



Universitat
de les Illes Balears



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

M.Cardell, A. Amengual i R. Romero

Grup de Meteorologia, Departament de Física, Universitat de les Illes Balears (UIB),
Palma, Mallorca, Espanya

E-mail: maria.cardell@uib.cat



Future effects of climate change on the suitability of wine grape production across Europe

M. F. Cardell¹ · A. Amengual¹ · R. Romero¹

Received: 29 November 2018 / Accepted: 20 April 2019
© Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2019

Abstract

Climate directly influences the suitability of wine grape production. Modified patterns of temperature and precipitation due to climate change will likely affect this relevant socio-economic sector across Europe. In this study, prospects on the future of bioclimatic indices linked to viticultural zoning are derived from observed and projected daily meteorological data. Specifically, daily series of precipitation and 2-m maximum and minimum temperatures from the E-OBS data-set have been used as the regional observed baseline. Regarding projections, a suite of regional climate models (RCMs) from the European CORDEX project have been used to create projections of these variables under the RCP4.5 and RCP8.5 future emission scenarios. A quantile-quantile adjustment is applied to the simulated regional scenarios to properly project the RCM data at local scale. Our results suggest that wine grape growing will be negatively affected in southern Europe. We expect a reduction in table quality vines and wine grape production in this region due to a future increase in the cumulative thermal stress and dryness during the growing season. Furthermore, the projected precipitation decrease, and higher rates of evapotranspiration due to a warmer climate will likely increase water requirements. On the other hand, high-quality areas for viticulture will significantly extend northward in western and central Europe. The suitability zoning for the mid-century derived from this study could contribute to better design new strategies and management practices that would benefit the European winemaking sector.

Keywords Climate change · Europe · Bioclimatic indices · Wine grape production

Introduction

European wine production represents more than 70% of the world total, and it is a sector of great relevance for the environment, society, and economy across the continent. According to the State of the Vitiviniculture World Market 2018 (<http://www.oiv.int>), Europe vineyards account for approximately 52.7% of the total vine cultivation areas worldwide. They are especially predominant in the Mediterranean region, particularly in Spain, France, and Italy. Several studies analyze the effects of climate change in viticulture, since climate plays an important role in grape wine global distribution, its growth and wine quality (Van Leeuwen et al. (2004); Jones (2006); Santos et al. (2011)).

Grapevine is one of the most sensitive crops to climate modifications, so that it needs a basal temperature of 10 °C for its growing cycle (Amerine et al. (1944); Winkler (1974)). Adequate solar radiation is also required for its correct development (e.g., Magalhães (2008)). Vineyards are traditionally grown in areas where the average temperature during the ripening season (April–October for the Northern Hemisphere) is between 12 and 22 °C (Jones 2006). This optimum temperature is different for each grape variety: 15.0 °C for Pinot Noir, 15.5 °C for Chardonnay, 17.2 °C for Cabernet Franc, 17.5 °C for Tempranillo, 18.0 °C for Merlot, 18.2 °C for Gamacha. In addition, the thermal optimum for the development of the fruit in summer is within the 20–30 °C range. High temperatures during the ripening season contribute to obtain a fruit with less aromas and a loss of pigments, such as lycopene (Collins et al. 2006). The plant photosynthetic system can be negatively affected by a prolonged exposure to extreme hot temperatures (e.g., above 40 °C, Berry and Bjorkman (1980)). Consequently, high temperatures can compromise grape vine productivity and quality (Kliewer (1977); Mullins et al. (1992)). Grapevines have the capacity to tolerate temperatures

✉ M. F. Cardell
maria.cardell@uib.es

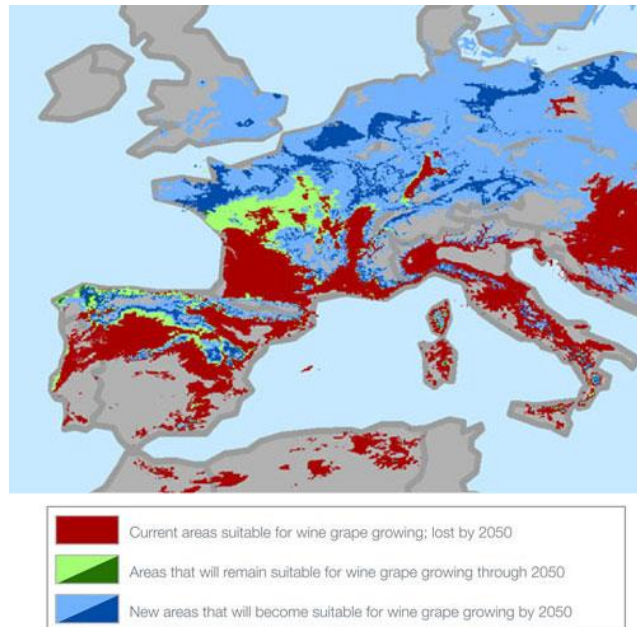
¹ Departament de Física, Universitat de les Illes Balears,
07122 Palma, Spain

1. 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*



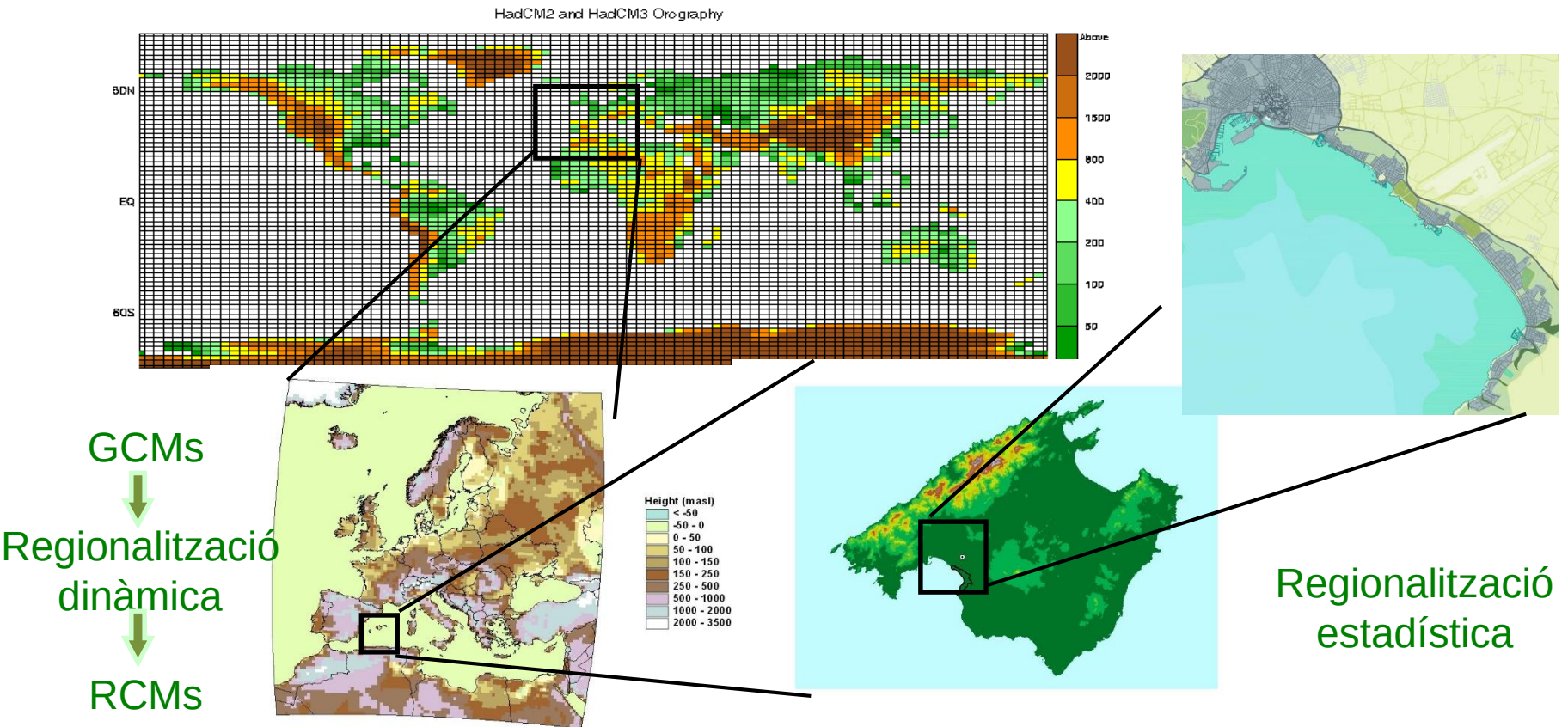
*Efectes diferents depenent del cultiu
(**vinya**, cigrons, tomàquet, ametlles ..)*



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)

Eines per explorar els impactes del canvi climàtic

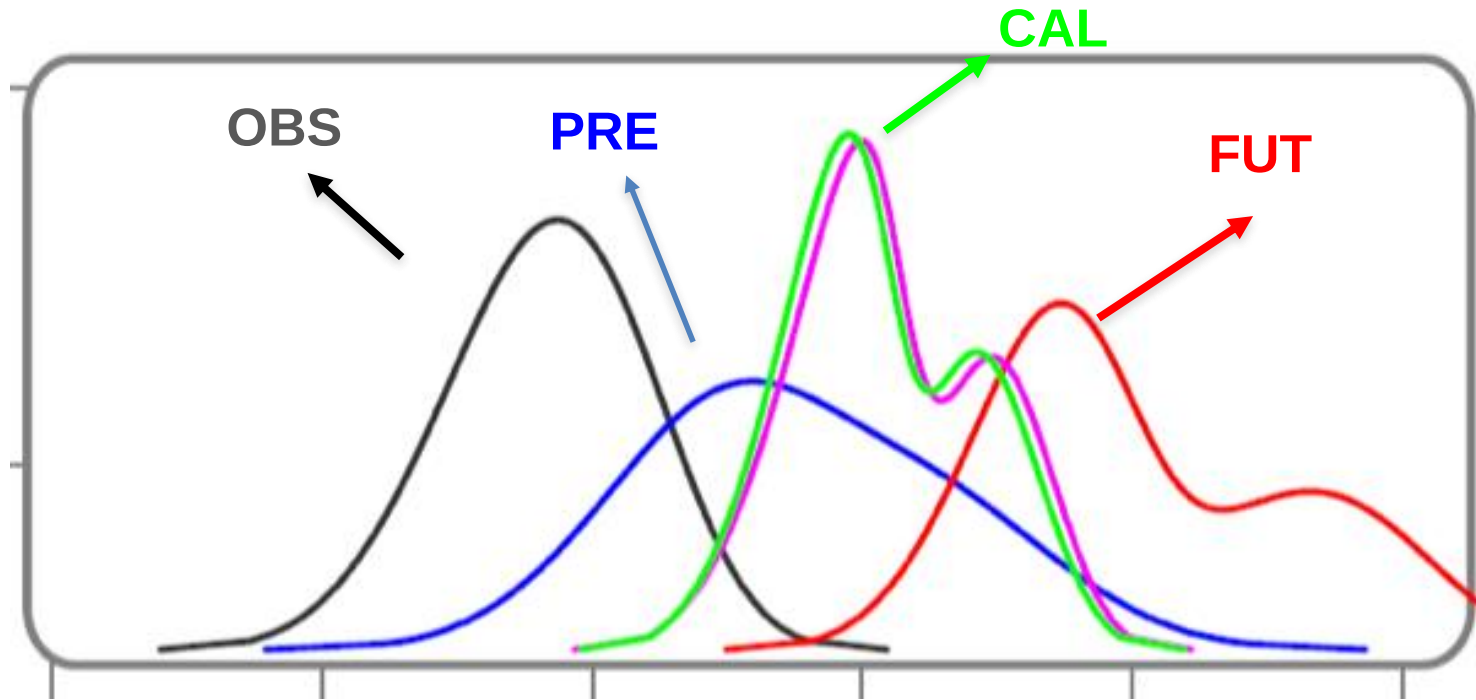
- **Escales regionals:** Regionalització dinàmica. Models regionals de clima
- **Escales locals:** Regionalització estadística i calibratge dels RCMs



Ajust Quantil - Quantil

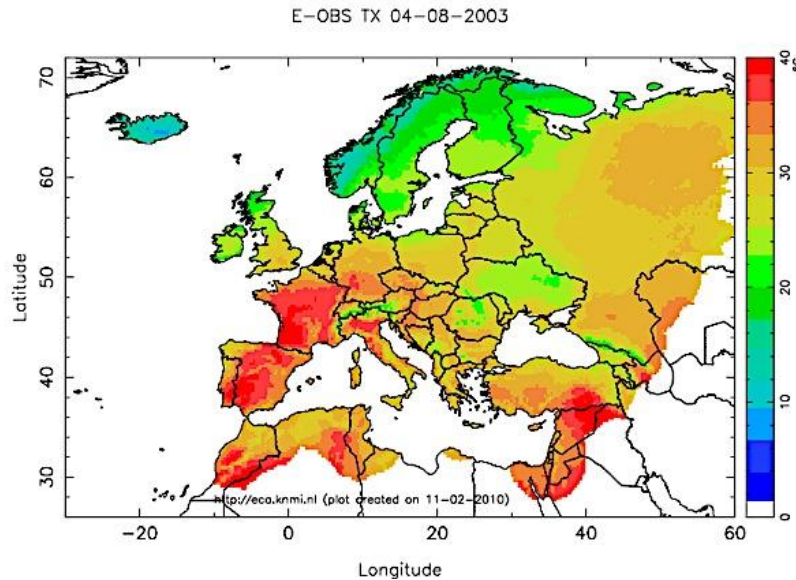
(Cardell et al. 2019a)

$$p_i = o_i + g\bar{\Delta} + f\Delta'_i,$$

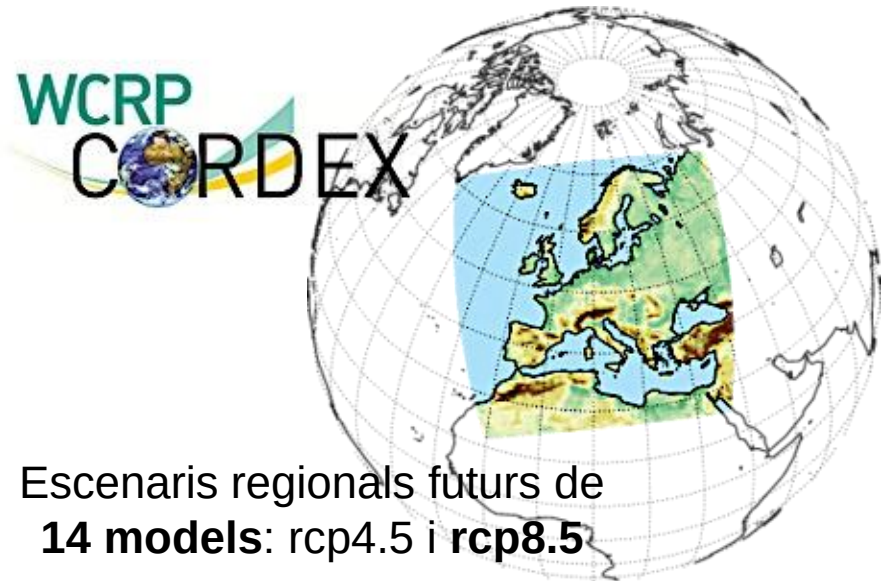


2. Base de dades i metodologia

E-OBS (25 km)



EURO-CORDEX (12,5 km)



Series diàries de:

- **Temperatures** mínimes i màximes a 2 metres
- **Precipitació acumulada**

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



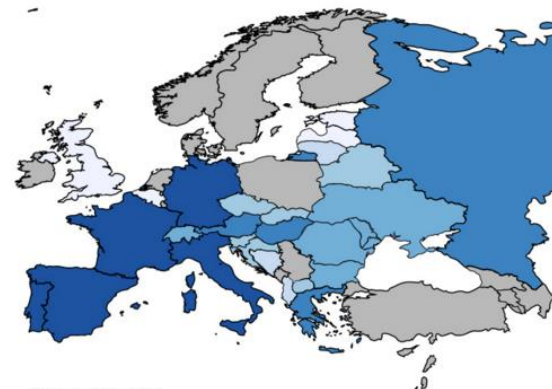
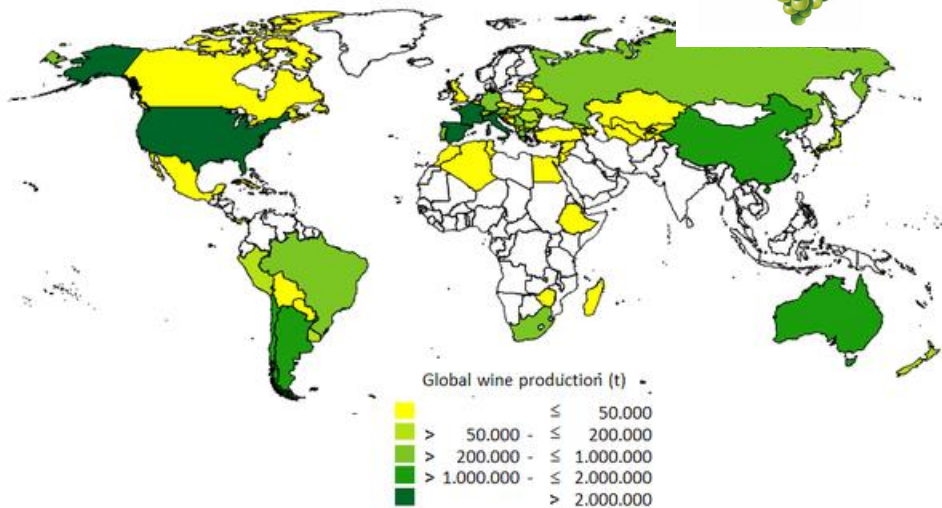
Pinot Noir



Merlot

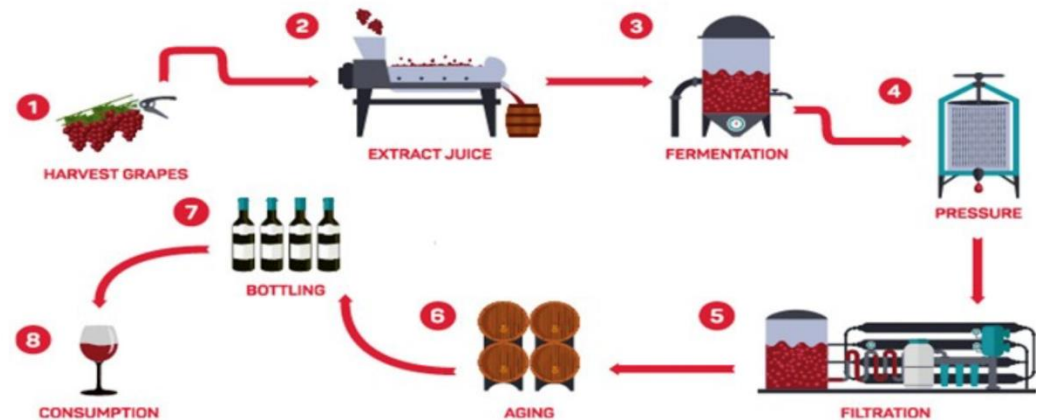


Riesling



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.

3. 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**



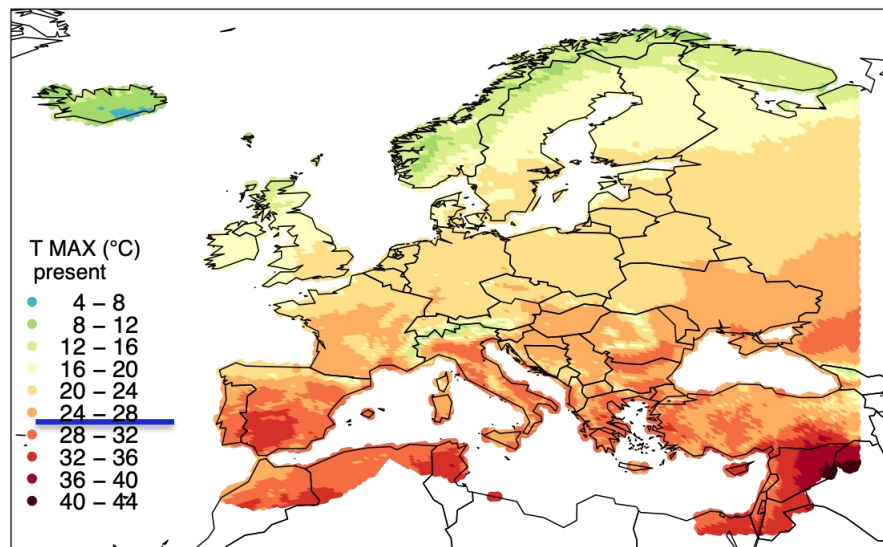
Condicions tèrmiques severes d'estrès

- 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).

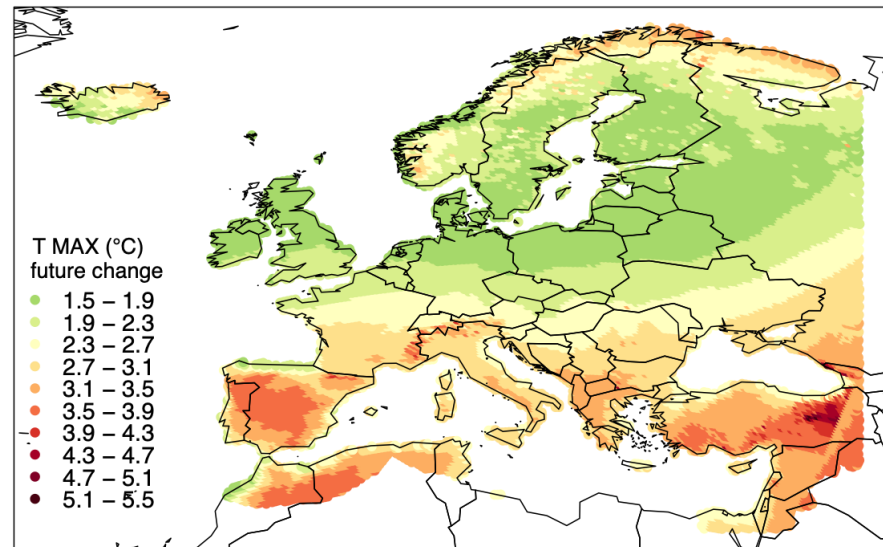


3.1 Temperatura màxima mitjana estival (maduració)

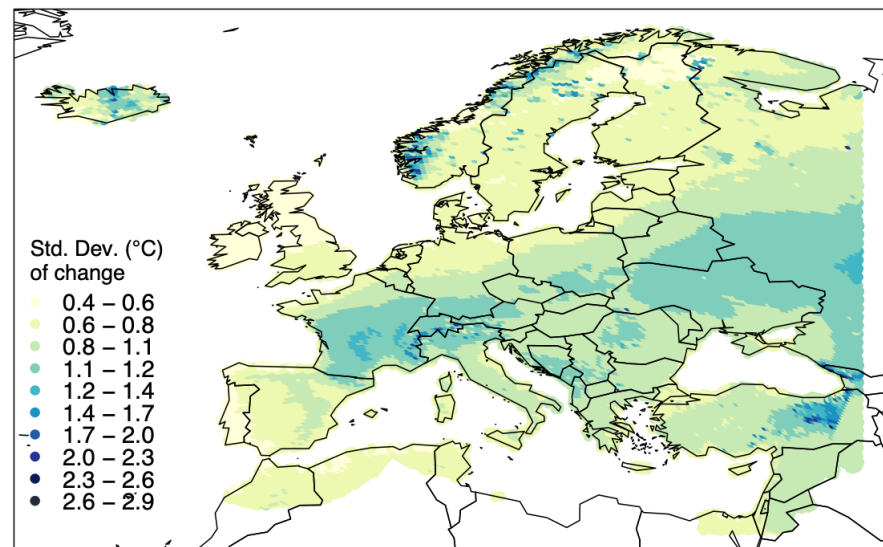
OBSERVAT



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



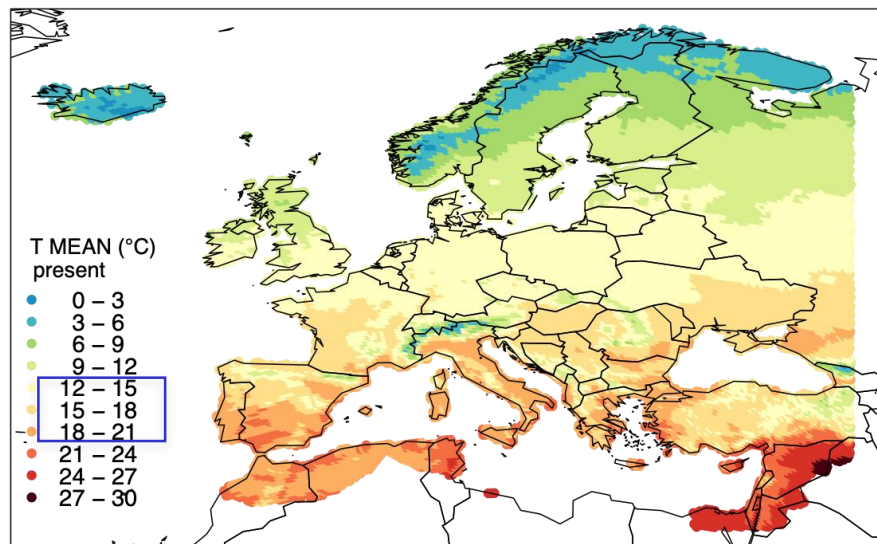
Es mostren els resultats en el **futur mitjà (2046-2070)** ja que permet donar temps suficient al sector vitivinícola per implementar noves estratègies i pràctiques d'adaptació i gestió als impactes del canvi climàtic



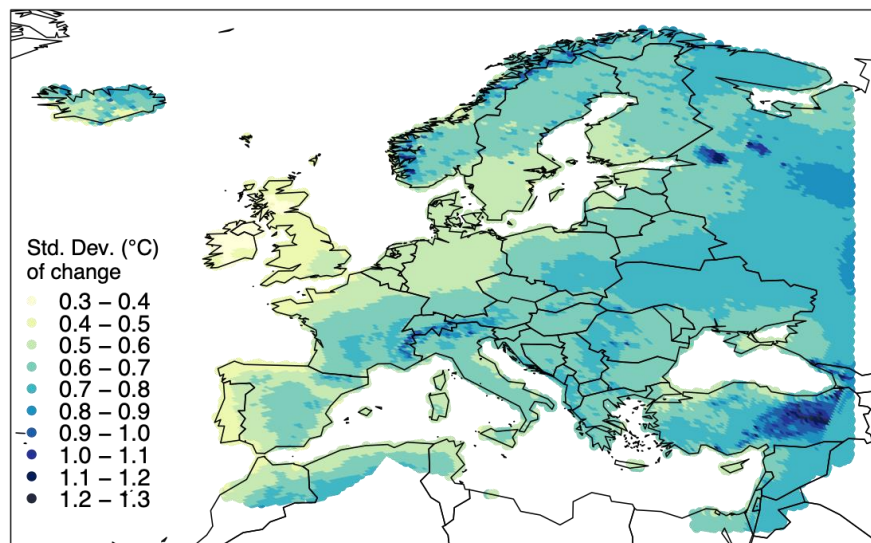
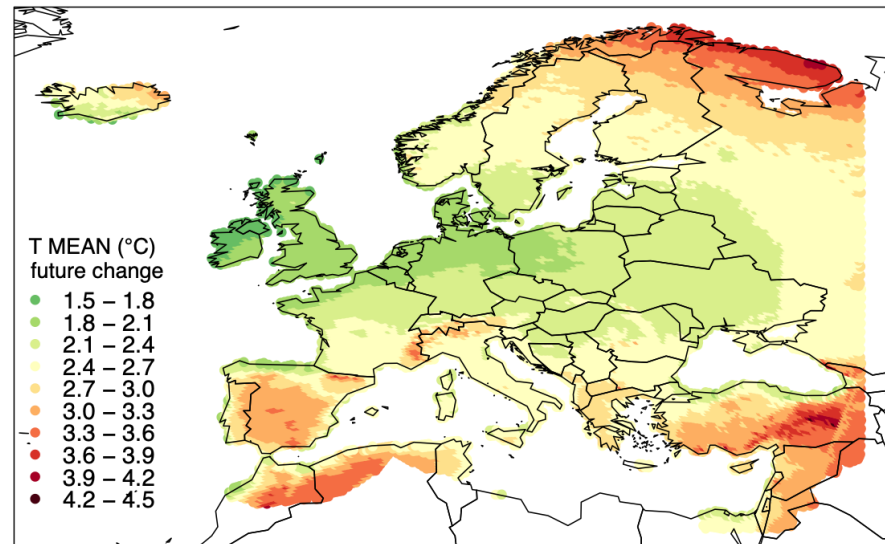
STD (canvi futur multi-model)

3.2 Temperatura mitjana abril-octubre (creixement-maduració)

OBSERVAT



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



STD (canvi futur multi-model)

3.3 Índex de Winkler

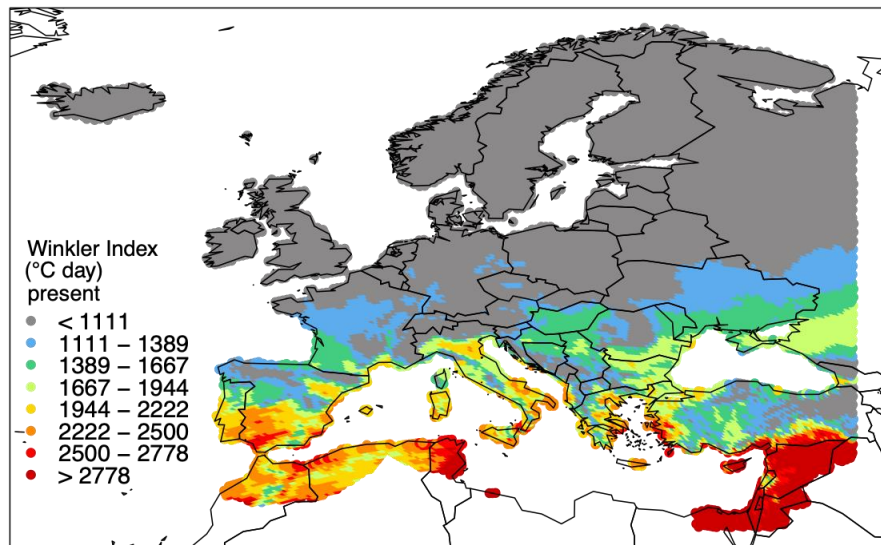
- Mesura l'acumulació de calor (en graus dia) per sobre del zero vegetatiu (10 °C), durant la temporada de creixement-maduració (Amerine i Winkler, 1944).

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

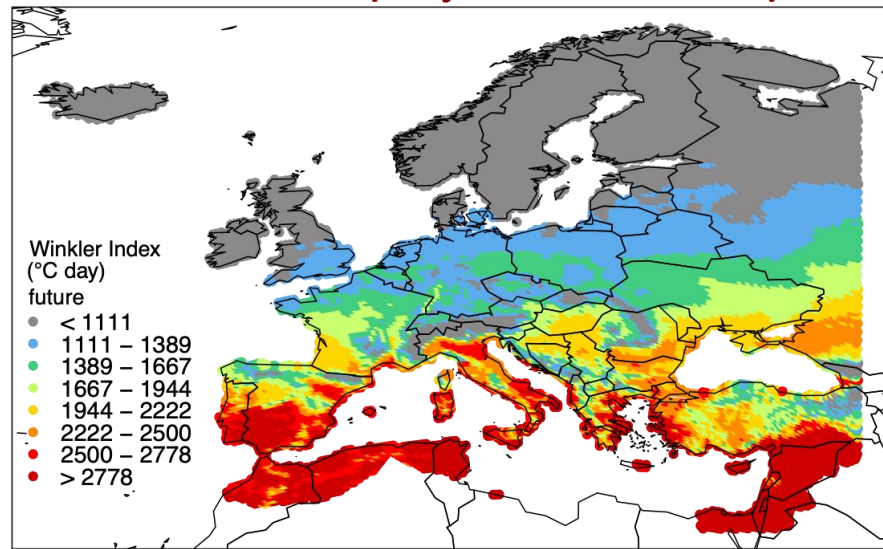
Regió/classe	°C dia	Capacitat de maduració general i estil del vi
Massa fred	<1111	Només les varietats de maduració molt primerenques aconseguen varietats de raïm d'alta qualitat, principalment híbrides i algunes vinífera
Regió I	1111-1389	Només les varietats de maduració primerenca aconseguen una alta 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

3.3 Índex de Winkler

OBSERVAT

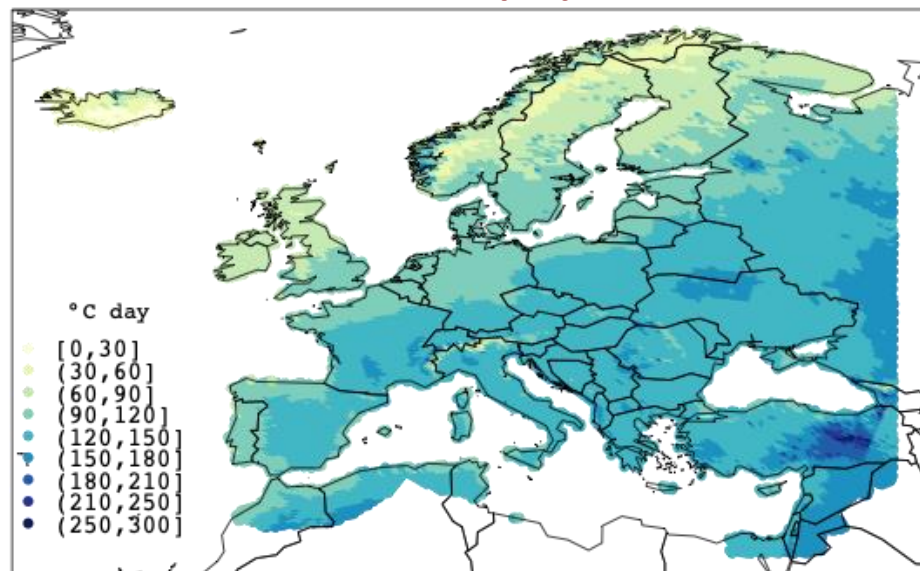


FUTUR PROJECTAT (mitjana multi-model)



- 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)



3.4 Índex de Huglin

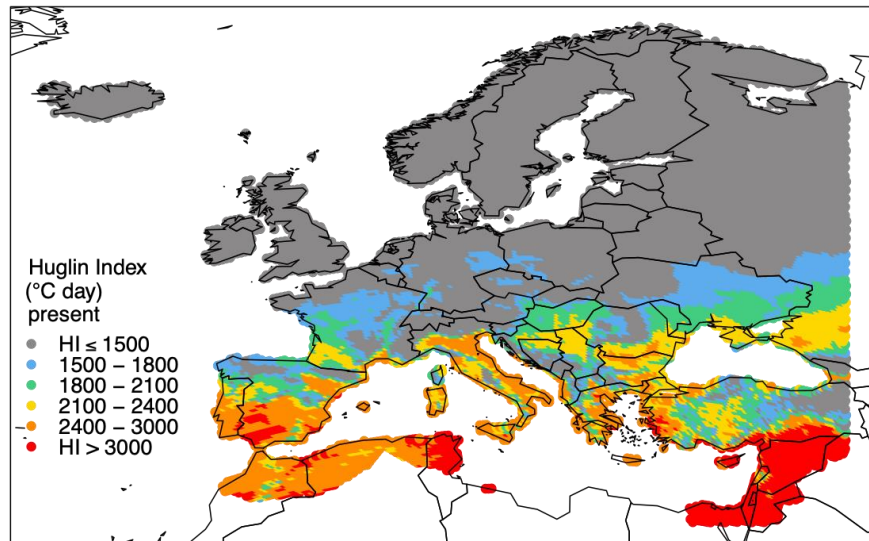
- Estima el potencial heliotèrmic d'una condició climàtica específica i està relacionat amb els requeriments tèrmics de les varietats de vinya i el seu potencial contingut en sucre.

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

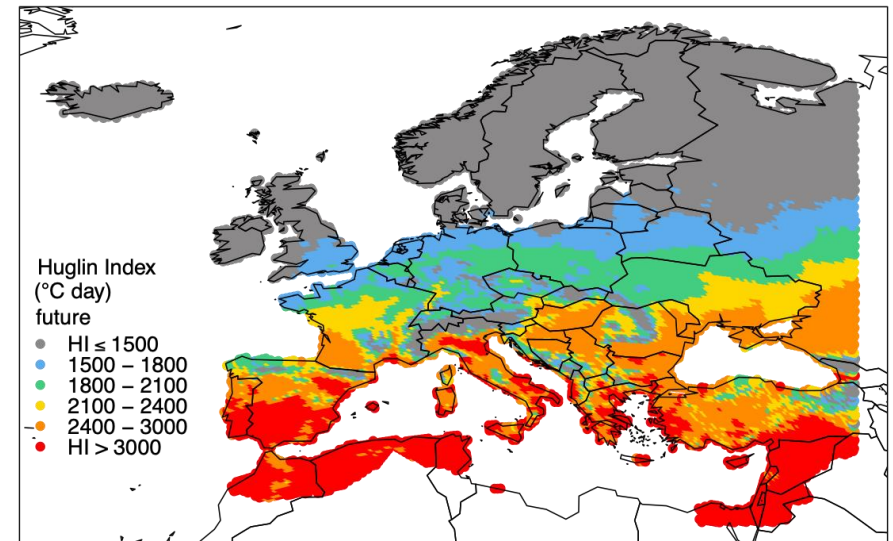
Regió/classe	HI	Varietat
Molt fred	HI <= 1500	Sense suggerències
Fred	1500 < HI <= 1800	Blauer Portugieser, Pinot blanc, Pinot noir, Chardonnay.
Temperat	1800 < HI <= 2100	Cabernet Franc, Chenin blanc, Merlot, Ugni blanc.
Càlid temperat	2100 < HI <= 2400	Tempranillo, Grenache, Carignan, Aramon.
Càlid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

3.4 Índex de Huglin

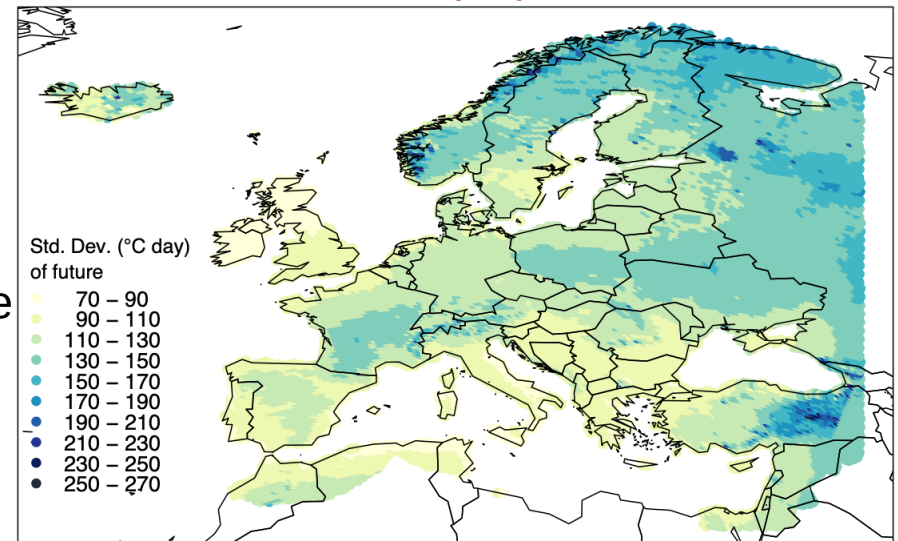
OBSERVAT



FUTUR PROJECTAT (mitjana multi-model)



STD (futer projectat multi-model)

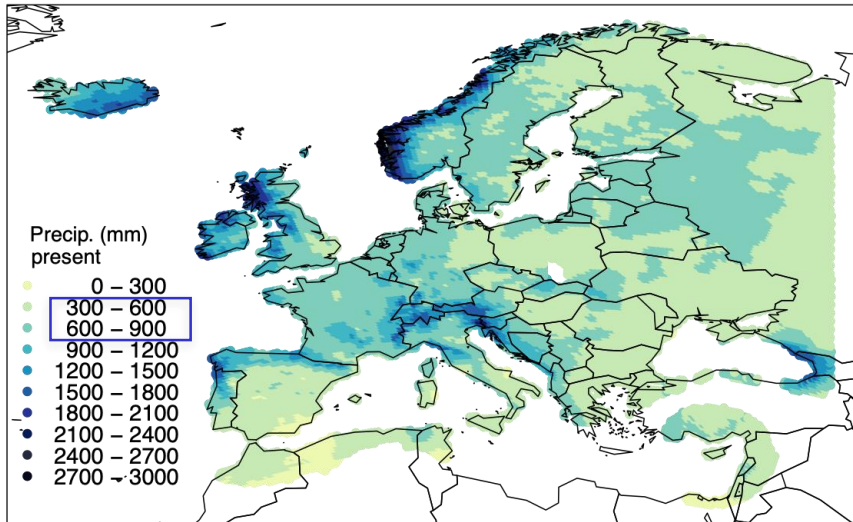


- Molt fred
- Fred: Pinot blanc, Pinot noir
- Temperat: Cabernet Franc, Merlot
- Càlid Temperat: Tempranillo, Grenache
- Càlid
- Molt càlid

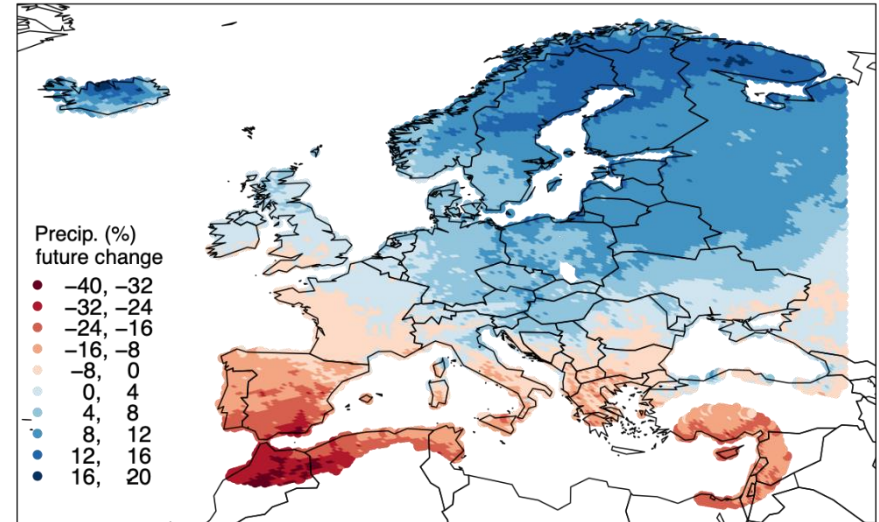
Precipitació, evapotranspiració real i balanç hídric

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

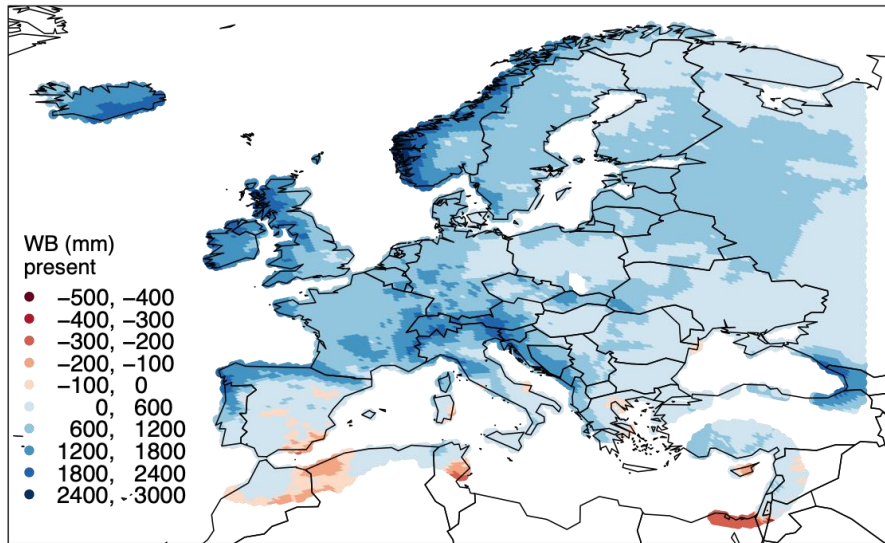
$$ETR = K_c \cdot ETP \quad (Thorntwaite 1948)$$

Balanç hídric (BH)

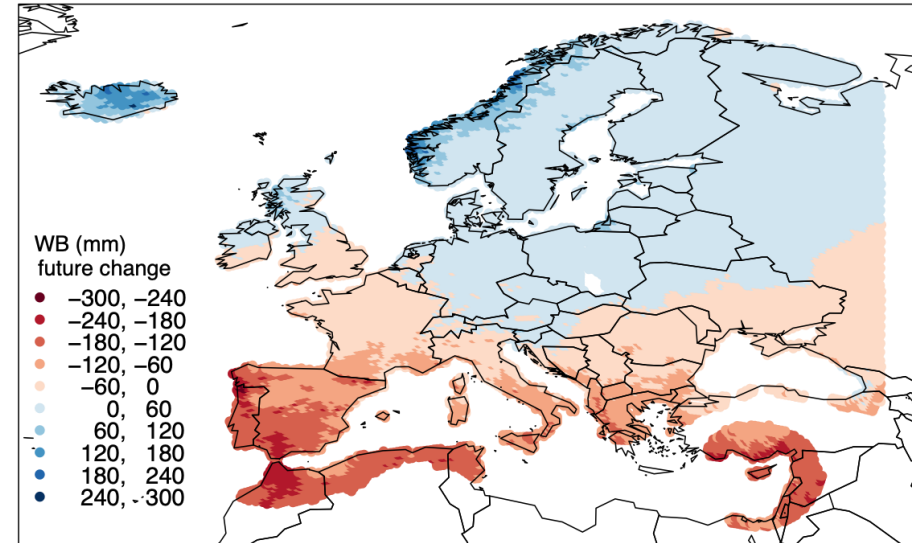
$$BH = P - ETR$$

3.5 Balanç hídric

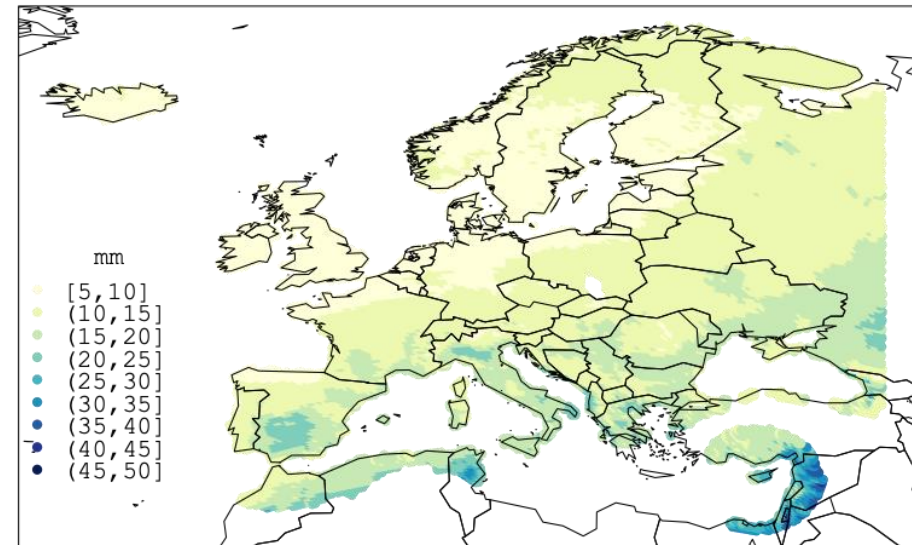
OBSERVAT



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)).

4. 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.

Agraiments:

COASTEPS CGL2017-82868-R (AEI/FEDER, UE)

EXTREMO CGL2014-52199-R (AEI/FEDER, UE) MINECO (Spain)

FPI-CAIB (FPI/1931/2016, Conselleria d'Innovació, Recerca i Turisme del Govern de les Illes Balears and the Fons Social Europeu)

Cardell, M.F., Romero, R., Amengual, A., Homar, V., and Ramis, C. (2019a). A quantile-quantile adjustment of the EURO-CORDEX projections for temperatures and precipitation. *International Journal of Climatology*. 39(6):2901–2918. <https://doi.org/10.1002/joc.5991>

Cardell, M.F., Amengual, A., and Romero, R. (2019b). Future effects of climate change on the suitability of wine grape production across Europe. *Regional Environmental Change*. <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01502-x>



EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL
DEVELOPMENT FUND
"A way to make Europe"



Universitat
de les Illes Balears