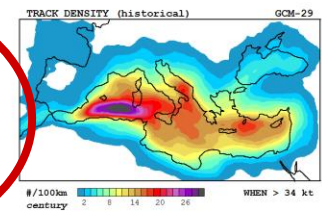
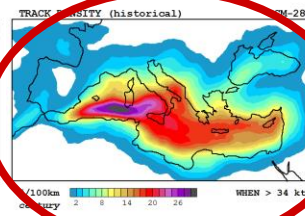
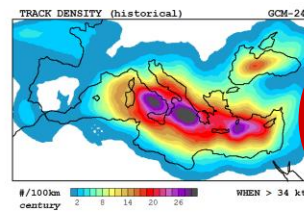
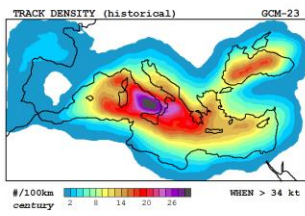
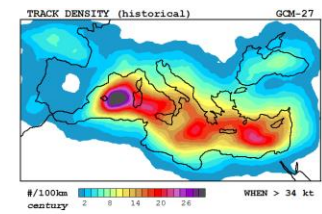
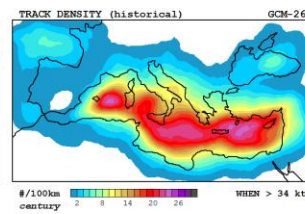
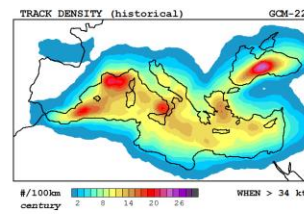
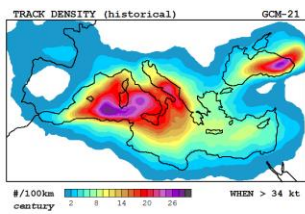
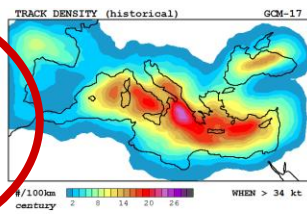
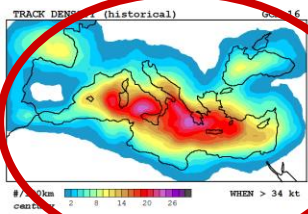
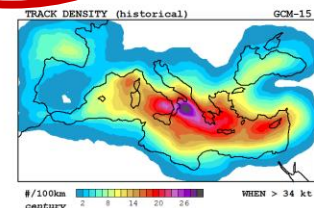




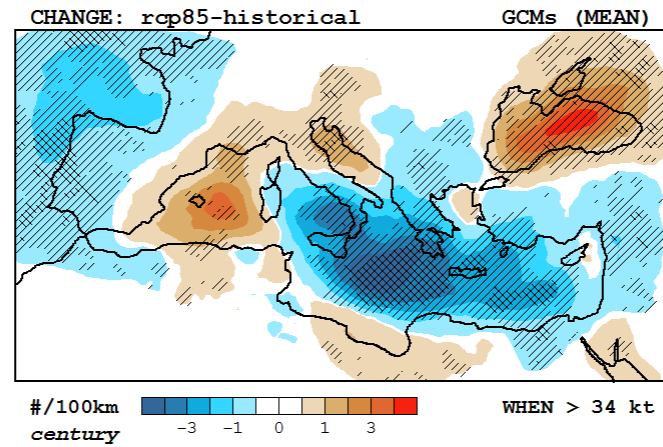
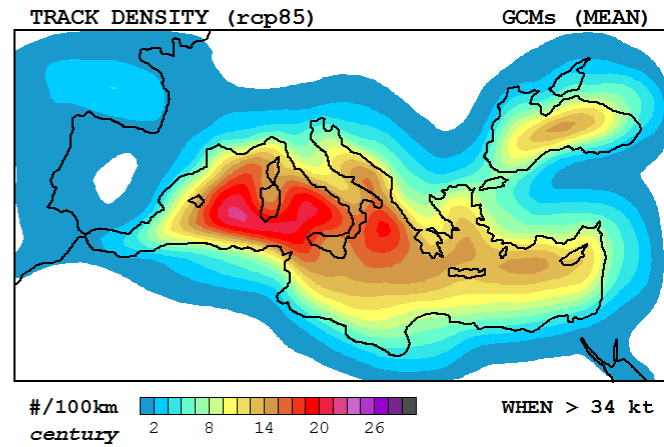
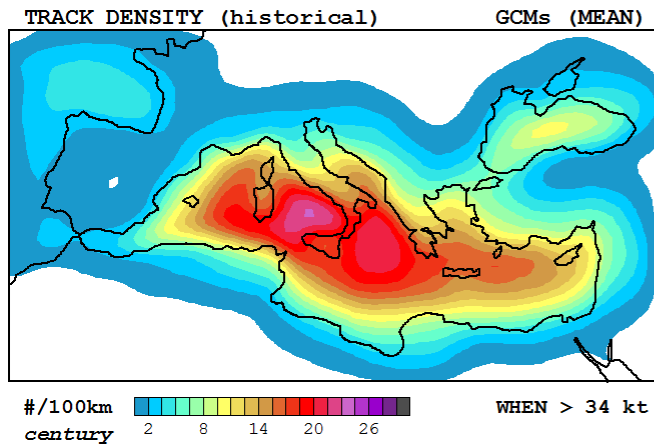
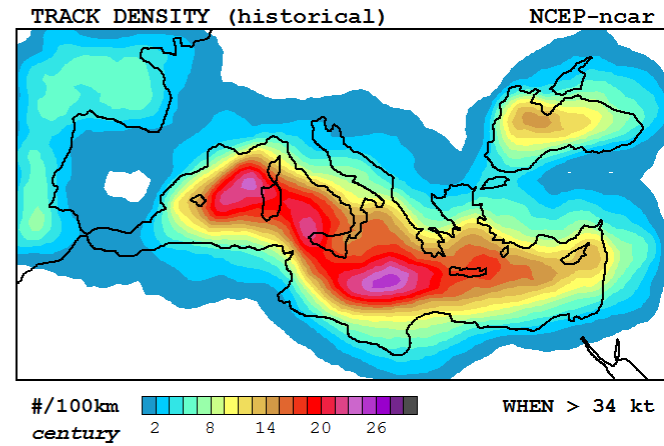
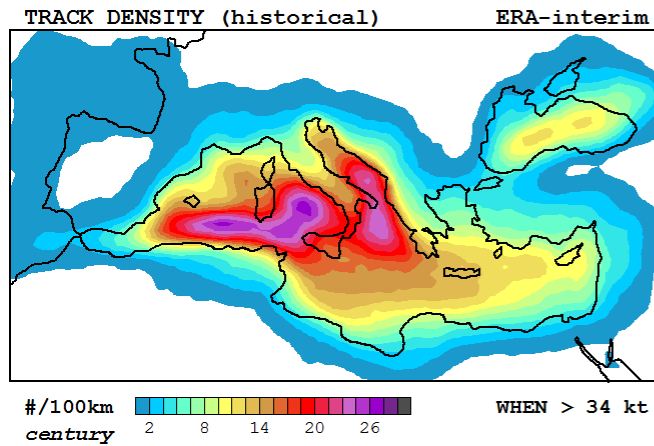


Track
Density
Historical

Best







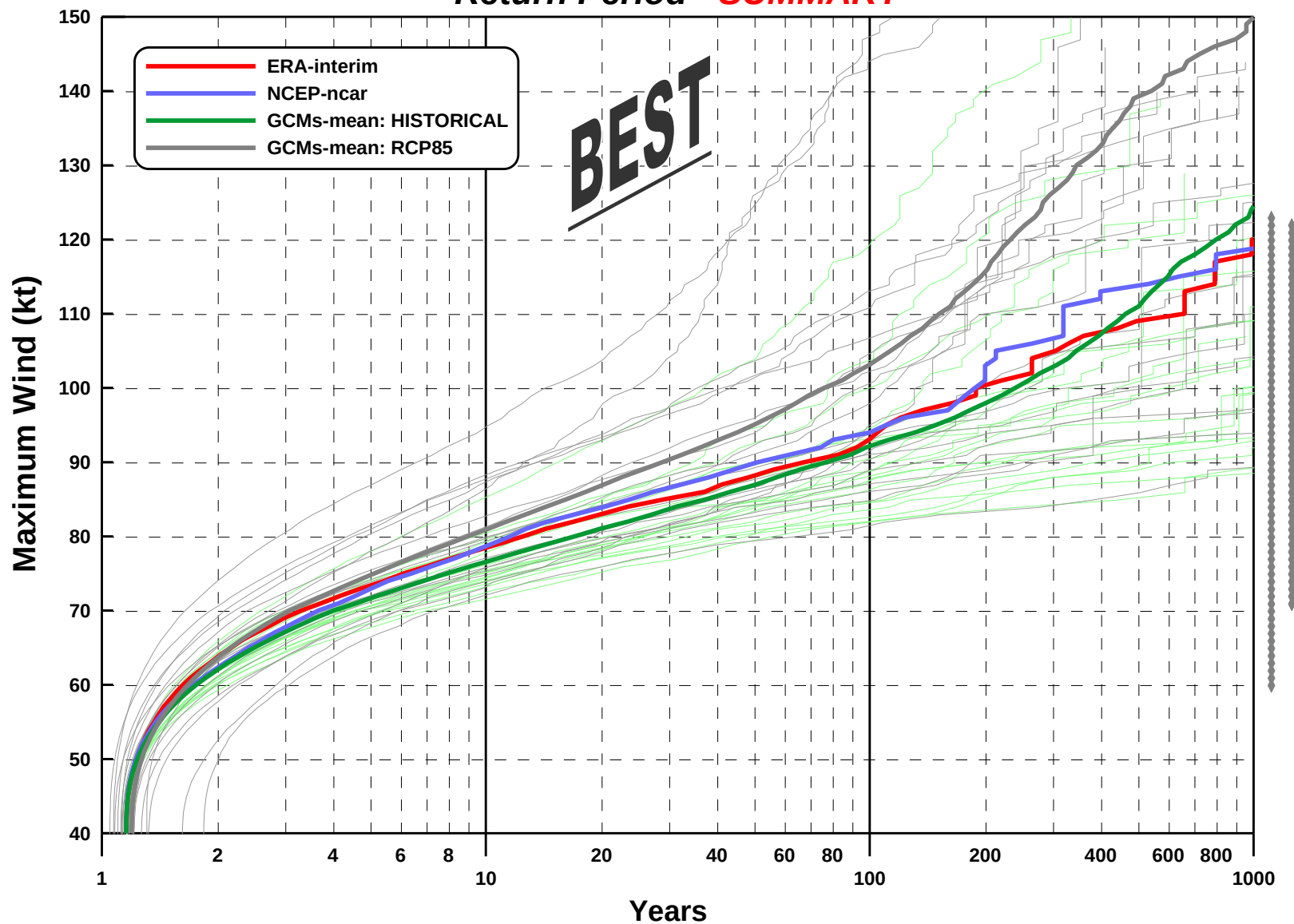
CORR
REAn01 = 0.948
REAn02 = 0.942
MEAN = 0.945

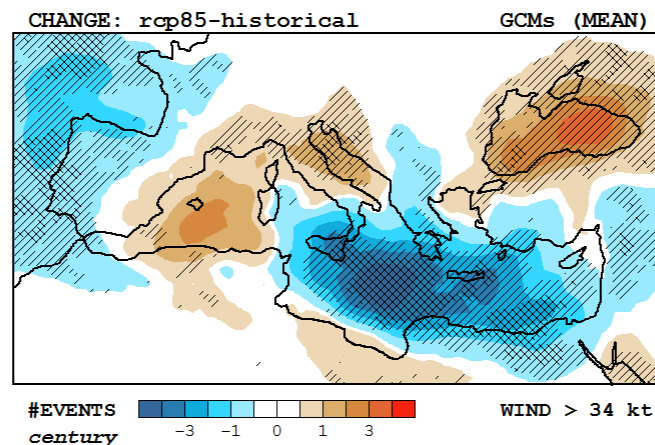
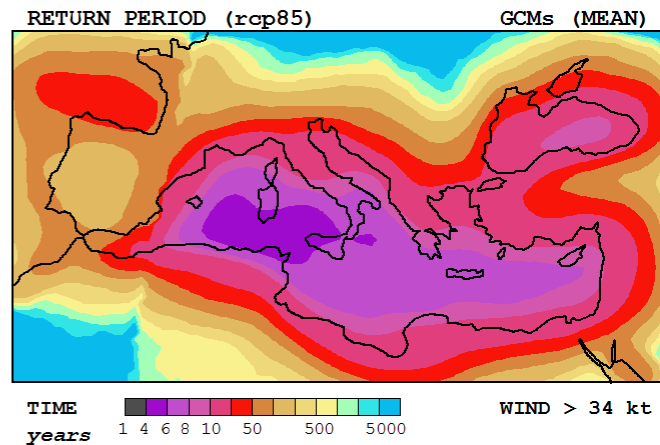
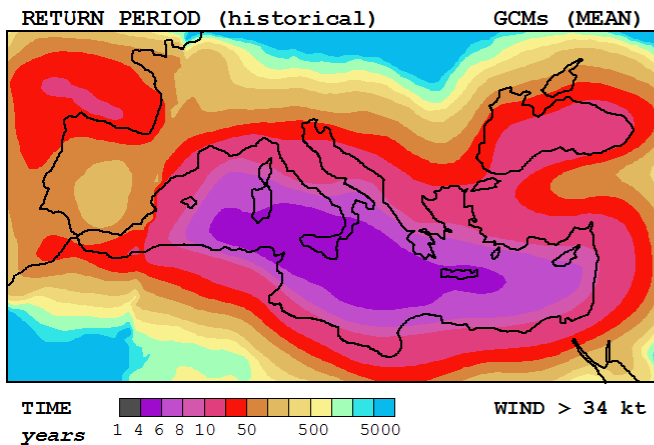
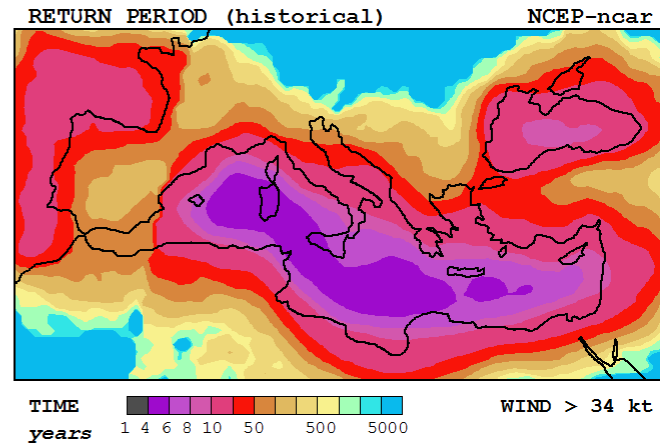
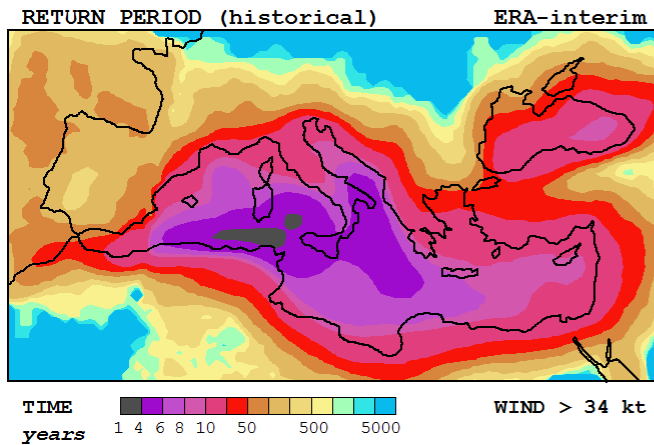
RMSE
REAn01 = 1.907
REAn02 = 1.930
MEAN = 1.918

Track
Density
Summary

BEST

Return Period - **SUMMARY**



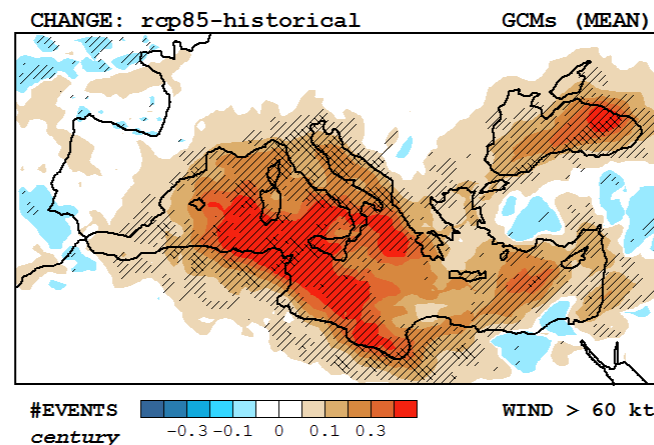
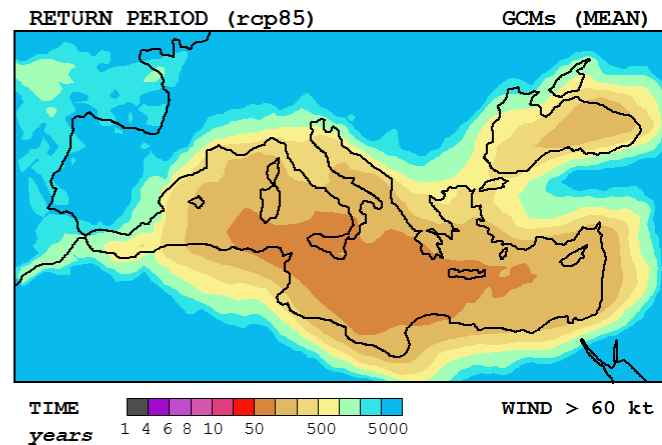
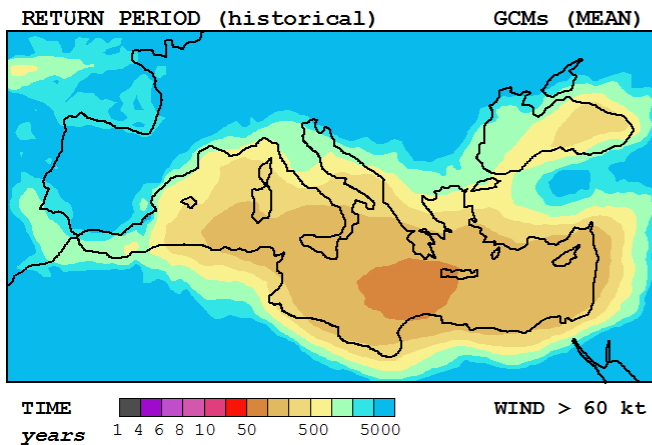
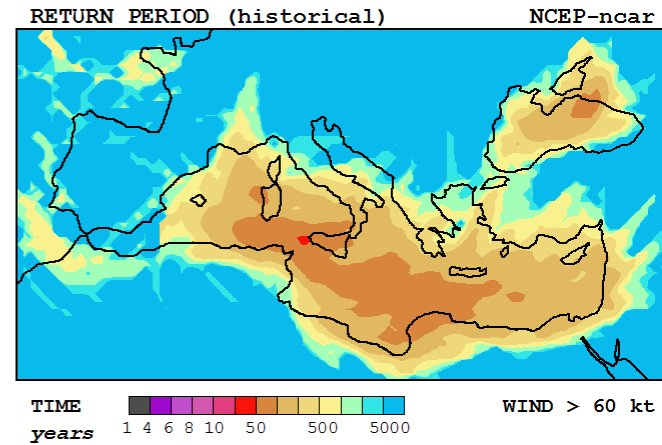
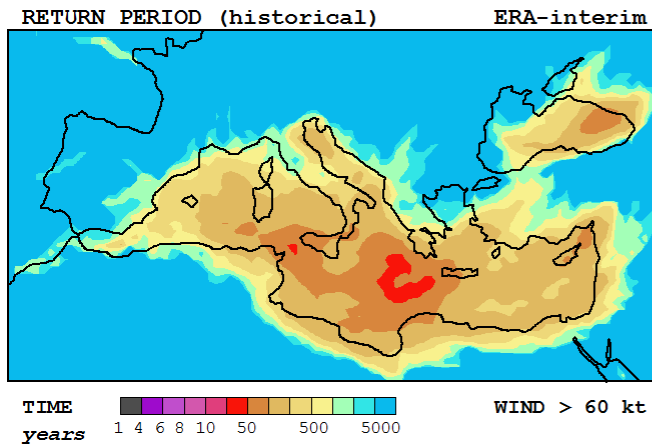


CORR
 REAn01 = 0.768
 REAn02 = 0.742
 MEAN = 0.755

RMSE
 REAn01 = 2.157
 REAn02 = 4.131
 MEAN = 3.144

Return
 Period 34 kt
 Summary

BEST



CORR
 REAn01 = 0.604
 REAn02 = 0.649
 MEAN = 0.626

RMSE
 REAn01 = 4.972
 REAn02 = 8.418
 MEAN = 6.695

Return
 Period 60 kt
 Summary

BEST

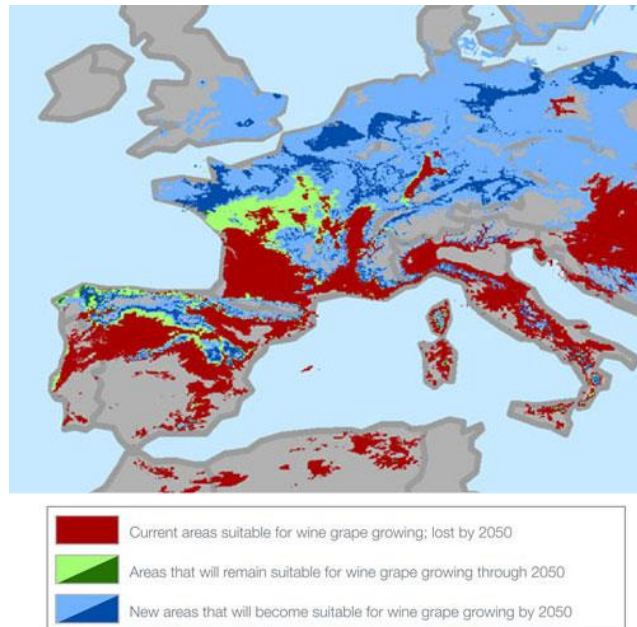
Efectes futurs del canvi climàtic sobre la idoneïtat de la producció vitivinícola a Europa

Motivacions

- **Europa** es un dels majors productors i proveïdors d'aliments i fibra del món (Easterling et al., 2007).
- L'**agricultura** cobreix aproximadament el 35% de la superfície total de terra de l'Europa occidental (Rounsevell et al., 2006).

D'acord amb l'**IPCC** (Capítol 23, 2013):

*Els canvis en la temperatura mitjana i la precipitació probablement afectaran a la **producció agrícola** i ramadera*



*Efectes diferents depenent del cultiu
(**vinya**, cigrons, tomàquet, ametlles ..)*



La majoria dels estudis sobre escenaris de canvi climàtic suggereixen que les àrees de sòl agrícola a Europa continuaran disminuint en el futur (Busch et al. 2006)

La **vinya** (*Vitis Vinifera*) és una planta semi-llenyosa el fruit de la qual, el raïm, és àmpliament utilitzat per a *l'elaboració del vi*, a més del seu ús com a fruit de taula i per a la producció de panses.

- **1368 varietats** de raïm de vi (Itàlia 350, França 330, Espanya 235 ...)



Tempranillo



Tintorera



Monastrell

Sauvignon Blanc



Chardonnay



Cabernet Sauvignon



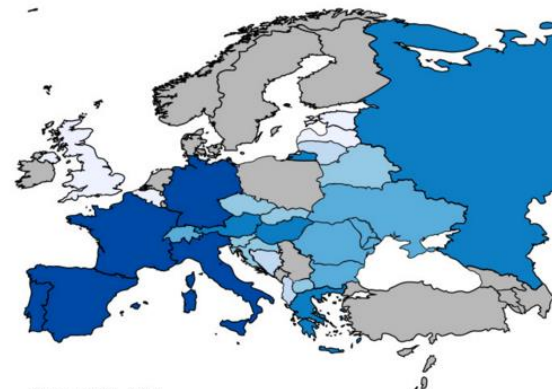
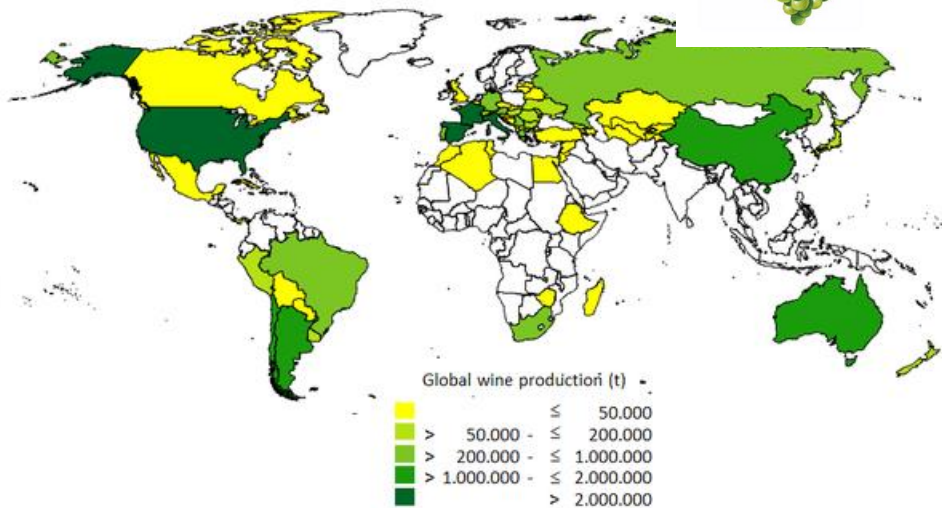
Pinot Noir



Merlot

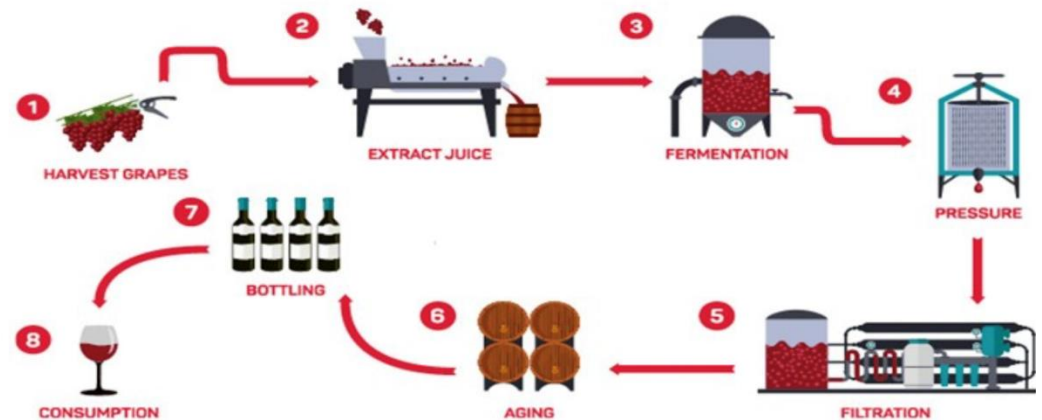


Riesling



Source : FAO - 2013
Copyright © Actualitix.com All rights reserved

El cultiu del raïm per a la **producció de vi** → un dels sectors de l'agricultura amb **major importància econòmica**



Un dels cultius **més sensibles a modificacions del clima**

Temperatura

1. Temperatura màxima mitjana **estival**
2. Temperatura mitjana **abril-octubre**
3. Índex de **Winkler**
4. Índex de **Huglin**

Precipitació

1. Evapotranspiració real i balanç hídric.

Resultats

Temperatura

1. Temporada de maduració de les vinyes (mitjan estiu i principis de tardor)
2. Temperatura màxima òptima a l'estiu: **25°C**
3. Temperatura mitjana òptima durant el creixement-maduració: **14-19°C**



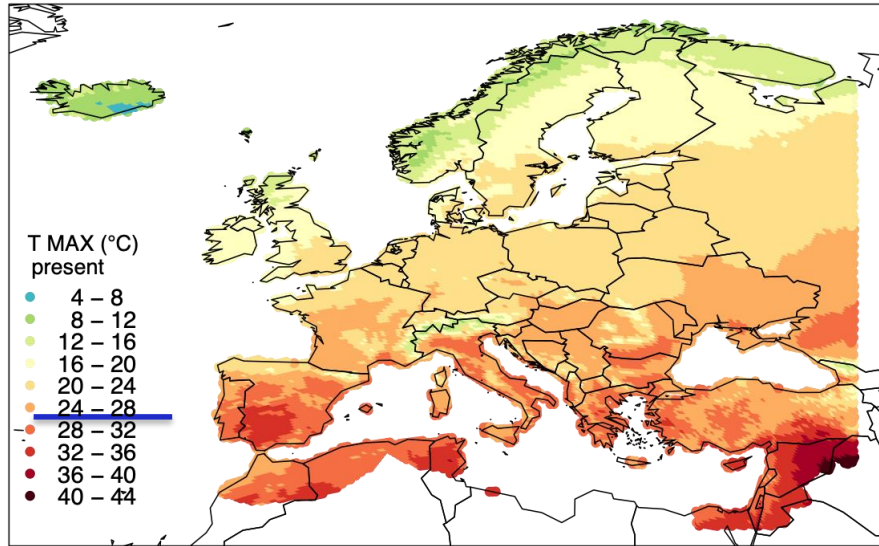
Condicions tèrmiques severes d'estrès

- Una reducció en la producció (Moutinho-Pereir et al., 2004).
- Creixement ràpid i collita primerenca.
- Fruita amb menys aromes i pèrdua de pigments (Collins et al., 2006).
- Efectes negatius sobre els components orgànics i la qualitat del vi (Yamane et al., 2006).



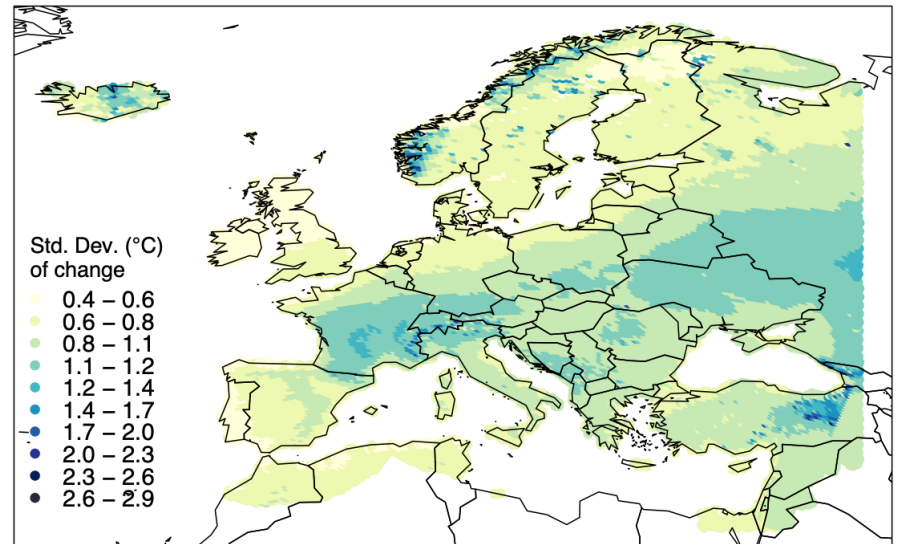
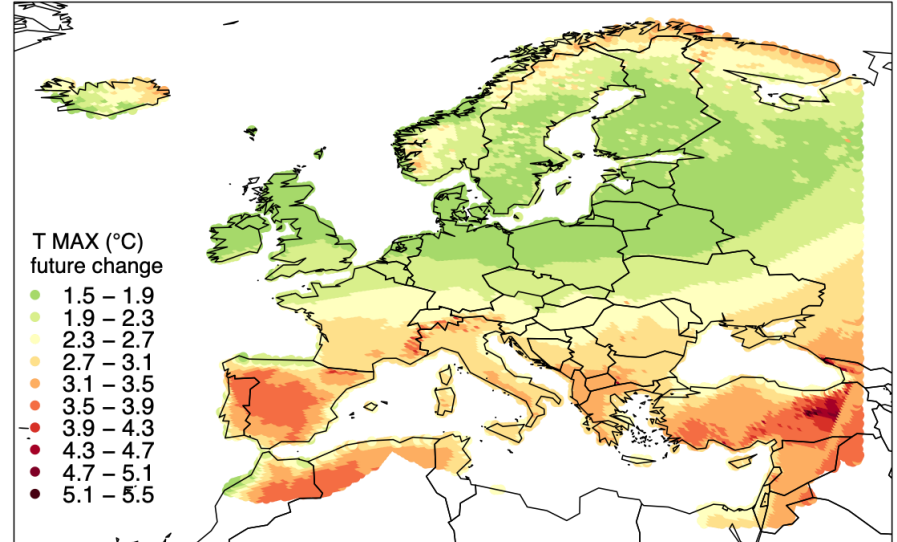
Temperatura màxima mitjana estival (maduració)

OBSERVAT



Es mostren els resultats en el **futur mitjà (2046-2070)** ja que permet donar temps suficient al sector vitivinícola per implementar noves estratègies i pràctiques d'adaptació i gestió als impactes del canvi climàtic

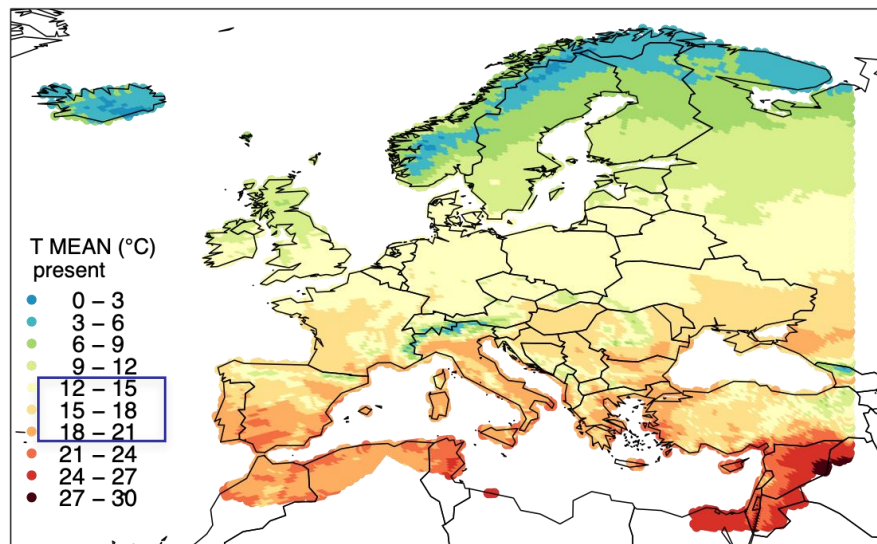
CANVI FUTUR (2046-2070; mitjana multi-model)



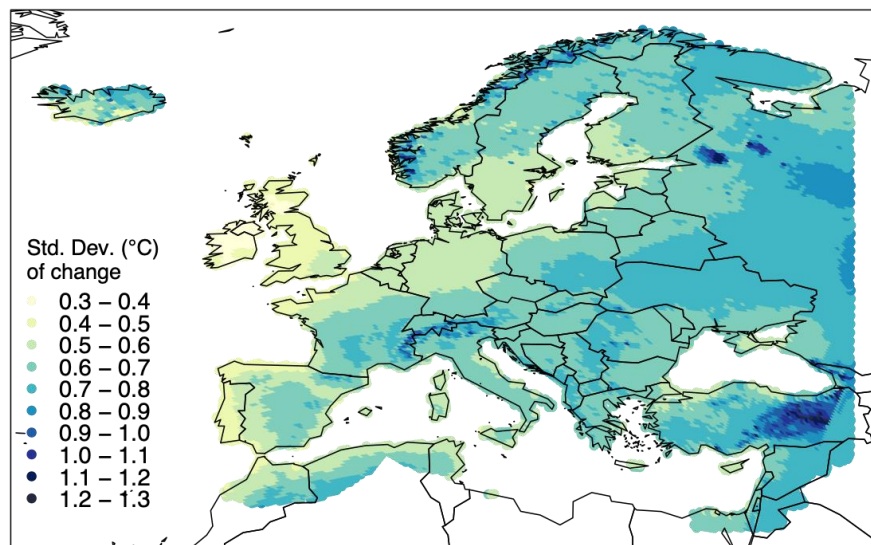
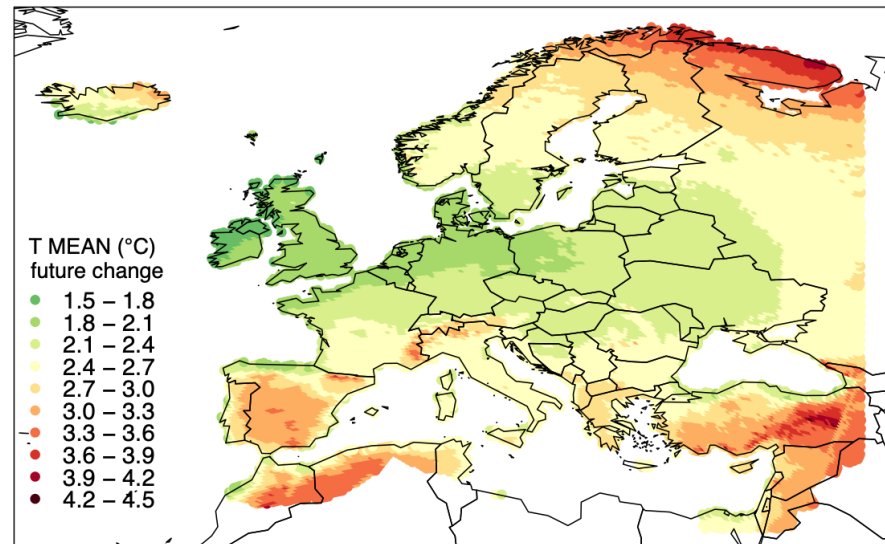
STD (canvi futur multi-model)

Temperatura mitjana abril-octubre (creixement-maduració)

OBSERVAT



CANVI FUTUR (2046-2070; mitjana multi-model)



STD (canvi futur multi-model)

Índex de Winkler

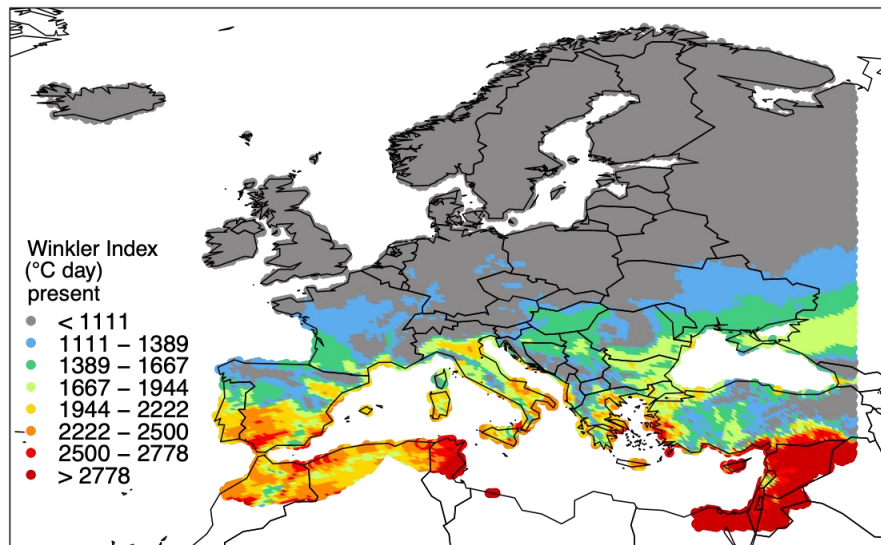
- Mesura l'acumulació de calor (en graus dia) per sobre del zero vegetatiu (10 °C), durant la temporada de creixement-maduració (Amerine i Winkler, 1944).

$$WI = \sum_{1 \text{ ahr}}^{30 \text{ oct}} (T - 10)$$

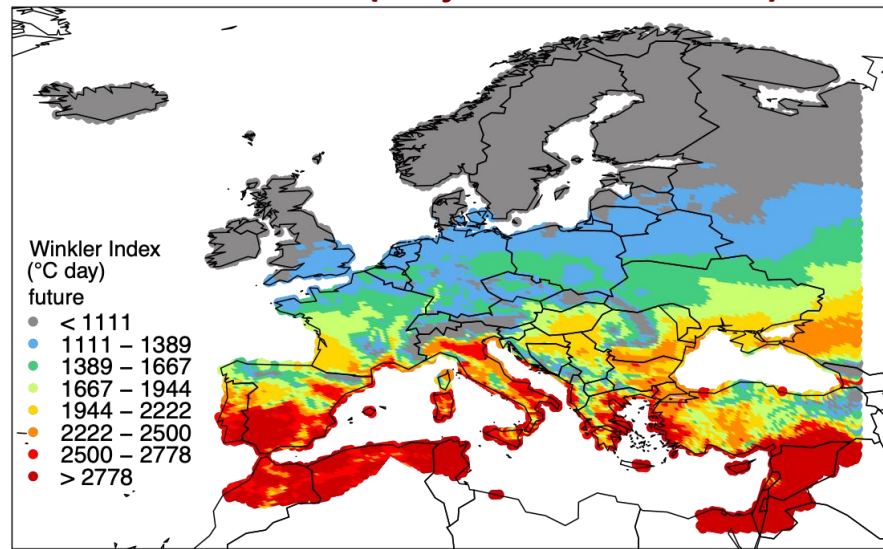
Regió/classe	°C dia	Capacitat de maduració general i estil del vi
Massa fred	<1111	Només les varietats de maduració molt primerenques aconseguixen varietats de raïm d'alta qualitat, principalment híbrides i algunes vinífera
Regió I	1111-1389	Només les varietats de maduració primerenca aconseguixen una alta qualitat, algunes varietats de raïm híbrides però principalment V. vinífera
Regió II	1389-1667	Les varietats de vins de taula primerenca i de mitja temporada produeixen vins de bona qualitat
Regió III	1668-1944	Favorable per a una alta producció de vins de taula des de qualitat estàndard a bona qualitat
Regió IV	1945-2222	Favorable per a una alta producció, però una qualitat de vi de taula acceptable
Regió V	2222-2500	Normalment només apte per a produccions extremadament altes, varietats de raïm de taula o de raïm de taula de gran qualitat destinades al consum de temporada primerenca
Regió VI	2501-2778	Només apte per a produccions extremadament altes
Massa càlid	>2778	No apta per a la producció de vi

Índex de Winkler

OBSERVAT

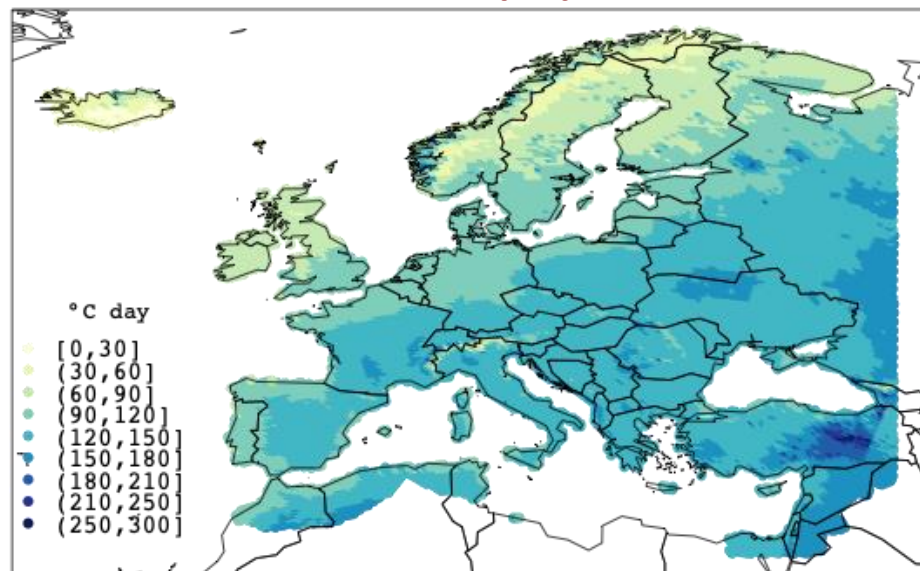


FUTUR PROJECTAT (mitjana multi-model)



- Massa fred
- Regió I : Chablis, Champagne
- Regió II : Bordeus, Alsàcia
- Regió III : Rioja, Piemont
- Regió IV : Montpeller
- Regió V : Illes Gregues, Sicília
- Regió VI
- Massa càlid

STD (futur projectat multi-model)



Índex de Huglin

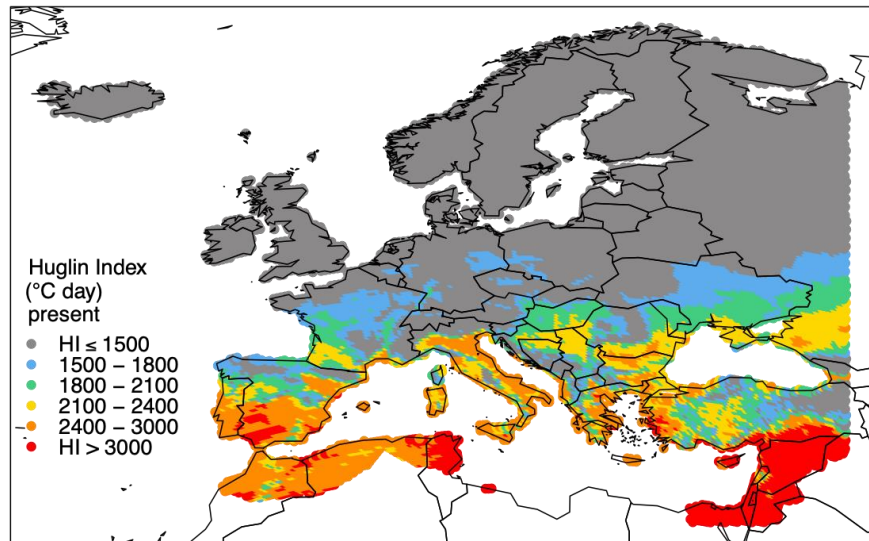
- Estima el potencial heliotèrmic d'una condició climàtica específica i està relacionat amb els requeriments tèrmics de les varietats de vinya i el seu potencial contingut en sucre.

$$HI = \frac{K}{2} \cdot \sum_{1\text{ahr}}^{30\text{oct}} [(T - 10) \cdot (T_{max} - 10)]$$

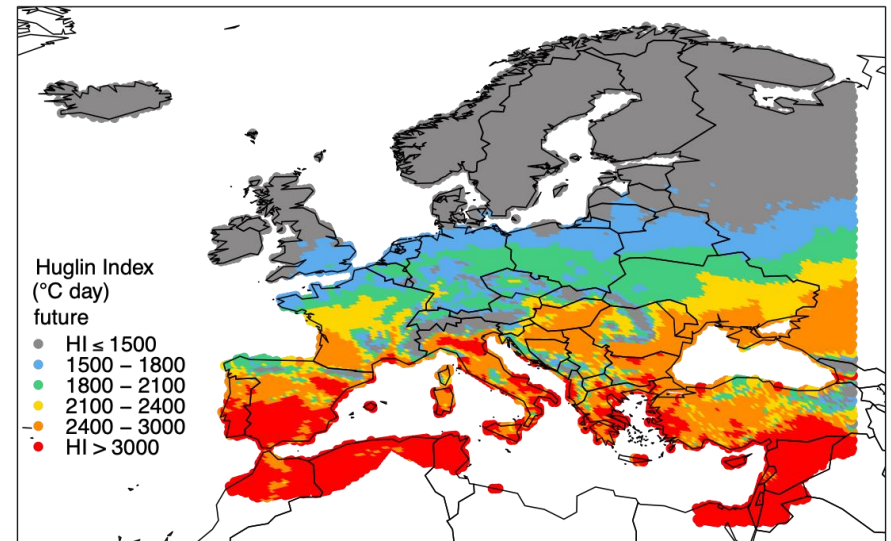
Regió/classe	HI	Varietat
Molt fred	HI <= 1500	Sense suggerències
Fred	1500 < HI <= 1800	Blauer Portugieser, Pinot blanc, Pinot noir, Chardonnay.
Temperat	1800 < HI <= 2100	Cabernet Franc, Chenin blanc, Merlot, Ugni blanc.
Càlid temperat	2100 < HI <= 2400	Tempranillo, Grenache, Carignan, Aramon.
Càlid	2400 < HI <= 3000	
Molt càlid	HI > 3000	Sense suggerències

Índex de Huglin

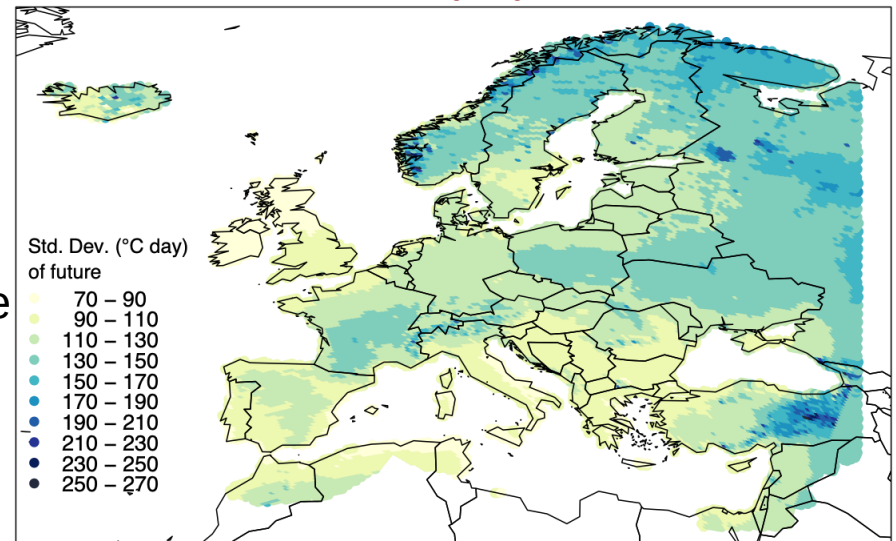
OBSERVAT



FUTUR PROJECTAT (mitjana multi-model)



STD (futer projectat multi-model)

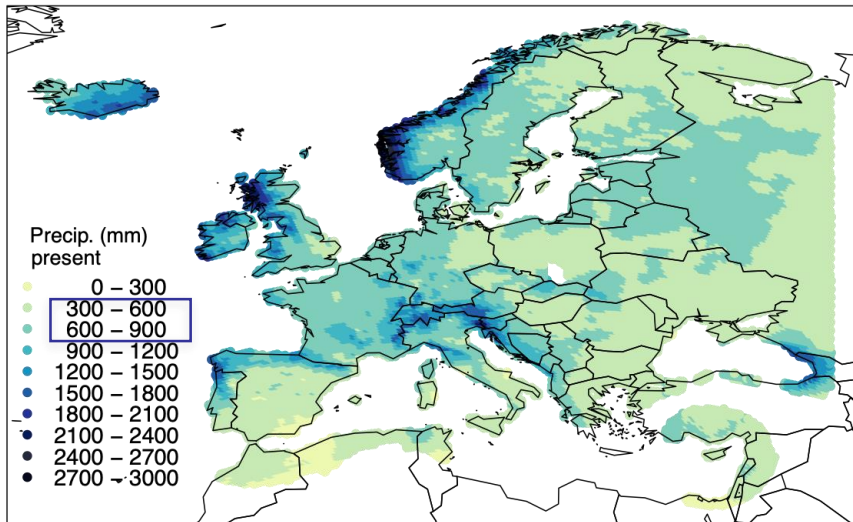


- Molt fred
- Fred: Pinot blanc, Pinot noir
- Temperat: Cabernet Franc, Merlot
- Càlid Temperat: Tempranillo, Grenache
- Càlid
- Molt càlid

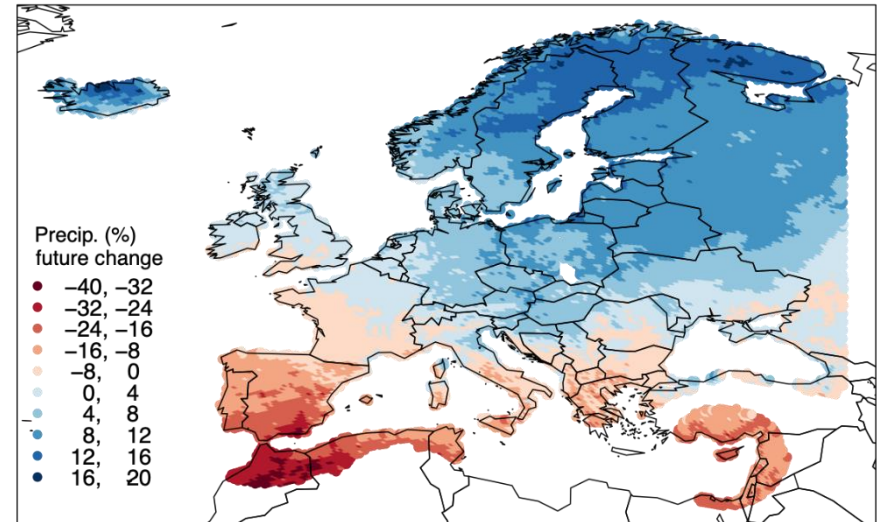
Precipitació, evapotranspiració real i balanç hídric

Tot i que la vinya és resistent a la sequera perquè té arrels profundes, **l'aigua és un factor limitant del seu creixement**

OBSERVAT



CANVI FUTUR (mitjana multi-model)



Evapotranspiració real (ETR)

La pèrdua d'humitat d'una superfície per evaporació directa i la pèrdua d'aigua per transpiració de la vegetació

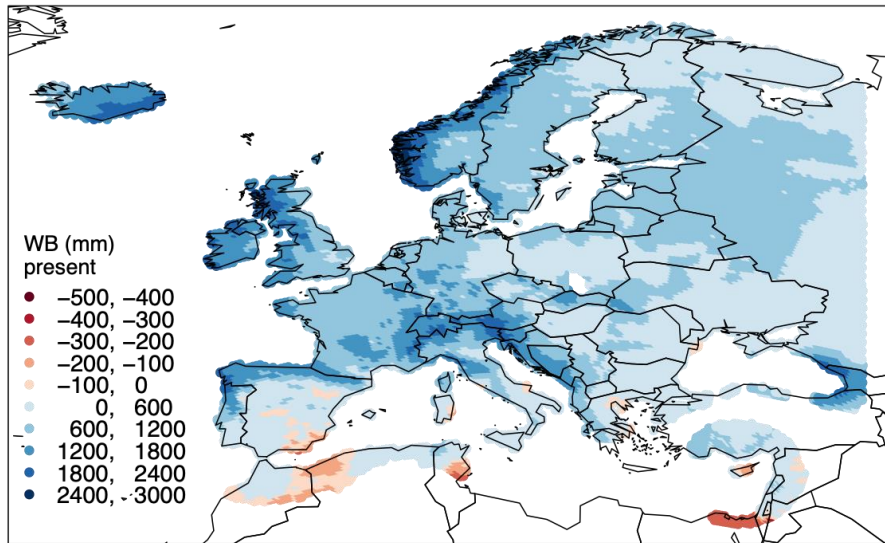
$$ETR = K_c \cdot ETP \quad (Thorntwaite 1948)$$

Balanç hídric (BH)

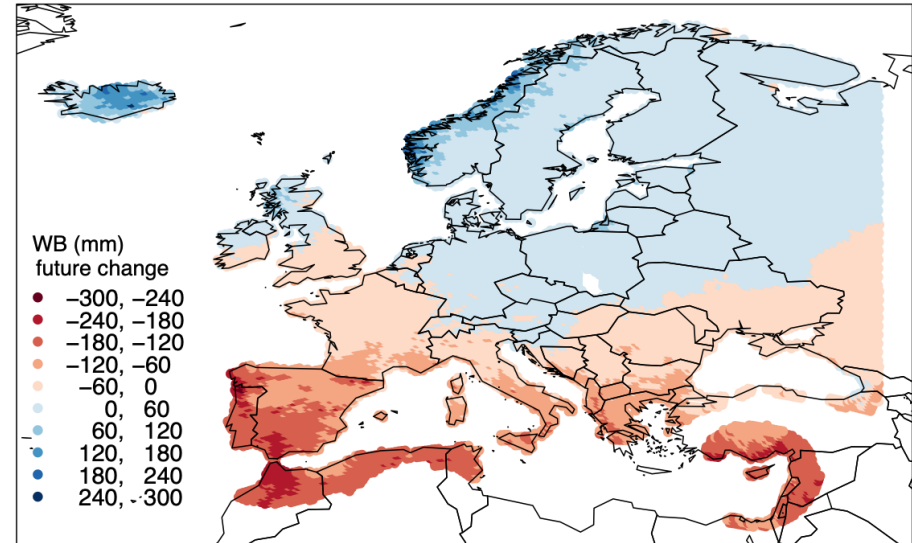
$$BH = P - ETR$$

Balanç hídric

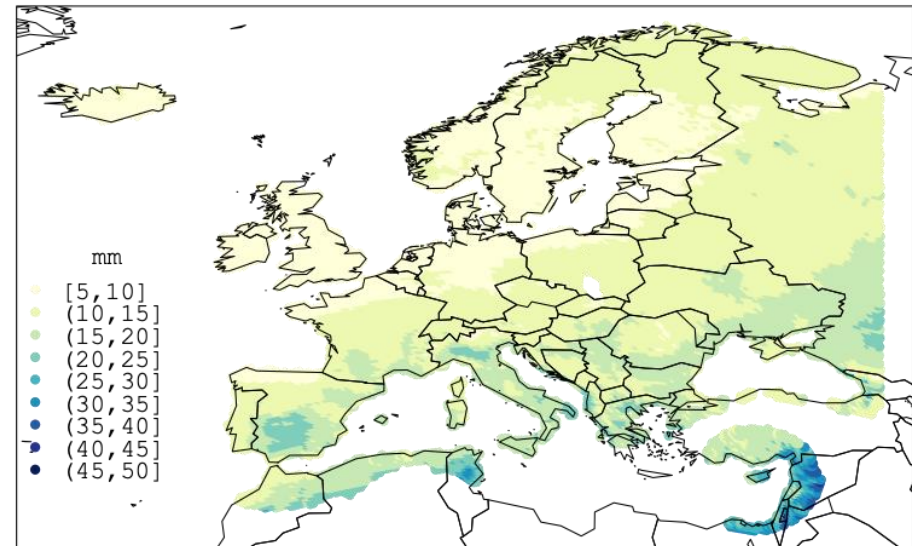
OBSERVAT



CANVI FUTUR (mitjana multi-model)



STD (canvi futur multi-model)



Si augmenta el dèficit hídric, la taxa de transpiració i, per tant, la dissipació de la calor també es veuen afectades per **un augment de la temperatura de les fulles** (Hsiao, 1973).

Si la tendència actual continua ... caldrà que s'adoptin noves estratègies i pràctiques de gestió per mantenir els objectius de qualitat i producció del sector vinícol a Europa.



Enreixat



Ombreig



Reg



Poda



Reubicació



Varietats/Genètica

... Factors que podrien permetre una **viticultura viable fora de les àrees d'idoneïtat previstes** (Mosedale et al. (2016); Sabir et al. (2018)).

Conclusions

- La vinya estarà exposada durant més temps a temperatures excessives per a una maduració adequada a mitjans del segle XXI.
- Segons l'evolució de la IW i la IH, ***la idoneïtat de les regions del sud d'Europa per a la producció de raïm de vi serà progressivament menys adequada***. En canvi, les **zones del nord d'Europa** no aptes per a la vinya **es podrien cultivar** en un futur pròxim.
- Es preveu una **disminució generalitzada del balanç hídric anual a la Mediterrània** a causa de la disminució de les precipitacions anuals i de l'augment de la demanda evapotranspirativa de la planta.
- S'hauria d'avaluar l'adopció de mètodes de reg més eficients, a causa del major consum d'aigua de la collita i de la reducció de les precipitacions
- La vinya i el sector socioeconòmic associat són **vulnerables al canvi climàtic** i molt probablement això requerirà la **implementació de mesures adaptatives** per mantenir els estàndards de producció i qualitat actuals.

A large tree stands as the central element, bisected vertically. The left half of the tree is vibrant and healthy, with a thick trunk and a full, rounded canopy of bright green leaves. It is set against a clear blue sky with scattered white clouds, and several small black butterflies are seen fluttering around it. The ground beneath this side is a lush, green field. The right half of the tree is a stark contrast: its trunk is thin and gnarled, and its branches are bare and skeletal. This side is set against a dramatic, fiery sky of orange and red, with a few dark, ominous clouds. The ground beneath is parched and cracked, showing deep fissures in the dry earth. The text 'MOLTES GRÀCIES!' is superimposed across the middle of the tree, spanning both halves.

MOLTES GRÀCIES!