Xornada técnica "Os Retos da Viticultura ante o Cambio Climático"

Orense, 5 de Junho de 2018

A vitivinicultura Ibérica en un contexto de variabilidad e cambio climático: potenciáis impactos e medidas de adaptación

Aureliano C. Malheiro

E-mail: amalheir@utad.pt

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

CITAB

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5001-801 Vila Real

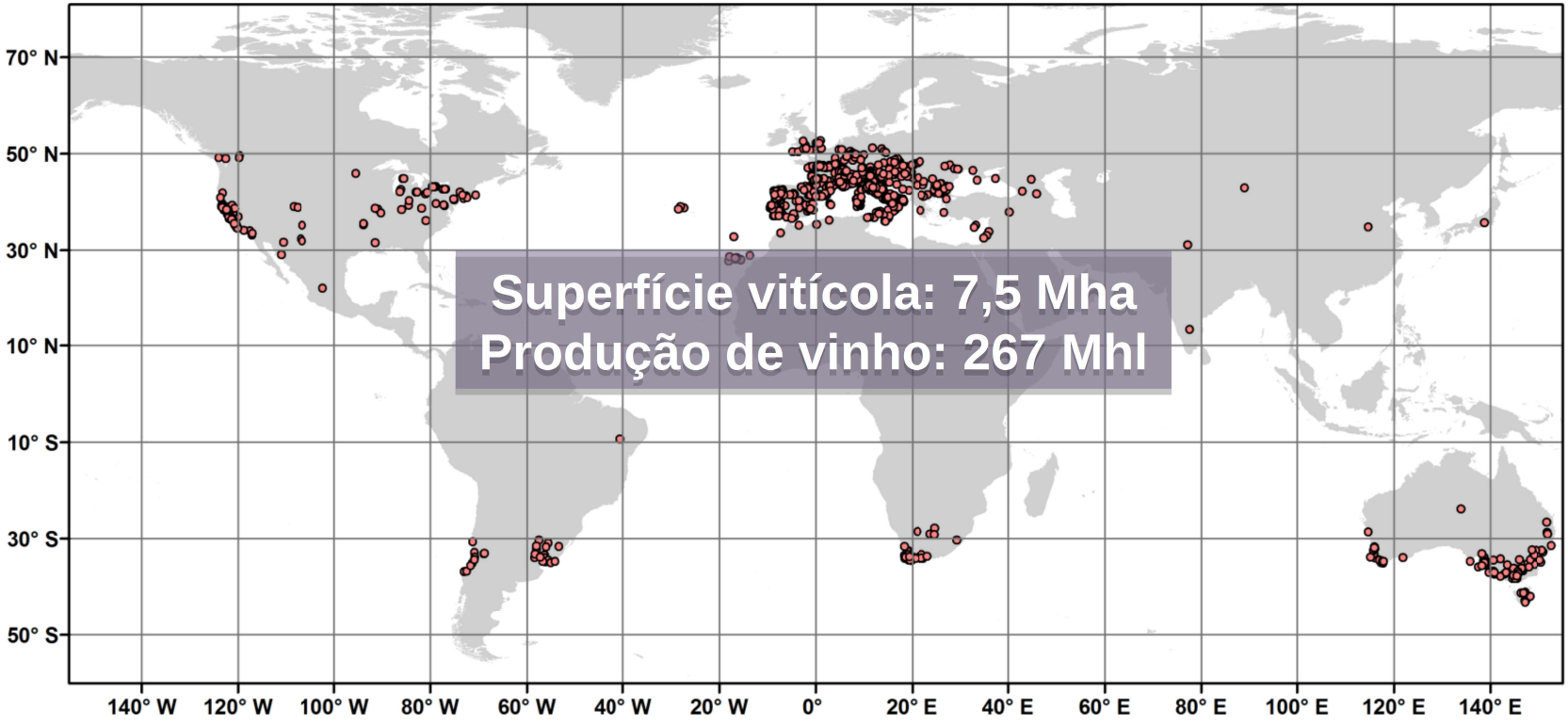
Centro de Investigação e de Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas

INNOVINE & WINE

Estrutura da Apresentação

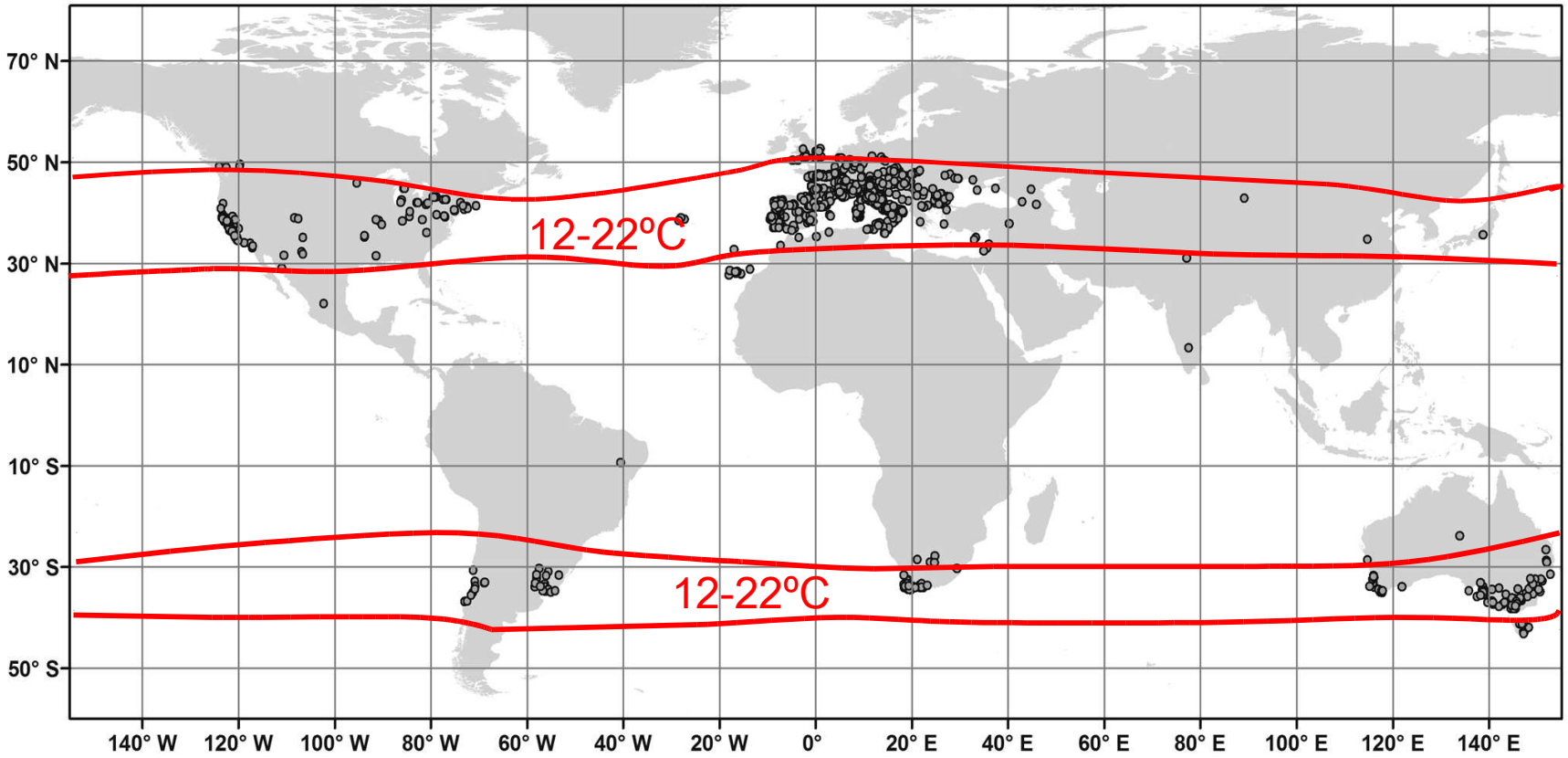
- ✓ La viña no mundo
- ✓ Vitivinicultura e o clima
- ✓ Cambio Climático
- ✓ Medidas de adaptação

Regiões vitivinícolas mundiais



Fonte: OIV (2016)

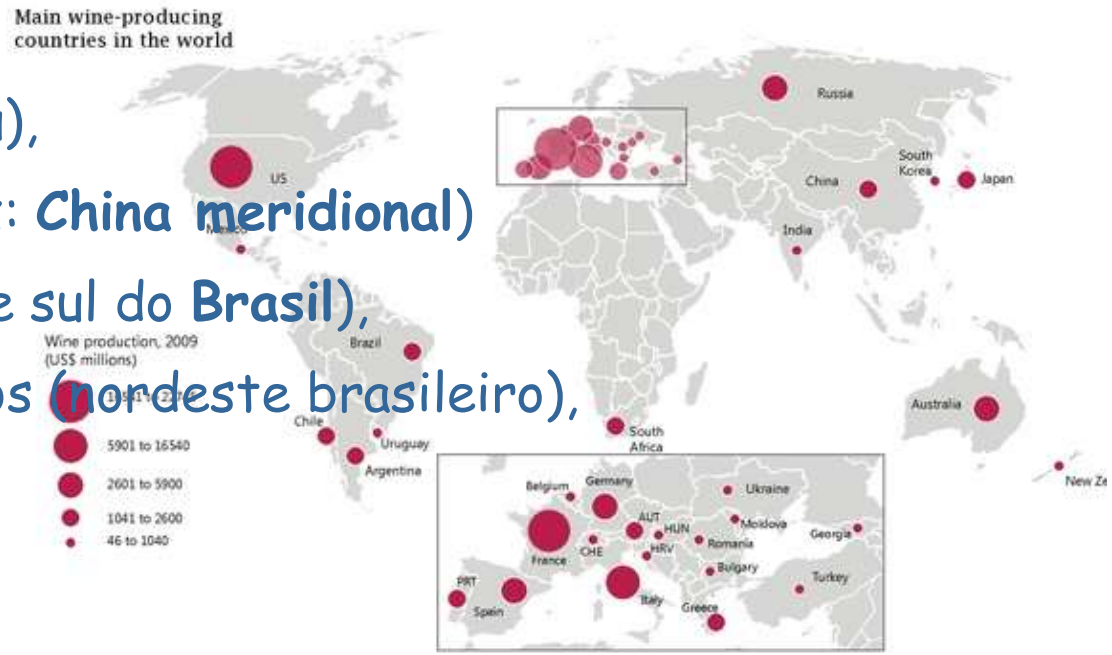
Macrozonagem vitivinícola



Produção vitivinícola: temperatura média, Abril a Outubro (HN): 12-22°C.
Outubro a Abril (HS)

Macrozonagem vitivinícola

- Mediterrâneos,
- Temperados oceânicos (ex: Bordéus, Nova Zelândia),
- Temperados oceânicos quentes (ex: região de Veneto – NE Itália),
- Temperados de transição ou semi-continentais (ex: Champagne),
- Continentais (região a norte e sul de Pequim, **China**),
- Continentais (ex: **Quebeque**),
- Subtropicais (ex: Montevideu),
- Subtropicais continentais (ex: **China meridional**)
- Tropicais atenuados (centro e sul do **Brasil**),
- Tropicais semi-áridos ou áridos (nordeste brasileiro),
- Semi-áridos (ex: Austrália),
- Hiperáridos (ex: **Peru**).

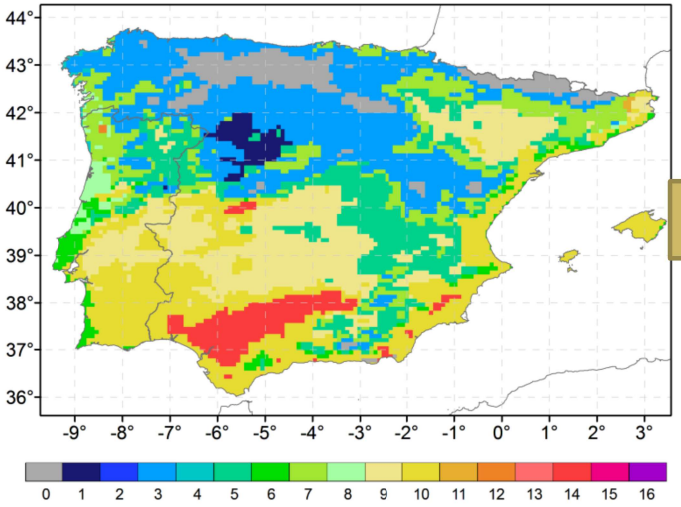


Viticultura Ibérica

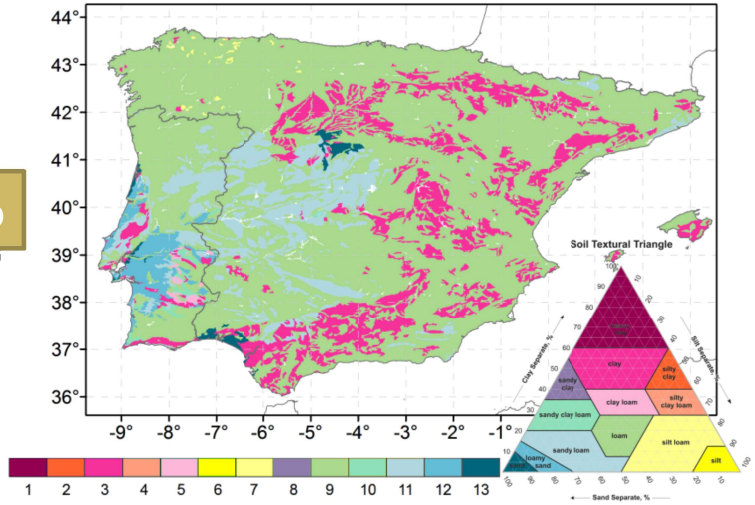
País	Prod. (10^6 hl) / Growth rate (since 2007)		Area (10^3 ha) / Growth rate (since 2007)	
France	49.6	9%	807	-7%
Italy	41.6	-10%	776	-6%
España	34.3	-1%	1032	-4%
USA	18.7	-6%	405	2%
Argentina	15.5	3%	218	-4%
China	13.2	6%	560	4%
Australia	11.0	14%	174	0%
Chile	10.6	29%	202	3%
South Africa	9.3	-1%	131	-12%
Germany	9.1	-	-	-
Portugal	**5.9**	**-2%**	**235**	**-3%**

*OIV

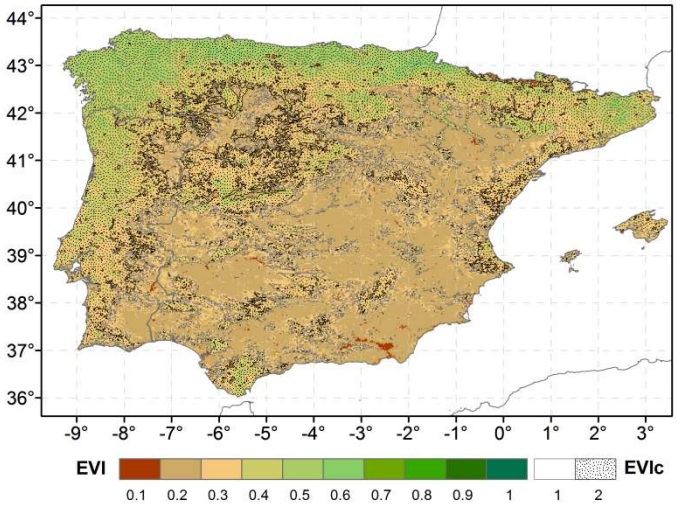
Clima



Solo



Expressão vegetativa



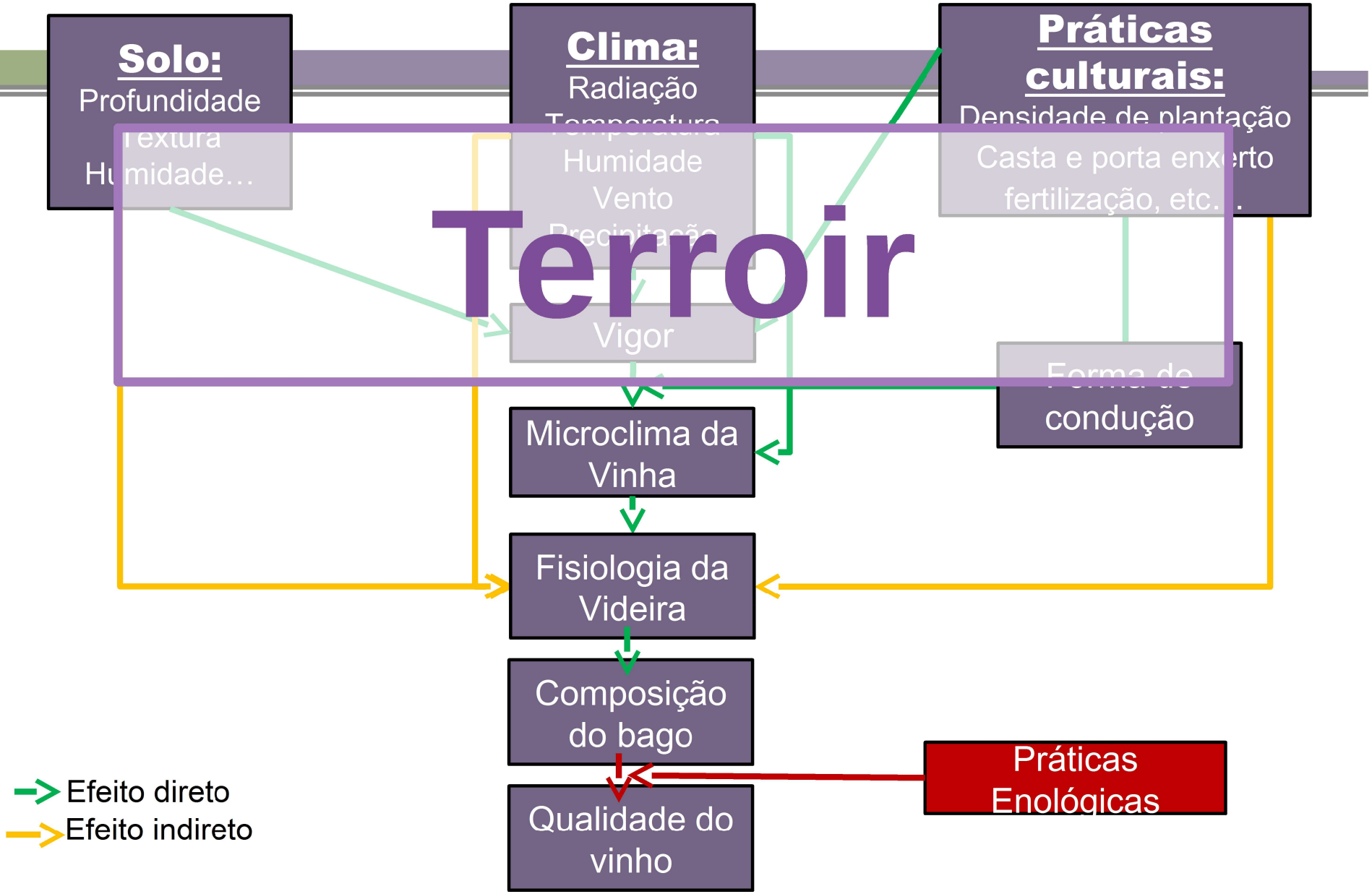
Maioria das vinhas situam-se em regiões com **clima temperado, seco e com baixo crescimento** vegetativo

"Integrated analysis of climate, soil, topography and vegetative growth in Iberian viticultural regions", *PLOS ONE* 9, 9: e - 108078.

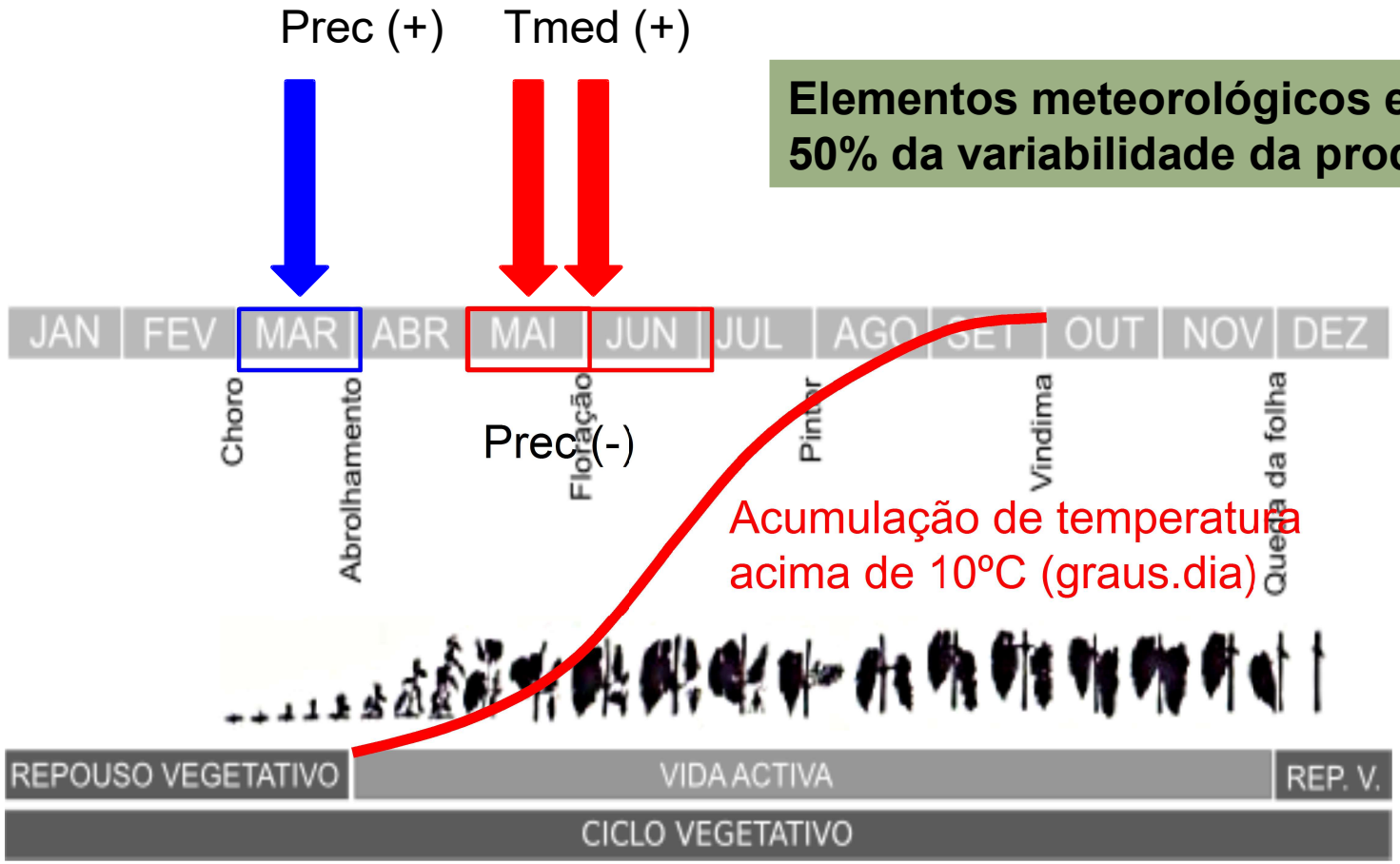
Vitivinicultura e clima

Relação da Qualidade do Vinho e o Solo-Clima-Práticas Vitícolas

(adaptado de Smart et al., 1985)



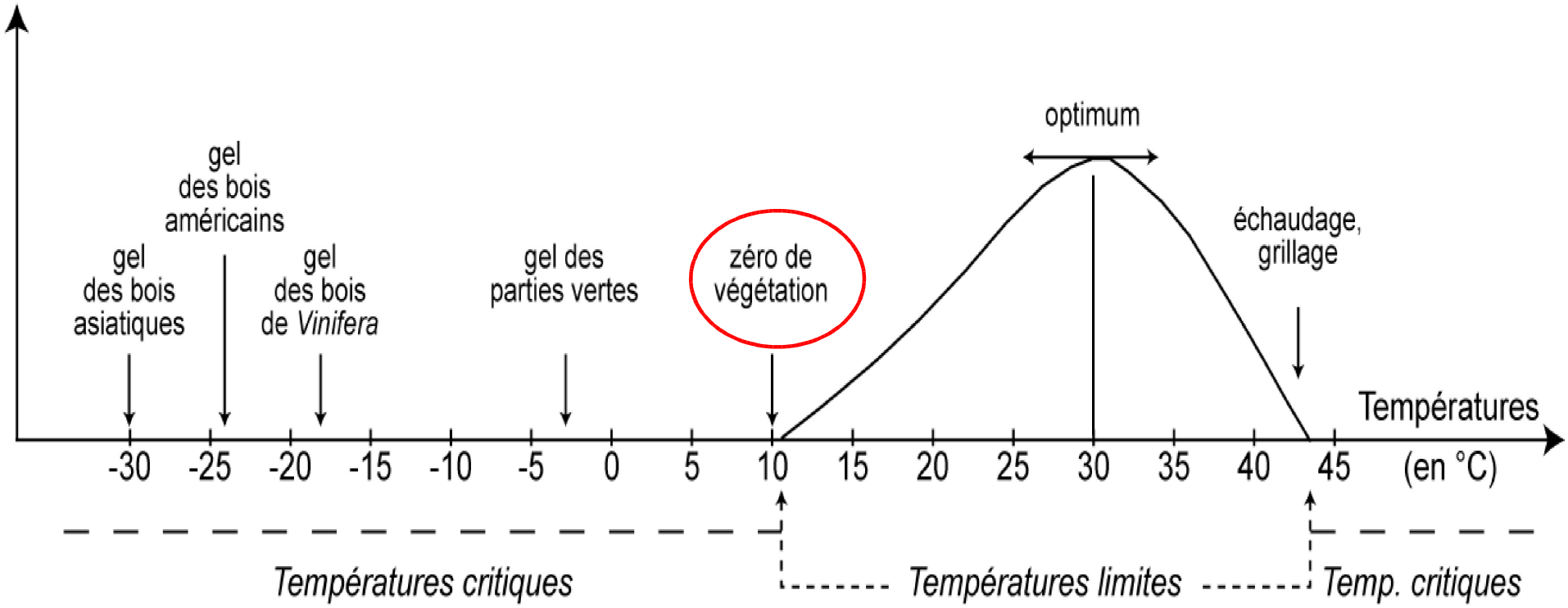
Produção na Região do Demarcada do Douro



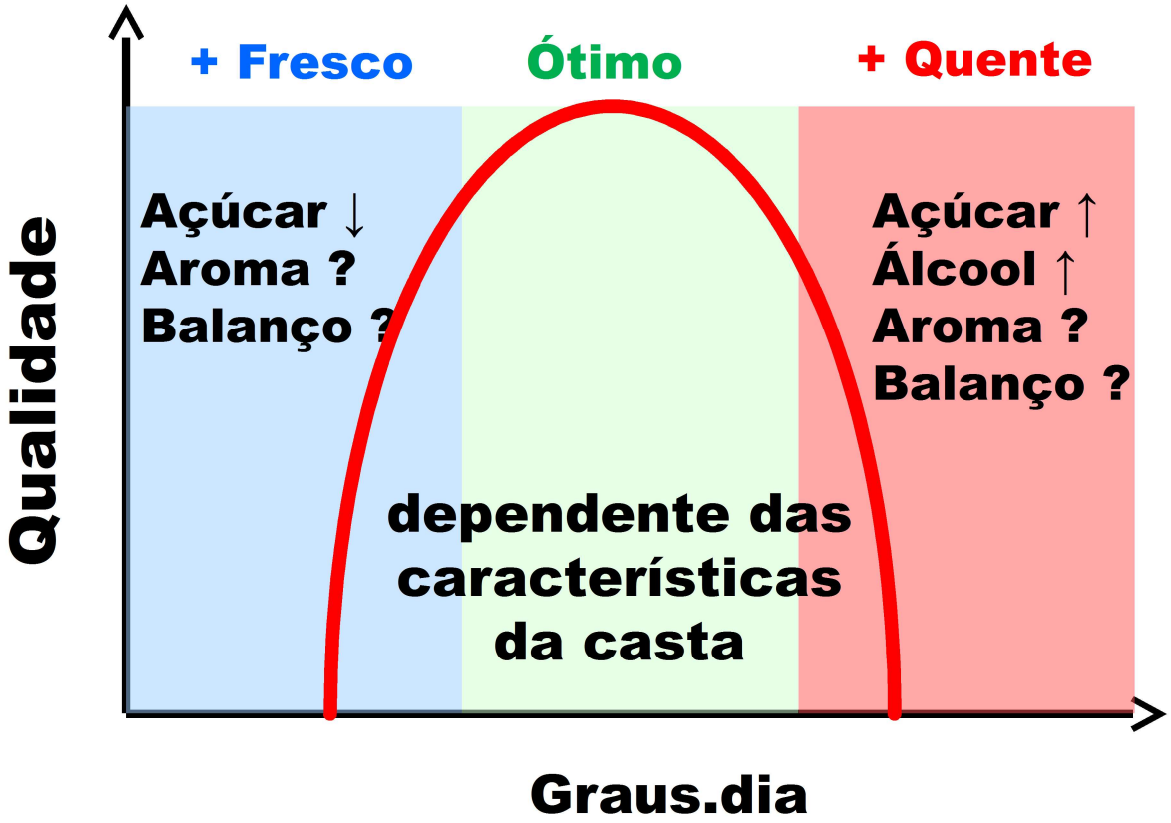
Elementos meteorológicos explicam 50% da variabilidade da produção

Fonte: Santos et al. 2011, IJB

Temperaturas limite e críticas da vinha (Crespy, 1987)



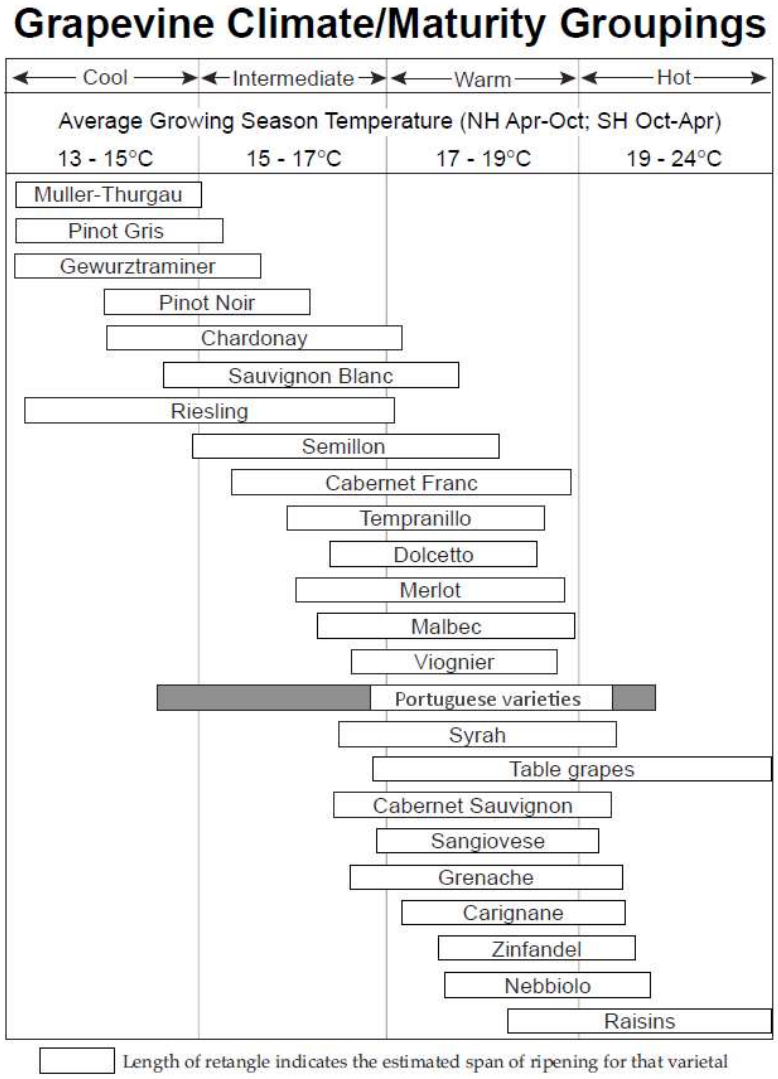
Clima vs Qualidade

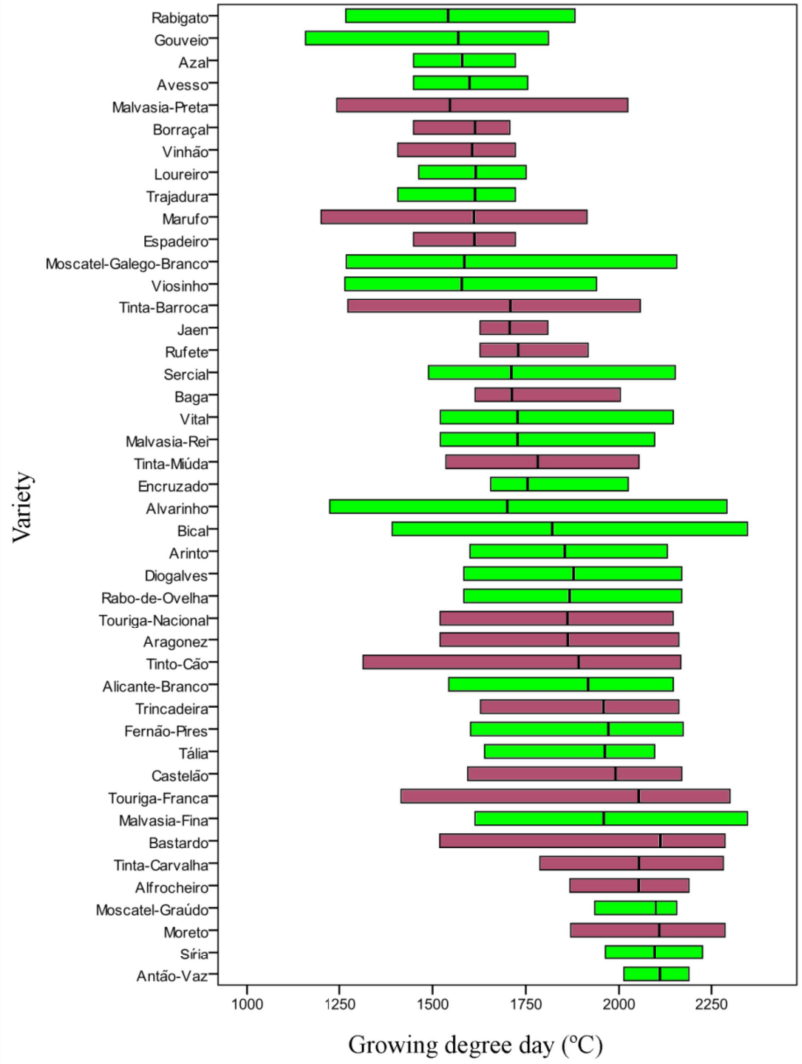


*Schultz 2008

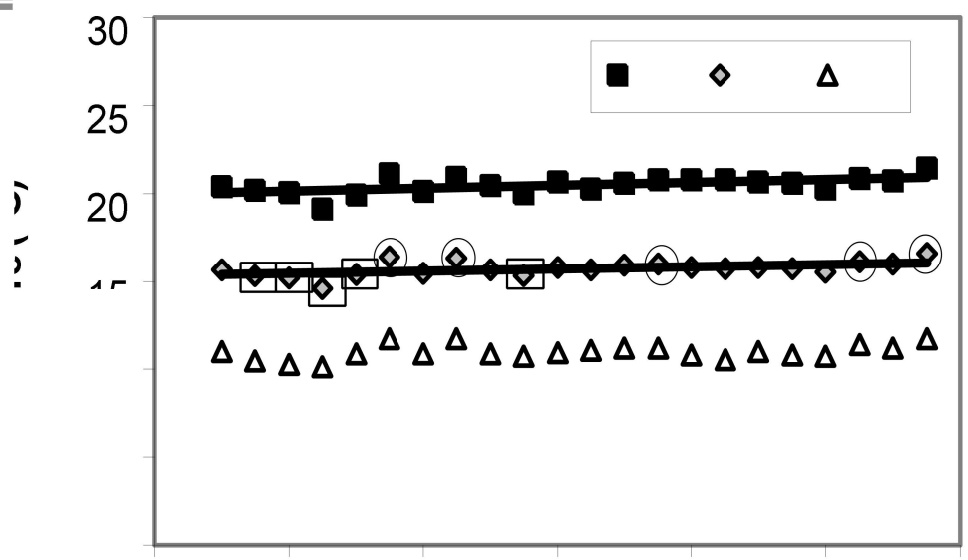
Plasticidade varietal

Castas com maior plasticidade regional poderão estar melhor adaptadas ao clima futuro

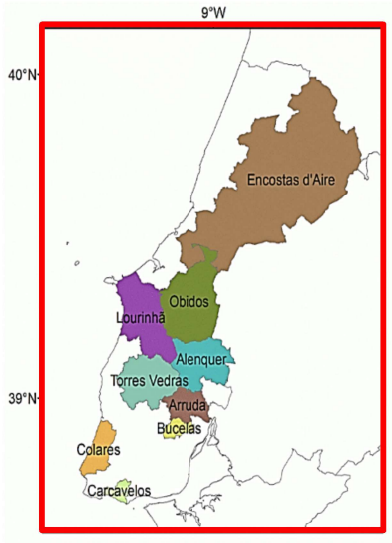




Região Vinícola de Lisboa

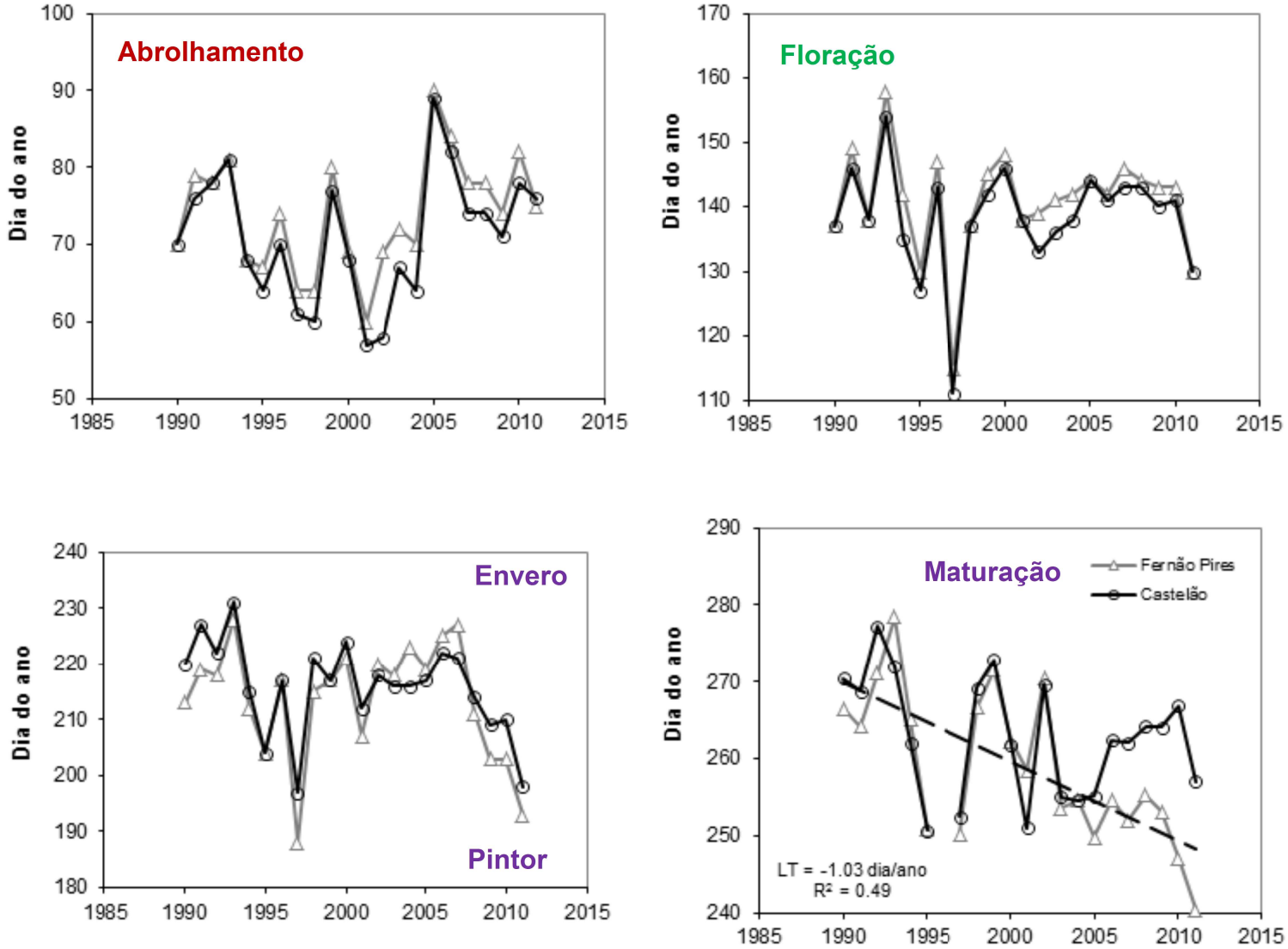


Evolução da temperatura anual em Dois Portos (1990-2011): máxima (TX), média (TG) e mínima (TN).



Fonte: Malheiro et al. 2013, IJVV

FENOLOGIA



Dois Portos (1990-2011).

FENOLOGIA

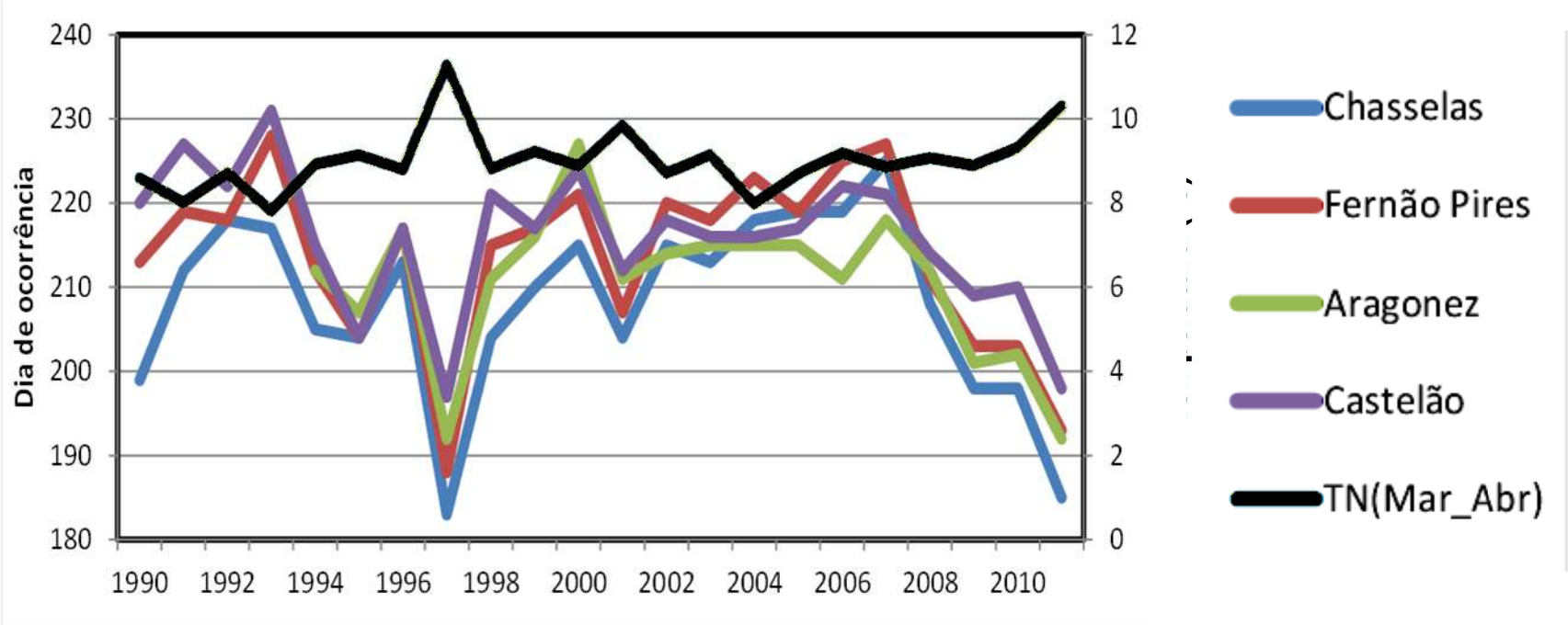
Intervalo	Casta	n	Média	Desvio Padrão	R^2	valor *p*	Tendência (dia/ano)
Abrolhamento a Pintor	Castelão	22	145	10	0.21	0.035	-0.7
	Fernão Pires	22	140	10	*ns*		
Abrolhamento a Maturação	Castelão	21	192	10	*ns*		
	Fernão Pires	21	185	13	0.49	<0.001	-1.4
Floração a Pintor	Castelão	22	78	5	0.40	0.002	-0.5
	Fernão Pires	22	73	7	*ns*		
Pintor a Maturação	Castelão	21	47	7	*ns*		
	Fernão Pires	21	45	10	0.25	0.021	-0.7

Dois Portos (1990-2011).

		Budburst	Flowering	Véraison
Castelão	Budburst			
	Flowering	**0.53**		
	Véraison	0.30	**0.80**	
	Harvest	0.32	**0.47**	**0.61**
Fernão Pires	Budburst			
	Flowering	**0.51**		
	Véraison	0.37	**0.77**	
	Harvest	-0.07	**0.45**	**0.55**

Fenologia

Tendência da temperatura

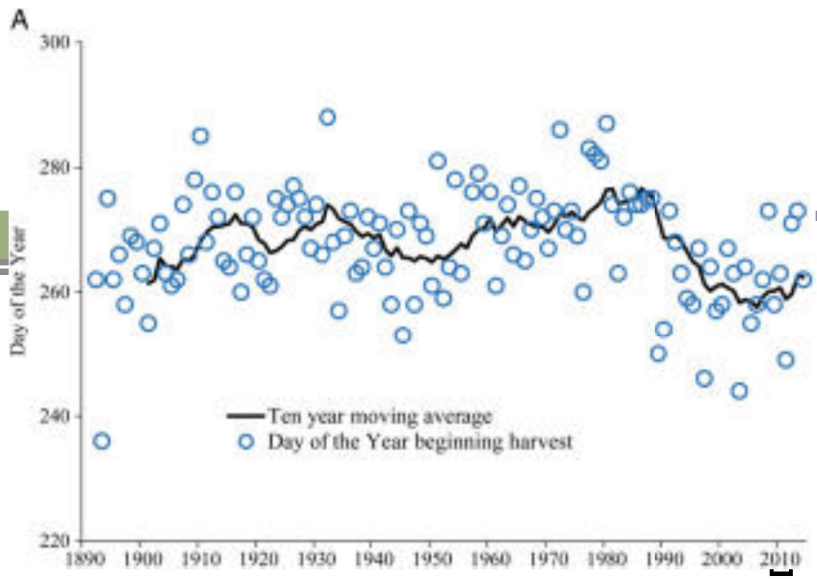


<u>Coeficientes de correlação negativos</u> - relação entre o aumento da temperatura e a antecipação fenológica

*Fernão Pires

Fenologia vs. temperatura

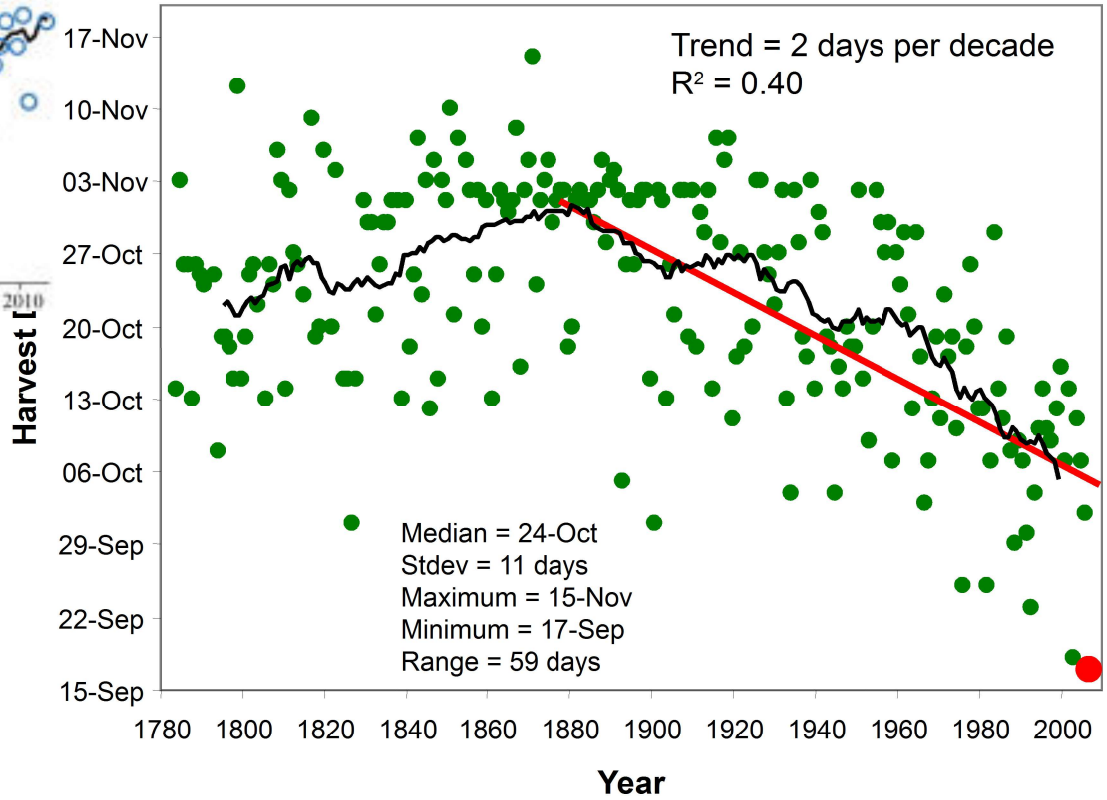
	Budburst		Flowering		Veraison		Harvest	
	Regressor	R^2	Regressor	R^2	Regressor	R^2	Regressor	R^2
Aragonez	Tmin $_{\text{Jan-Feb-Mar}}$	0.46	Tmax $_{\text{Mar-Apr}}$	0.75	Tmed $_{\text{Mar-Apr}}$	0.57	ns	
Castelão	Tmin $_{\text{Jan-Feb-Mar}}$	0.69	Tmax $_{\text{Mar-Apr}}$	0.78	Tmed $_{\text{Mar-Apr}}$ Tmin $_{\text{Jun}}$ Tmax $_{\text{Jul}}$	0.87	Tmax $_{\text{Apr}}$ Tmin $_{\text{Jun}}$ Tmax $_{\text{Sep}}$	0.63
Chasselas	Tmin $_{\text{Feb-Mar}}$	0.60	Tmed $_{\text{Mar-Apr}}$ Tmin $_{\text{Apr}}$	0.84	Tmin $_{\text{Mar-Apr}}$ Tmin $_{\text{Jul}}$	0.57	Tmed $_{\text{Mar-Apr}}$ Tmin $_{\text{Aug}}$	0.61
Fernão-Pires	Tmin $_{\text{Feb-Mar}}$	0.63	Tmax $_{\text{Mar-Apr}}$	0.79	Tmin $_{\text{Mar-Apr}}$ Tmin $_{\text{Jul}}$	0.68	Tmax $_{\text{Mar}}$ Tmax $_{\text{Apr}}$ Tmax $_{\text{Jun}}$ Tmax $_{\text{Aug}}$	0.77



Harvest Dates in an Estate in Saint-Emilion from 1892 to 2014

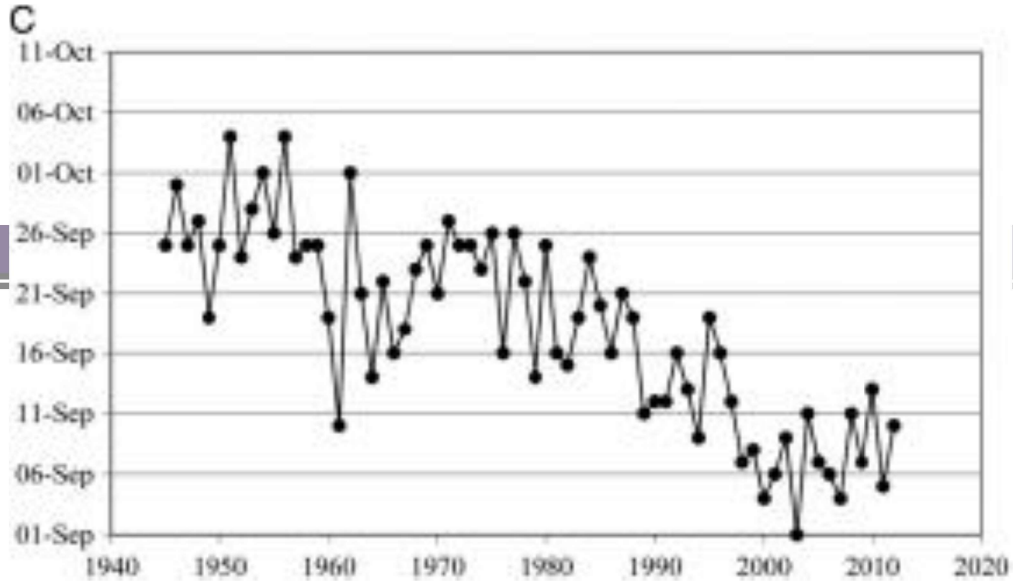
(van Leeuwen and Darriet, 2016)

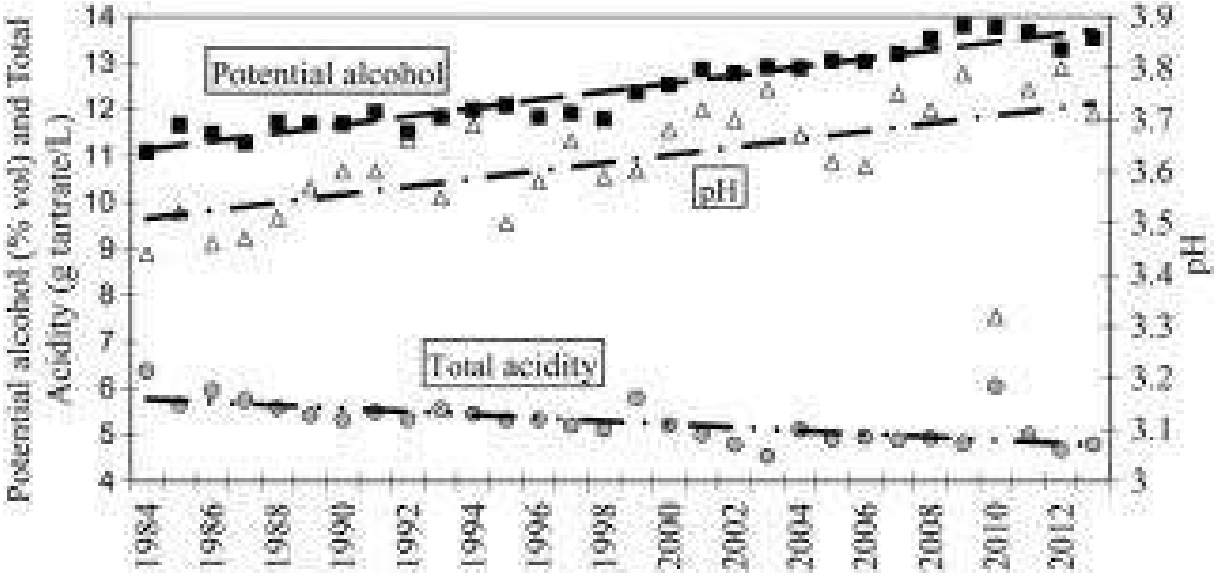
Geisenheim, Rheingau



Jones and Schultz (2011)

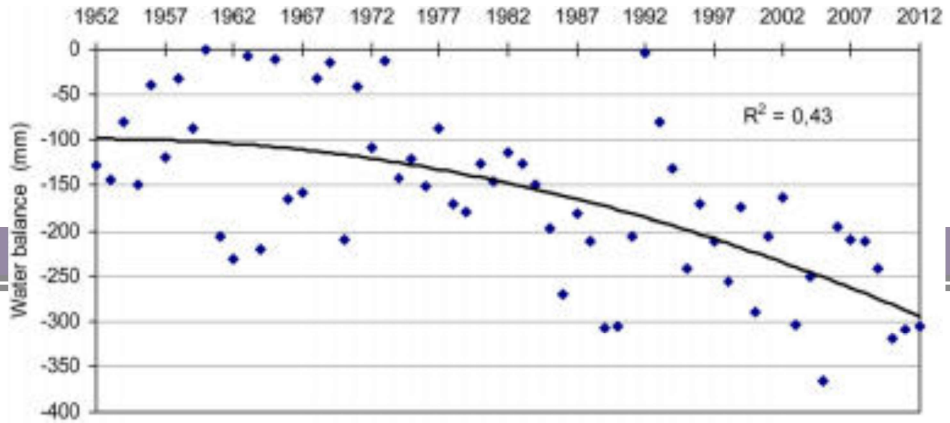
Datas de vindima em Châteauneuf du Pape (Ródano) de 1945 a 2012





Álcool provável, acidez total e pH do mosto, à vindima, em Languedoc (sul de França) de 1984 a 2013.

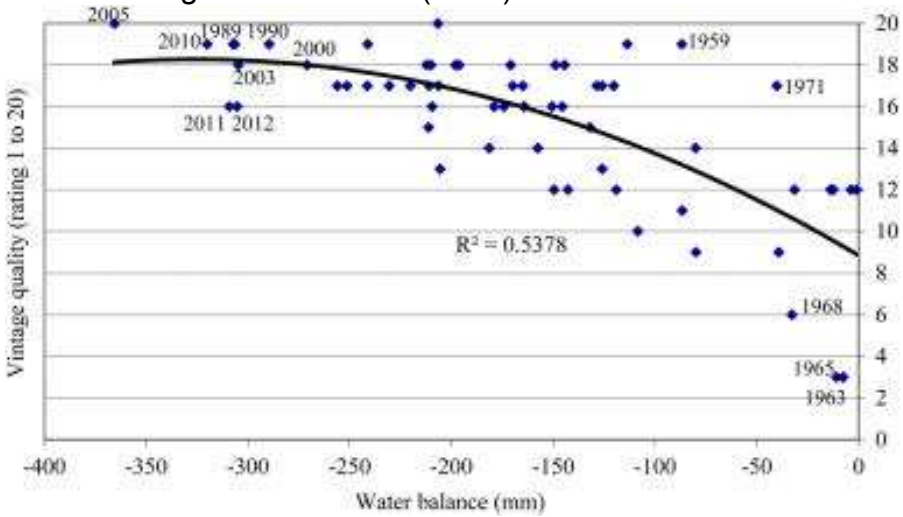
(van Leeuwen & Darriet, 2016)



(van Leeuwen and Darriet, 2016)

Evolution of Water Balance from 1952 to 2012 for Saint-Emilion

Note:Evolution of water balance from 1952 to 2012 calculated between April 1 and 3 September 0 for the Saint-Emilion region (France). Water balance model according to Lebon et al. (2003). Parameters: Soil Water Holding Capacity = 0 mm; no stomatal regulation.

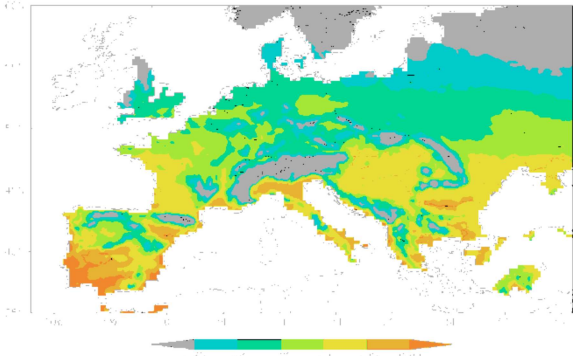


Correlation Between Vintage Quality and Water Balance in Saint-Emilion

Note: Correlation between vintage quality in Bordeaux and water balance calculated between April 1 and September 30 for the vintages from1952 to 2012 in Saint-Emilion (Bordeaux, France). Water balance model according to Lebon et al. (2003). Parameters: Soil Water Holding Capacity = 0 mm; no stomatal regulation. Vintage quality ratings according to Bordeaux wine brokers Tasted and Lawton.

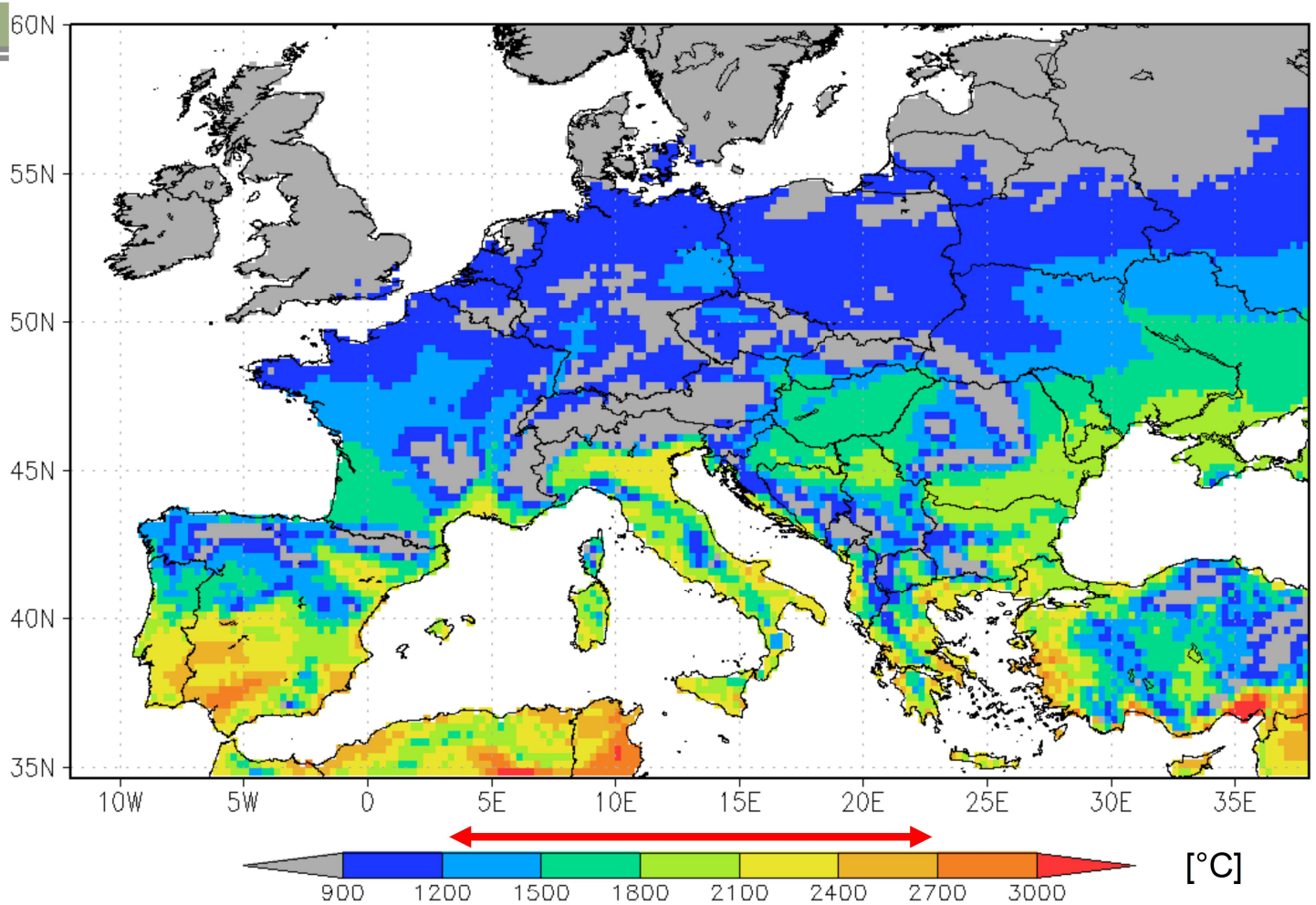
Região do Douro (1 Sep. 2010) – granizo antes de la cosecha

Zonagem Bioclimática



Bioclimatic Index	Definition	Units	Threshold	References
Growing Season Suitability (GSS)	Ratio of days with T ≥ 10°C in April-September	°C	-	Jackson 2001
Growing Season Precipitation (GSP)	Precipitation (mm) in April-September	mm	-	Blanco-Ward et al. 2007
Huglin index (HI)	$\sum_{April}^{Sept.} \frac{(T-10)+(T_{max}-10)}{2} d$ T –Mean temperature (°C) Tmax –Maximum temperature (°C) d – Length of day coefficient	°C	> 900	Huglin 1978
Hydrothermal index (HyI)	$\sum_{April}^{Aug.} (T * P)$ T – Mean temperature (°C) P – Precipitation (mm)	°C mm	< 7500	Branas et al. 1946
Dryness index (DI)	$\sum_{April}^{Sept.} (Wo + P - Tv - Es)$ Wo – Soil water reserve (mm) P – Precipitation (mm) T_v – Potential transpiration in the vineyard (mm) E_s – Direct evaporation from the soil (mm)	mm	> -100	Riou et al. 1994

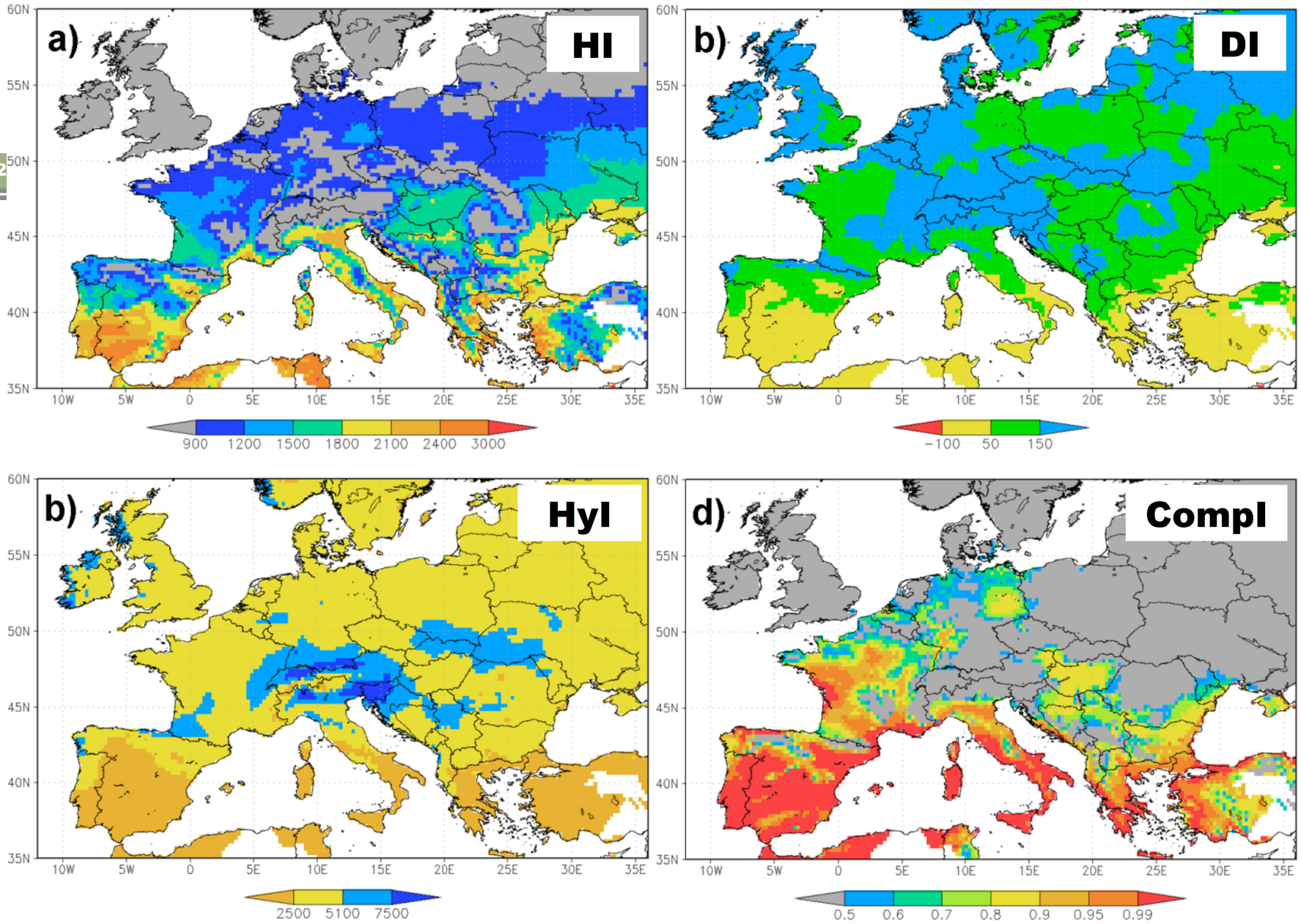
Huglin Index: Σ Temperature & Insolation



E-OBS
1950-2008
April-Sept.

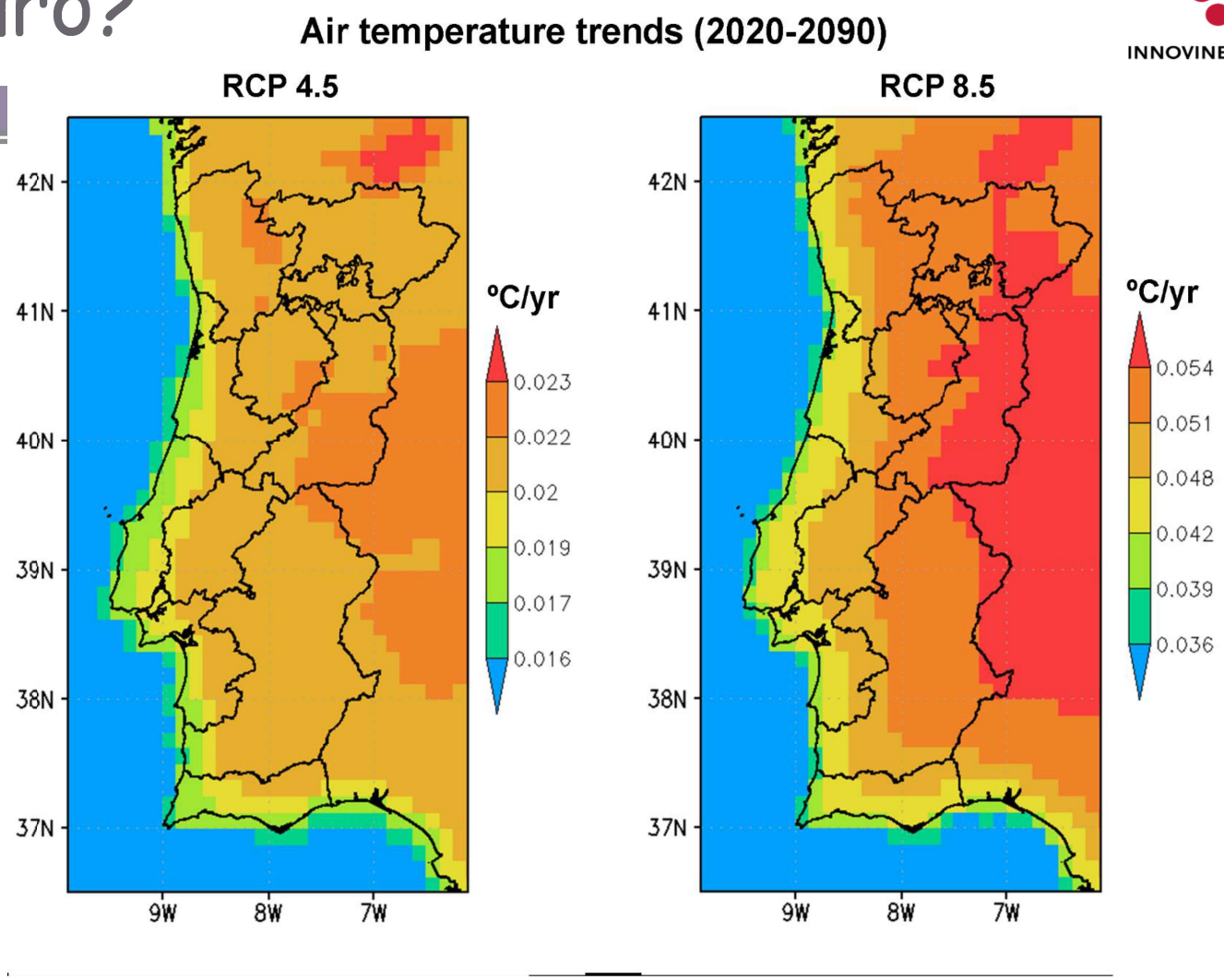
Values suitable for wine growing

Santos et al. (2012) Clim Res


a)
HI
900 1200 1500 1800 2100 2400 3000
b)
DI
−100 50 150
b)
HyI
2500 5100 7500
d)
CompI
0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 0.95 0.99
60N 55N 50N 45N 40N 35N
10W 5W 0 5E 10E 15E 20E 25E 30E 35E

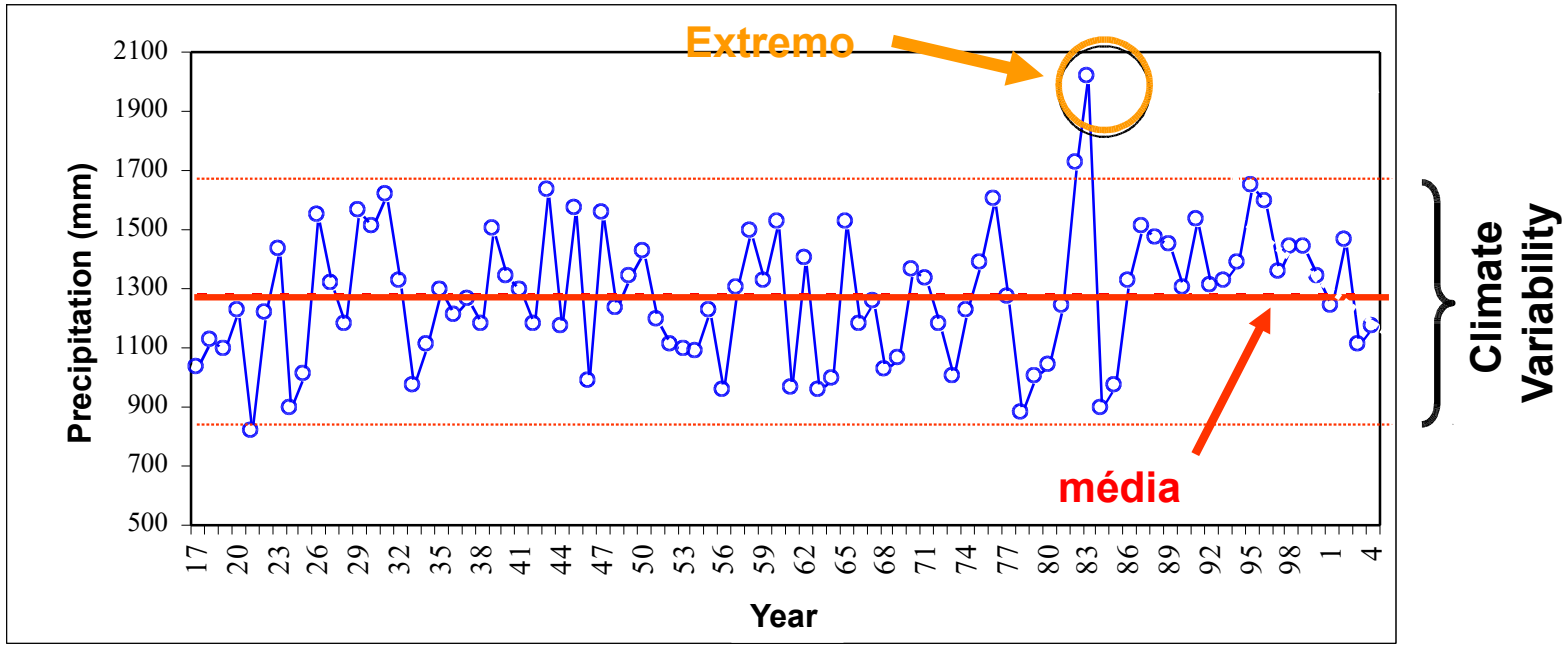
1960-2000

Cambio Climatico! E o futuro?



Simulações de modelos climáticos (EURO-CORDEX) para a temperatura média anual (ºC/ano) : período 2020–2090 nos cenários RCP 4.5 (à esquerda) e RCP 8.5 (à direita).

Cambio climático ≠ Variabilidad Climática



Clima

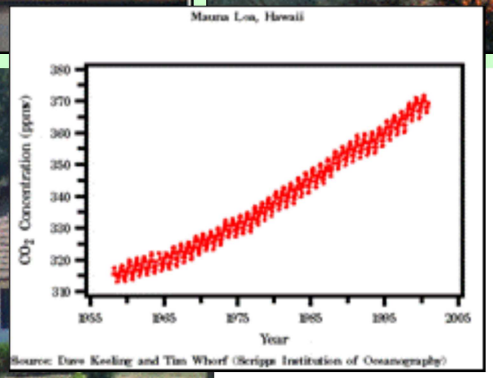
O clima é portanto o comportamento padrão do tempo atmosférico, ou seja, é uma síntese das condições atmosféricas num período de tempo relativamente longo (mínimo de 30 anos), mas sendo uma entidade dinâmica apresenta uma variabilidade notável, com causas internas e externas ao sistema climático.

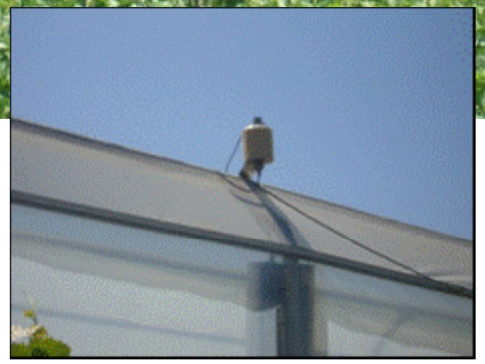
O clima é o comportamento padrão do tempo atmosférico ao longo dos anos.

Cambio climático

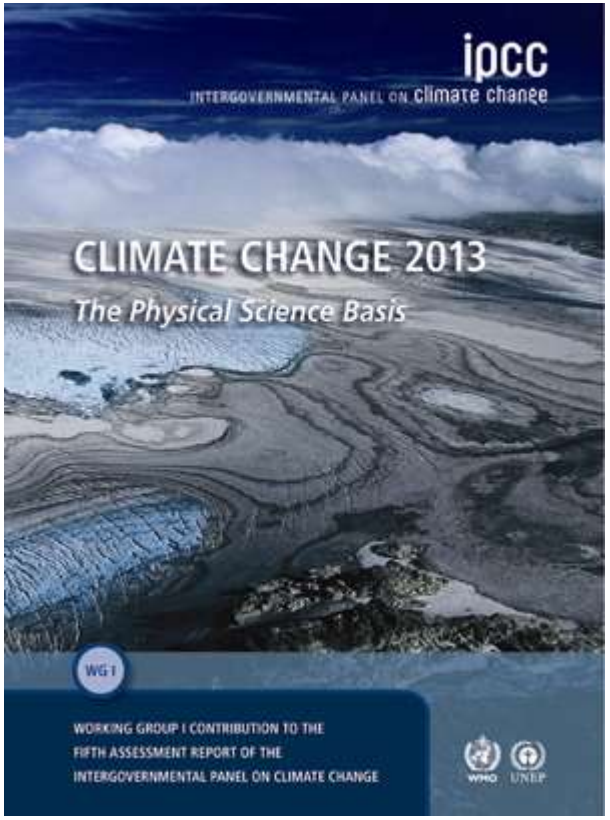
O cambio climático resulta de uma variação estatisticamente significativa no estado médio do clima ou na sua variabilidade num longo período de tempo.

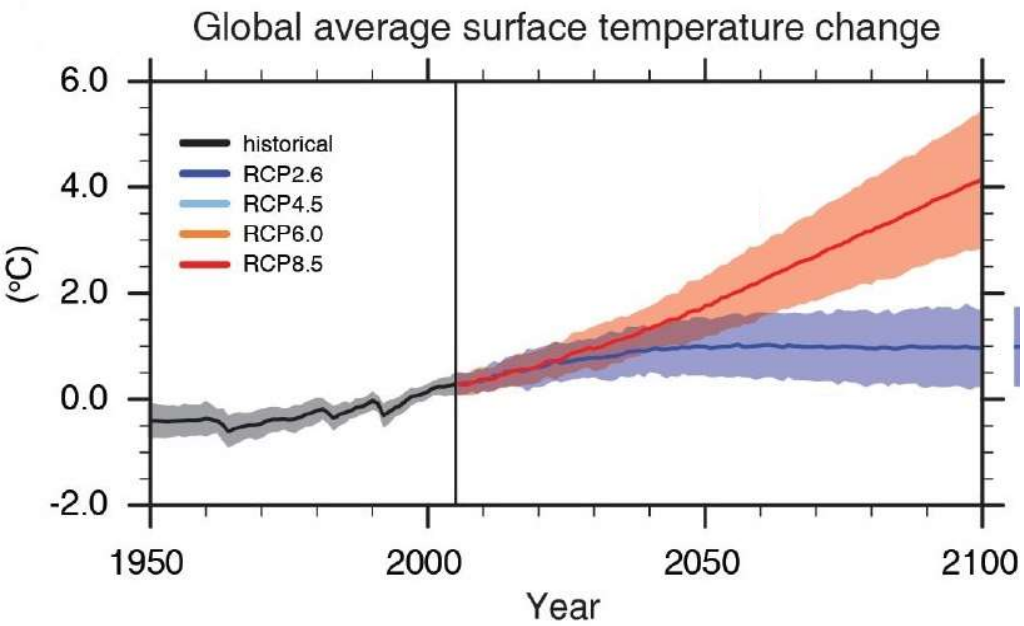
Climate and viticulture





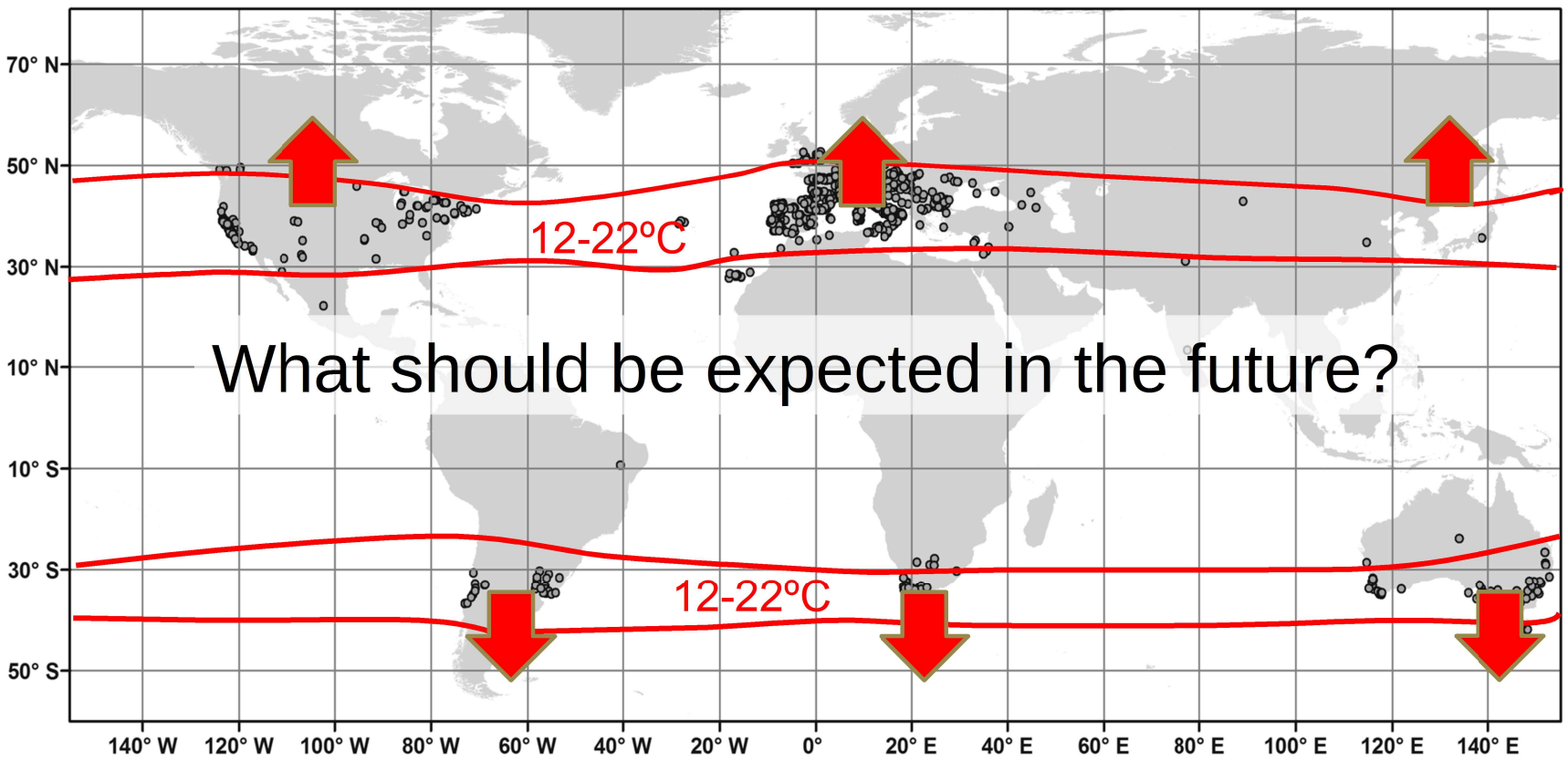
Características gerais do clima mediterrânico e cenários prováveis da sua mudança nas próximas décadas





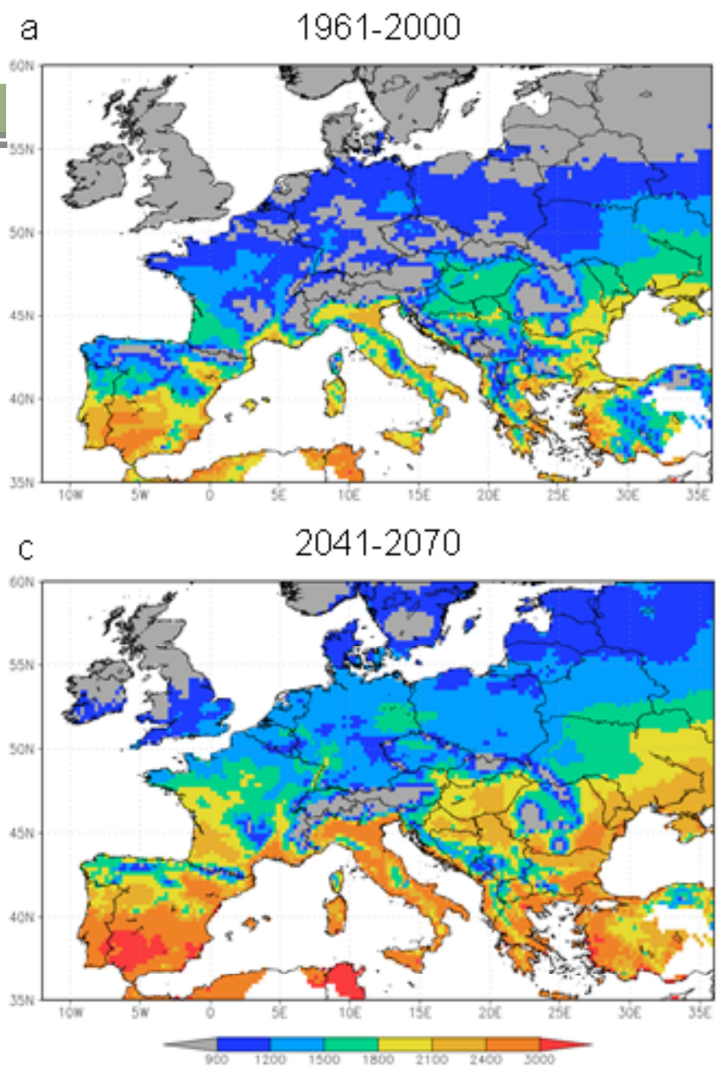
Aumento global da temperatura de 1,5 a 4,8 °C de acordo com o cenário de previsão climática do IPCC (2013).

Macrozonagem vitivinícola

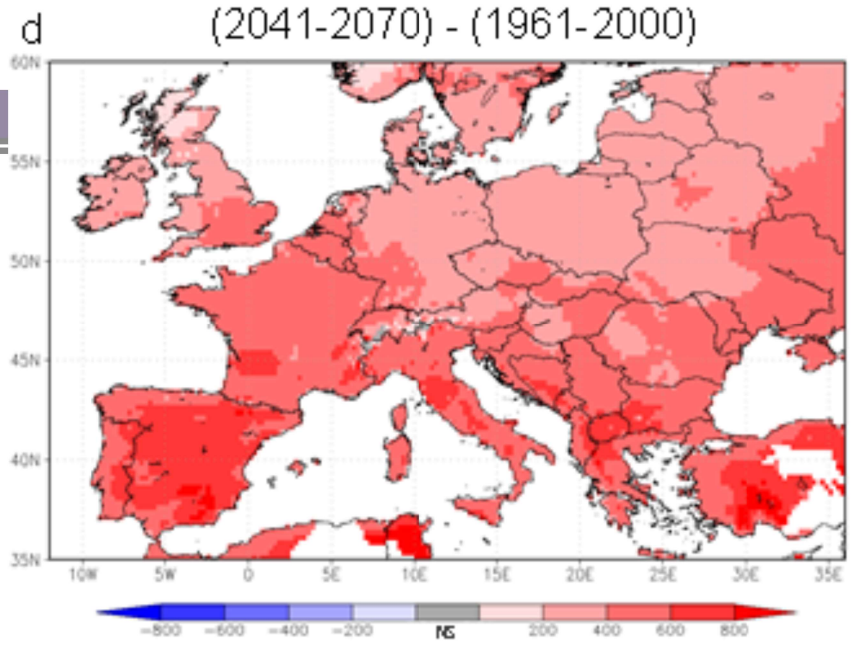


What should be expected in the future?

Huglin Index: Σ Temperature & Insolation



Source: Fraga et al. (2012) JAMC



Presente:

- No presente limita a vinha a sul do P 53
- Os valores mais elevados, zonas mais propicia a castas de maturação tardia encontram-se no sul da Europa

Futuro:

- Aumento generalizado do índice em toda a europa nos períodos futuros, mais pronunciado na península ibérica, e zonas mediterrânicas
- Temperaturas excessivas nas regiões do interior sul da península ibérica.

Dryness Index: Σ Soil Water

Presente:

- Secura moderada nas regiões a sul da Europa.
- Humidade excessiva nas regiões mais a centro e leste da Europa.

Futuro:

- Futuro genericamente mais seco, especialmente nas regiões mediterrânicas.
- Possível limitação à cultura da vinha em regiões do interior sul da Península Ibérica.

Heliothermal Index: Σ Temperature & RR

Presente:

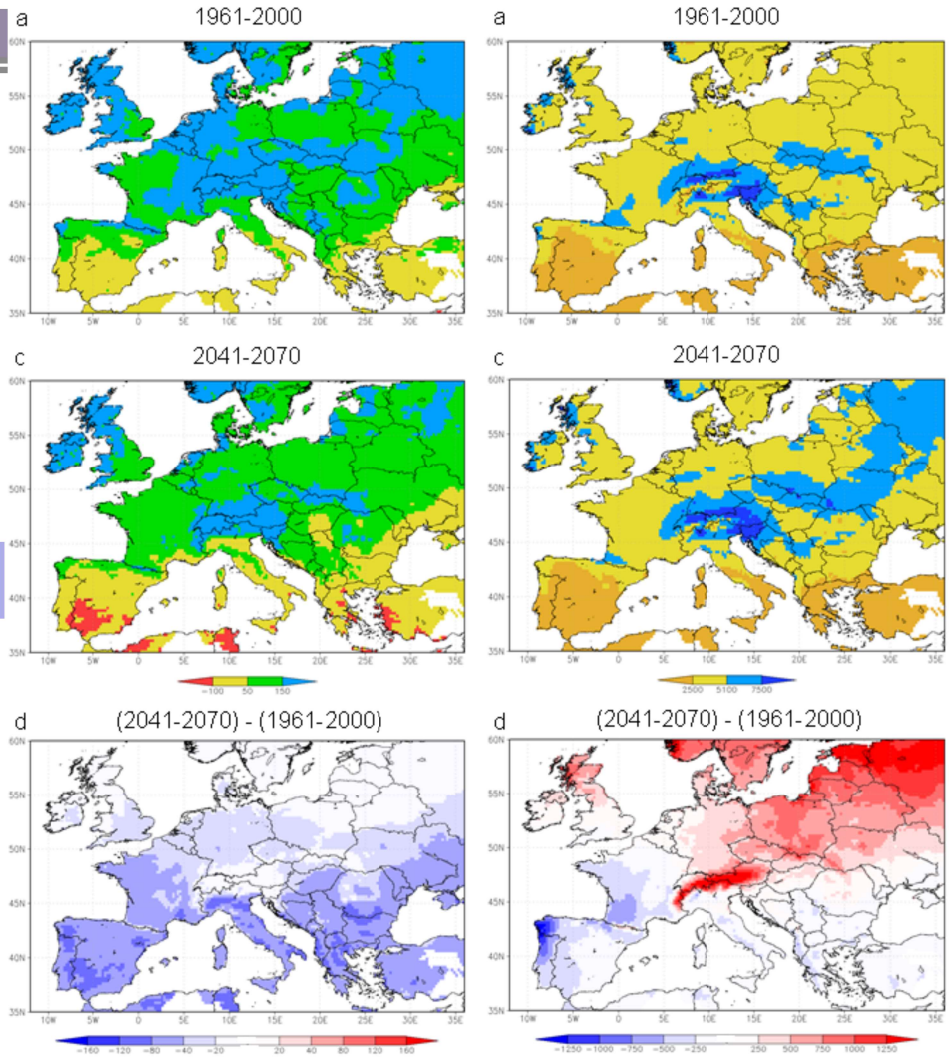
- Zonas mediterrânicas com valores mais baixos logo com menores riscos de contaminação.
- Valores mais elevados nas grandes regiões montanhosas, zonas sem grande expressão em termos de vinha.

Futuro:

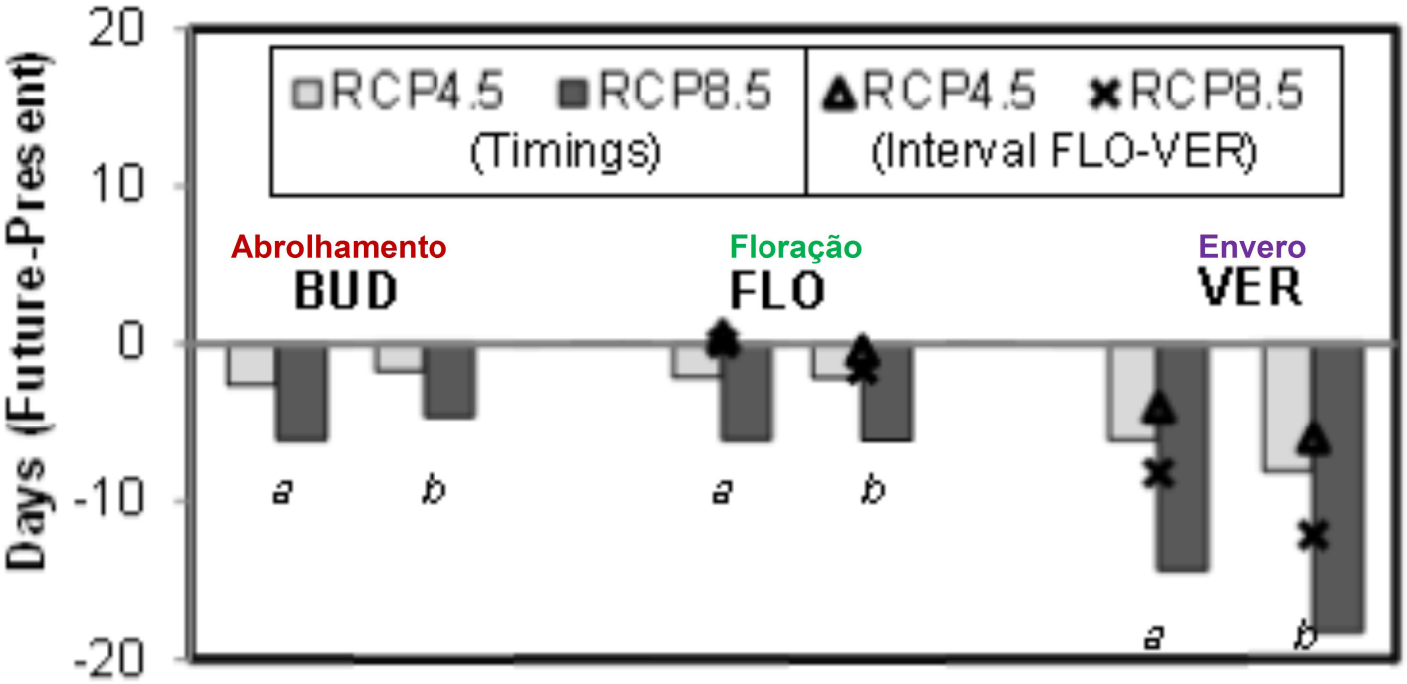
- Tendência para o aumento nas zonas mais a centro e leste e uma diminuição nas regiões mais sul.

Índice de Secura | **Índice Hidrotérmico**

Dryness | Heliothermal



mm | **°C.mm**



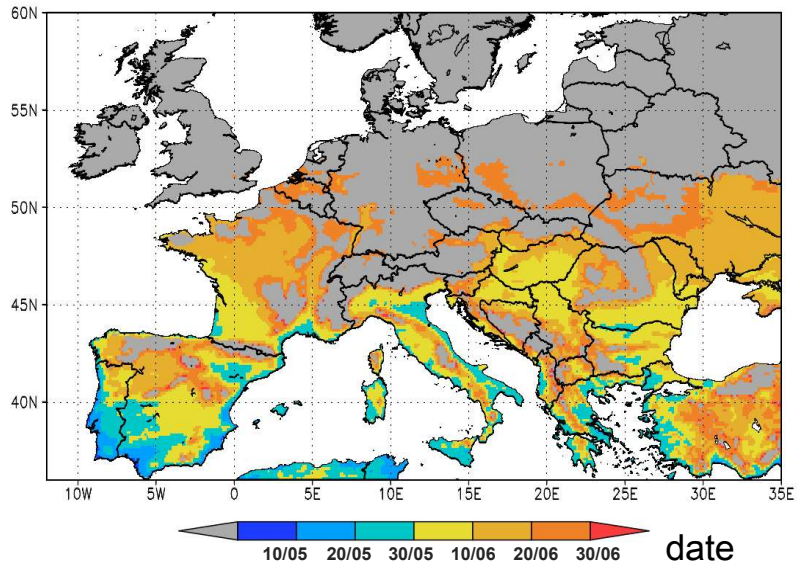
Diferenças (Futuro - Presente: 2040–2070 menos 1990–2011) no número de dias para ocorrerem o Abrolhamento (BUD), Floração (FLO) e Pintor (VER) para a) Fernão-Pires e b) Castelão.

Fonte: Fraga et al. 2015, JAS

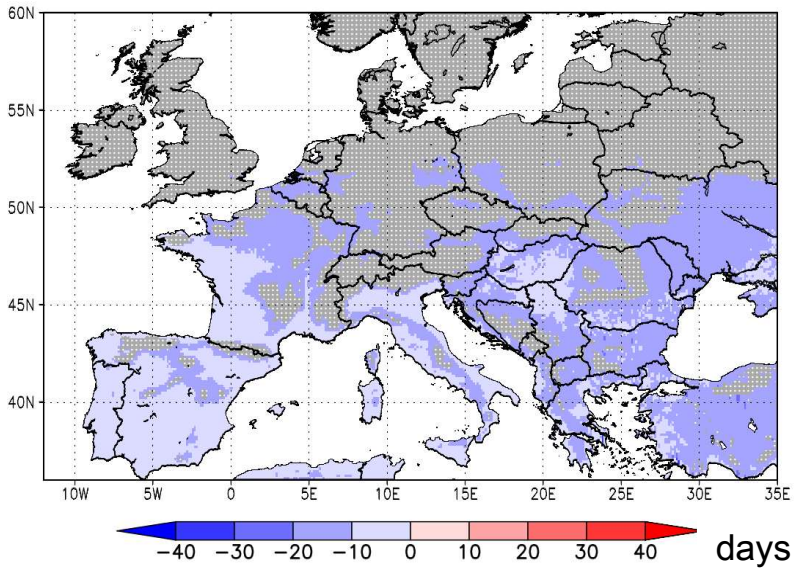
Cambio climático – Floração

Dynamic Modelling using the STICS crop model

1980-2005



Change 2041-2070 RCP8.5



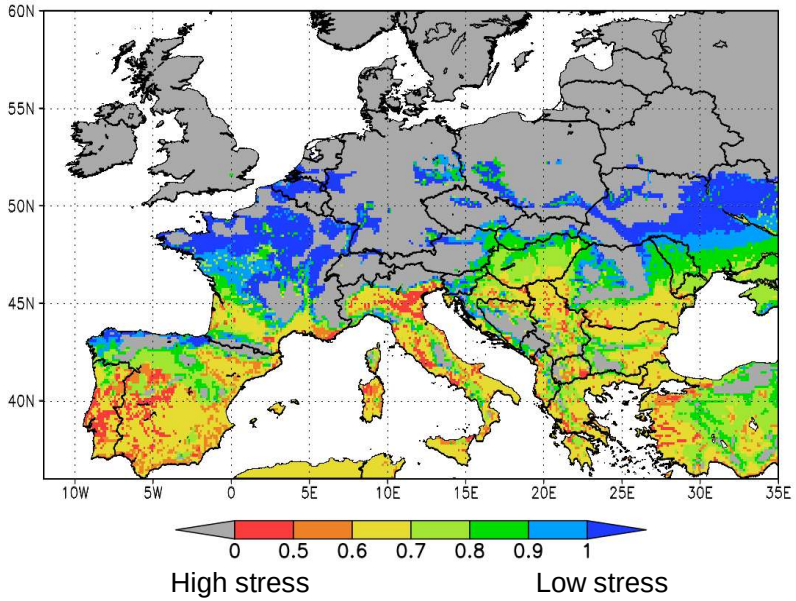
Earlier flowering

Fraga, H.; Garcia de C. A. I; Malheiro, A. C; Santos, J. A. 2016. "Modelling climate change impacts on viticultural yield, phenology and stress conditions in Europe", *Global Change Biology* 22, 11: 3774 - 3788.

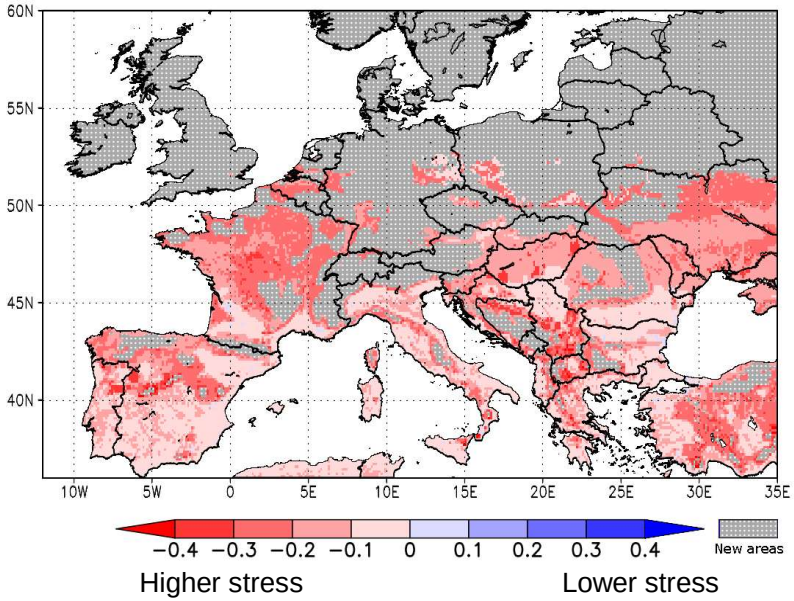
Cambio climático – Stress hídrico

Dynamic Modelling using the STICS crop model

1980-2005



Change 2041-2070 RCP8.5



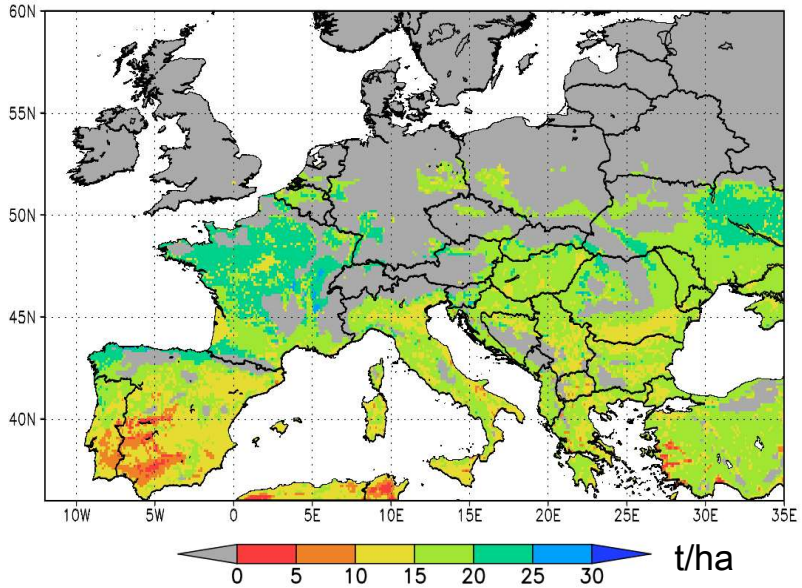
Water stress intensification throughout Europe, reaching severe levels in some areas of inner Iberia.

Fraga, H.; Garcia de C. A. I; Malheiro, A. C; Santos, J. A. 2016. "Modelling climate change impacts on viticultural yield, phenology and stress conditions in Europe", *Global Change Biology* 22, 11: 3774 - 3788.

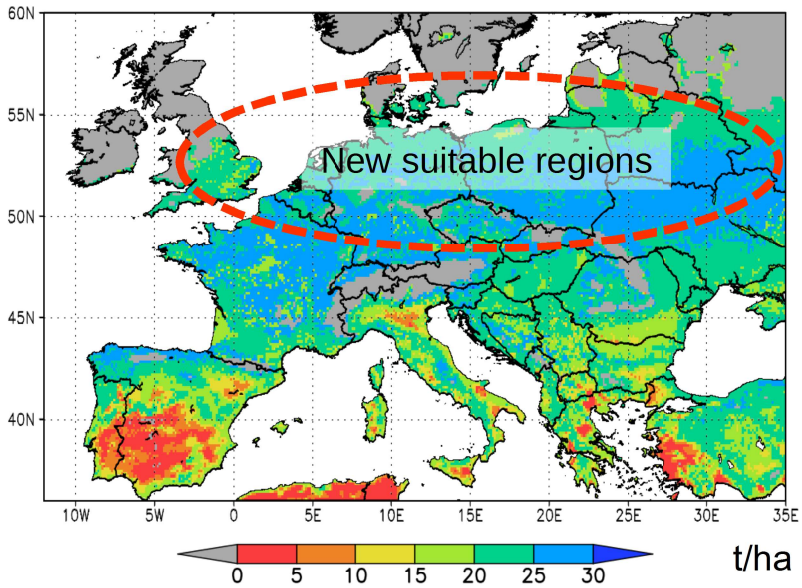
Cambio climático – Produção

Dynamic Modelling using the STICS crop model

1980-2005



Change 2041-2070 RCP8.5

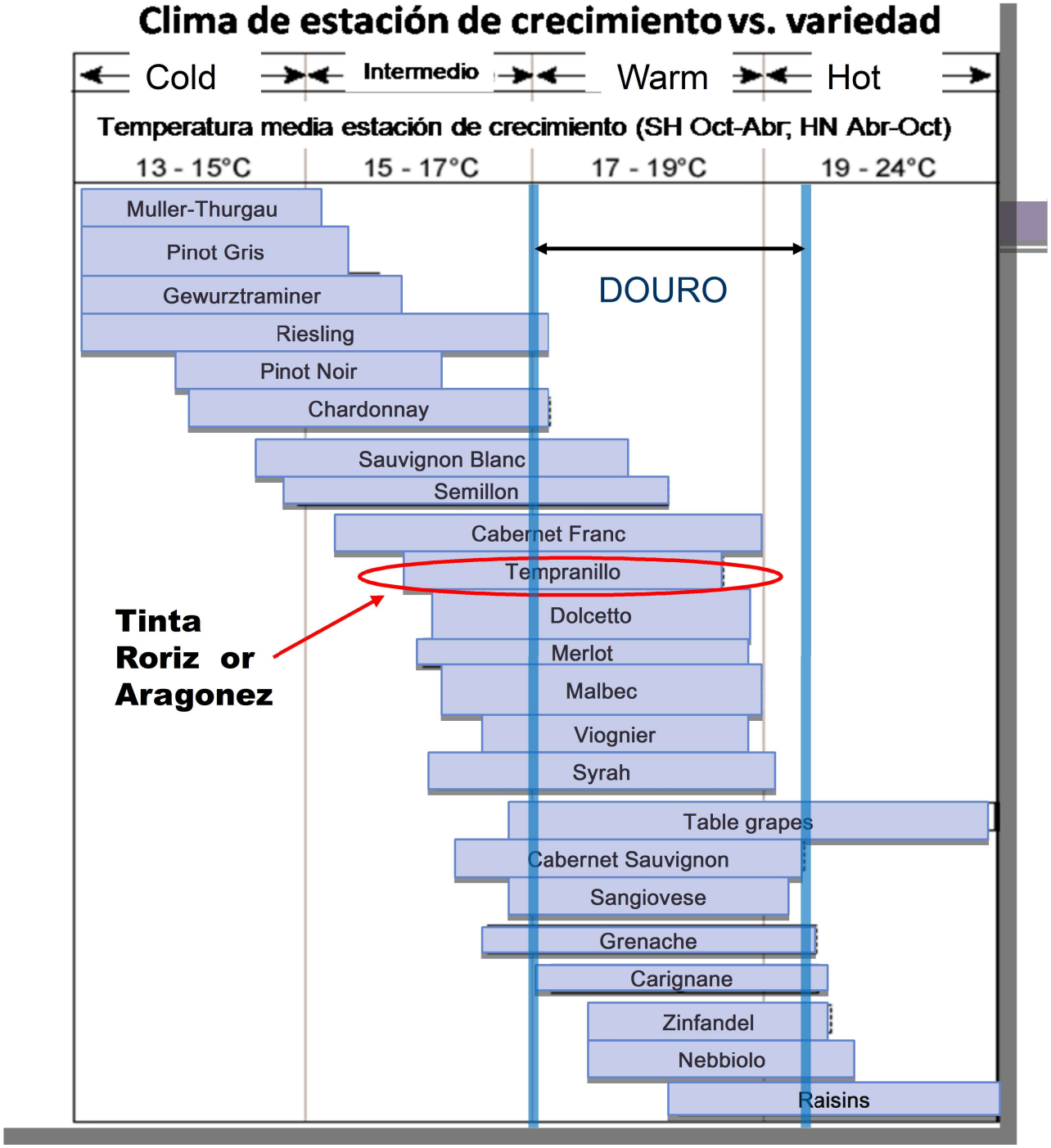


Yields increase over central Europe and decrease over some areas of southern Europe

Fraga, H.; Garcia de C. A. I; Malheiro, A. C; Santos, J. A. 2016. "Modelling climate change impacts on viticultural yield, phenology and stress conditions in Europe", *Global Change Biology* 22, 11: 3774 - 3788.

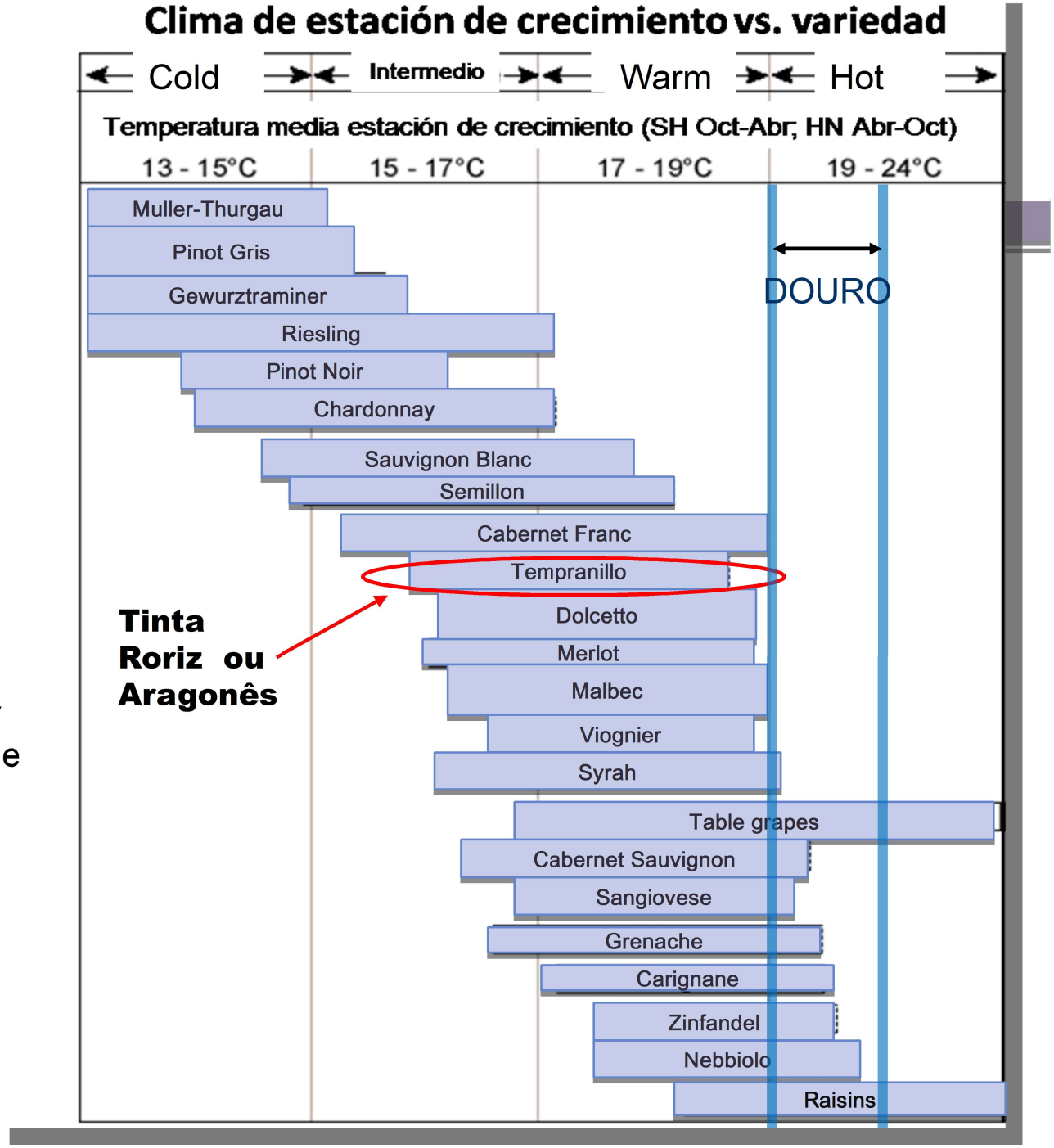
Different varieties require **specific environmental conditions** to achieve their potential.

Any significant change in climate can therefore have a direct influence on yield and quality.



An increase of **+2ºC** in average temperature from April to October.

One of the main Douro variety (Aragonez) may not be suitable in a future scenario.



Alterações Climáticas e Vitivinicultura

Potenciais consequências:

- ✓Ciclos vegetativos mais longos e em condições mais quentes,
- ✓Antecipação dos estados fenológicos,
- ✓Alteração da severidade de doenças e/ou pragas,
- ✓Intensificação das necessidades hídricas (ex: rega),
- ✓Mudança na evolução dos processos de maturação,
- ✓Efeitos do aumento de CO_2 (produção e qualidade),
- ✓Alteração da condução e gestão das vinhas (ex: castas),
- ✓Expansão / Retração de regiões vitícolas.

Medidas de adaptação

Localização da vinha

Seleção das castas e porta-enxerto

Gestão da cobertura do solo

cação de protetores foli

Gestão da rega

Forma de condução

Estratégias de adaptação

INNOVINE & WINE

Longo-prazo:

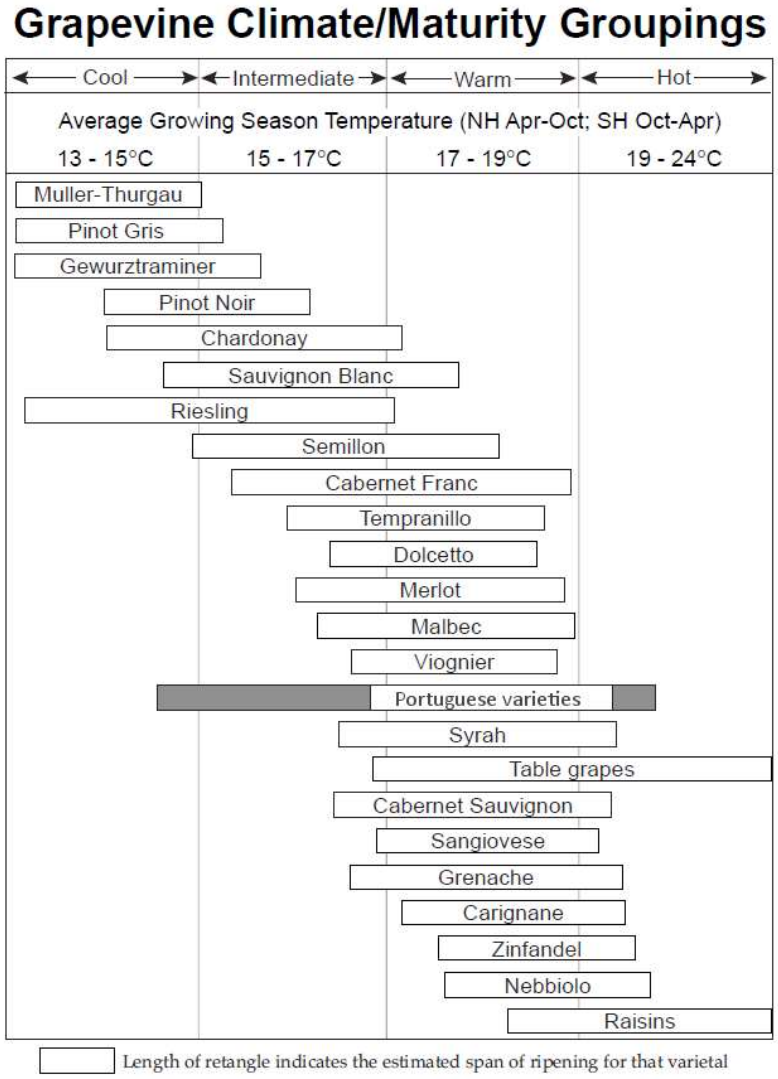
- Localização da vinha
- Preparação do terreno
- Seleção das castas e porta-enxertos
- Melhoramento genético

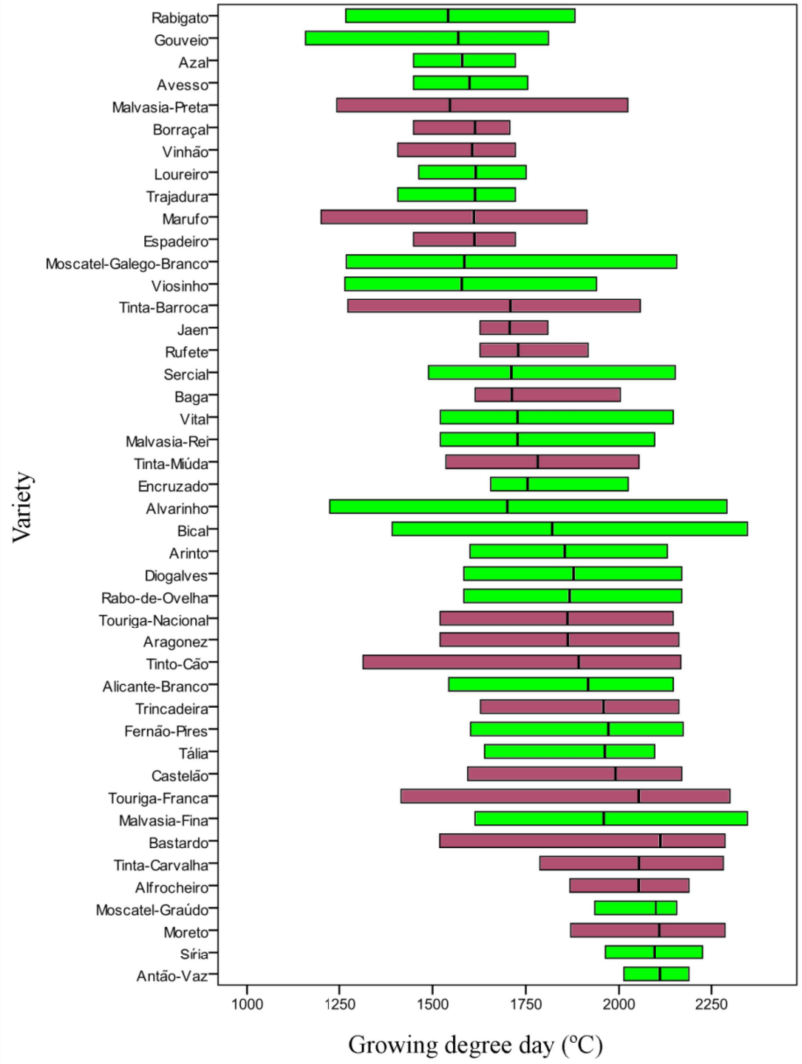
Curto-prazo:

- Gestão da rega
- Forma de condução
- Aplicação de protetores foliares
- Gestão da cobertura do solo
- Fertilização apropriada

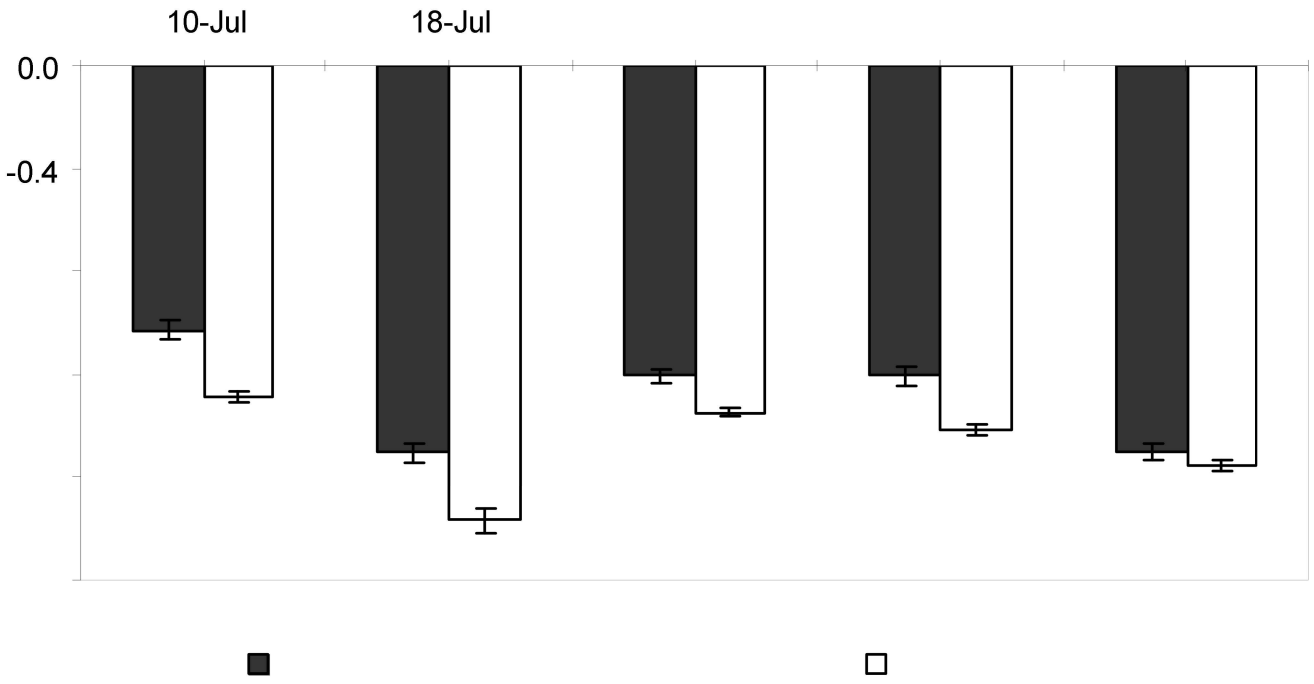
Plasticidade varietal

Castas com maior plasticidade regional poderão estar melhor adaptadas ao clima futuro

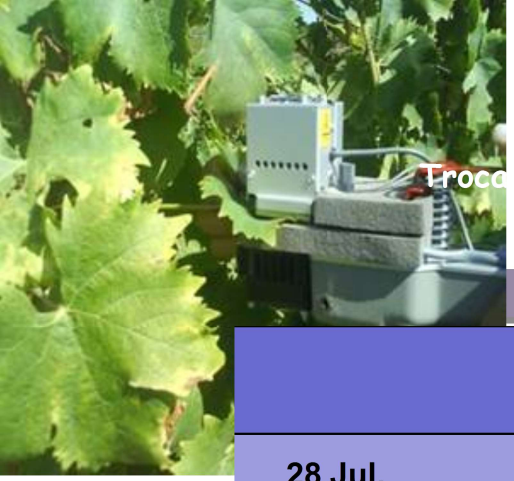


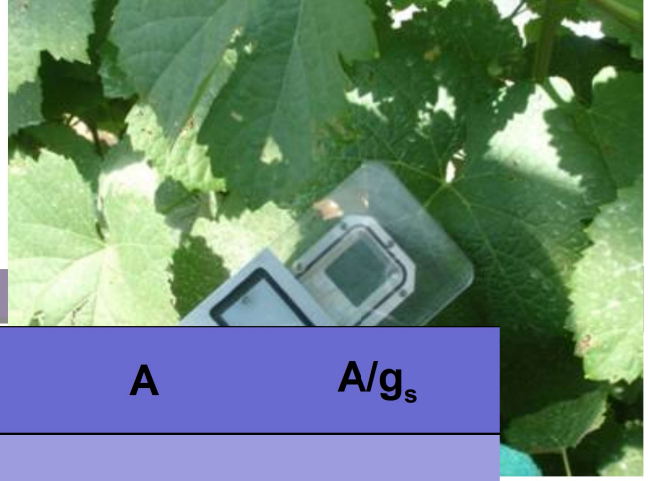


Resposta varietal: Boal vs Moscatel Galego



POTENCIAL HÍDRICO MÍNIMO Ψ_{MD} (2012)





	Casta	E	g_s	A	A/g_s
28 Jul.					
11-12h	**Boal**	9,33±0,33	682,8±49,7	23,50±1,45	34,9±3,4
	Moscatel	7,36±0,31	417,6±46,9	19,83±1,37	49,6±3,2
	Valor P	<0,001 ***	0,002 ***	0,087 ns	0,006 ***
14-15h	**Boal**	6,85±0,66	308,7±38,4	21,68±2,72	72,8±5,0
	Moscatel	6,34±0,69	310,8±40,5	19,77±2,87	105,0±6,7
	Valor P	0,603 ns	0,970 ns	0,635 ns	0,017 **

Fonte: Dinis et al. (2014): Scientia Horticulturae 175:128-138

Resposta varietal: Boal vs Moscatel Galego

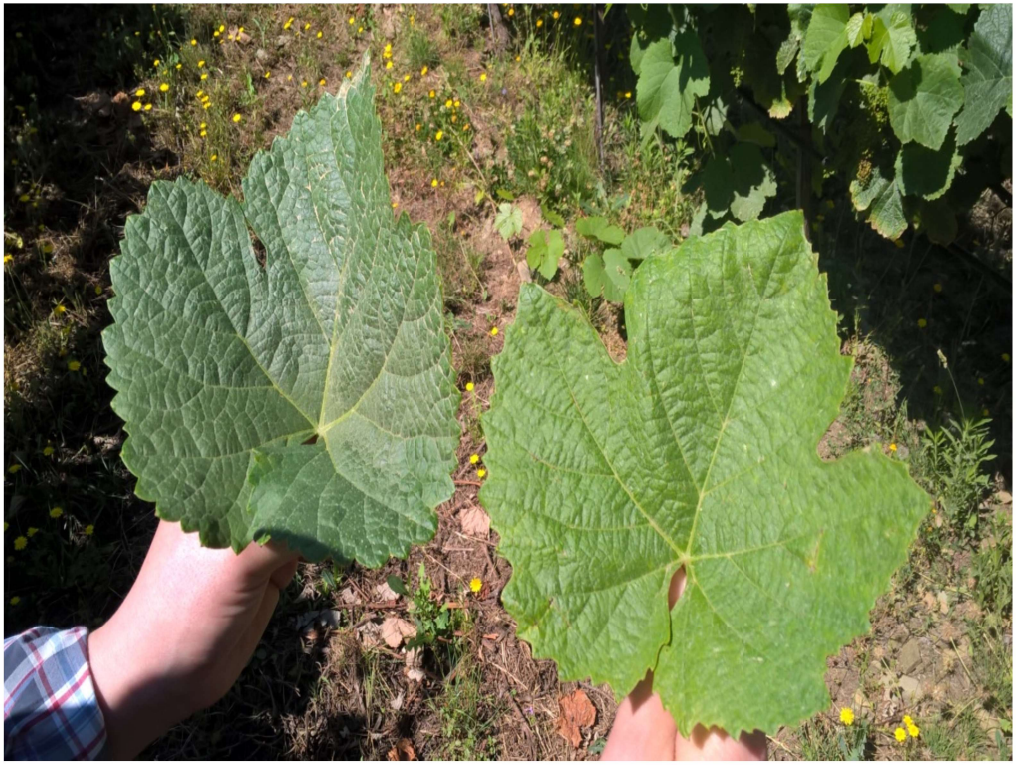
	2011		2012	
	Boal	**Moscatel**	**Boal**	**Moscatel**
Área foliar (m^2/planta)	3,39± 0,46 a	3,38±0,56 a	2,75± 0,49 a	2,82±0,45 a
Produção (kg/planta)	**3,00± 0,16 a**	**2,45±0,14 b**	**1,50± 0,12 b**	**2,50±0,19 a**
Poda (kg/planta)	0,33± 0,01 a	0,32±0,01 a	0,34± 0,02 a	0,34± 0,01 a

Fonte: Dinis et al. (2014): Scientia Horticulturae 175:128-138

Practices

TYPES OF PRUNING

GRAPEVINE VARIETIES



Project: Short-term climate change mitigation strategies for Mediterranean vineyards (ClimVineSafe)

Aplicação de protetores foliares - caulino

INNOVINE & WINE

Temperatura foliar (°C)

Valores determinados com um termómetro de infravermelhos Infratrace KM800S (Comark Ltd, England).

	31 julho	21 agosto	4 setembro
Manhã (9 – 10h)			
Testemunha	**32,5 ± 1,0**	**35,4 ± 0,8**	**29,1 ± 0,5**
Caulino	28,1 ± 1,0	32,5 ± 1,2	25,3 ± 0,8
Significância	**	*	***
Meio-dia solar (14 – 15 h)			
Testemunha	**31,0 ± 0,7**	**34,6 ± 0,8**	**36,2 ± 0,6**
Caulino	28,0 ± 0,3	31,7 ± 0,3	31,1 ± 0,4
Significância	***	**	***

Bernardo *et al*. 2017. Kaolin particle film application lowers oxidative damage and DNA methylation on grapevine (*Vitis vinifera* L.). Environmental and Experimental Botany 139: 39 - 47.

Aplicação de protetores foliares - caulino

INNOVINE & WINE

Pigmentos fotossintéticos

Valores médios da concentração de clorofila total [$Chl_{(a+b)}$] e de carotenóides totais (Car), expressos por unidade de área foliar em folhas com caulino *versus* folhas testemunha, em duas datas distintas do ciclo vegetativo.

Período	Variáveis	Testemunha	Caulino	*Significância*
31 julho				
	$Chl_{(a+b)}$ (mg dm^{-2})	3,80 ± 0,15	3,58± 0,16	ns
	Car (mg dm^{-2})	0,83 ± 0,04	0,79 ± 0,05	ns
4 setembro				
	$Chl_{(a+b)}$ (mg dm^{-2})	**2,80 ± 0,27**	**3,95 ± 0,25**	**
	Car (mg dm^{-2})	**0,64 ± 0,04**	**0,80 ± 0,03**	*

Dinis *et al*. 2017. Improvement of grapevine physiology and yield under summer stress by kaolin foliar application: water relations, photosynthesis and oxidative damage. Photosynthetica, doi:10.1007/s11099-017-0714-3

- **DDR – Cima-Corgo (Granja, Alijó)**
  (41º15' N, 7º28' W, 600 m), 2008-2010;

- *Vitis vinifera* L. **Moscatel Galego-Branco onto 196-17 Cl**

- **Row spacing: 2.2 x 1 m;**
- **Orientation: NE-S**

Resultados

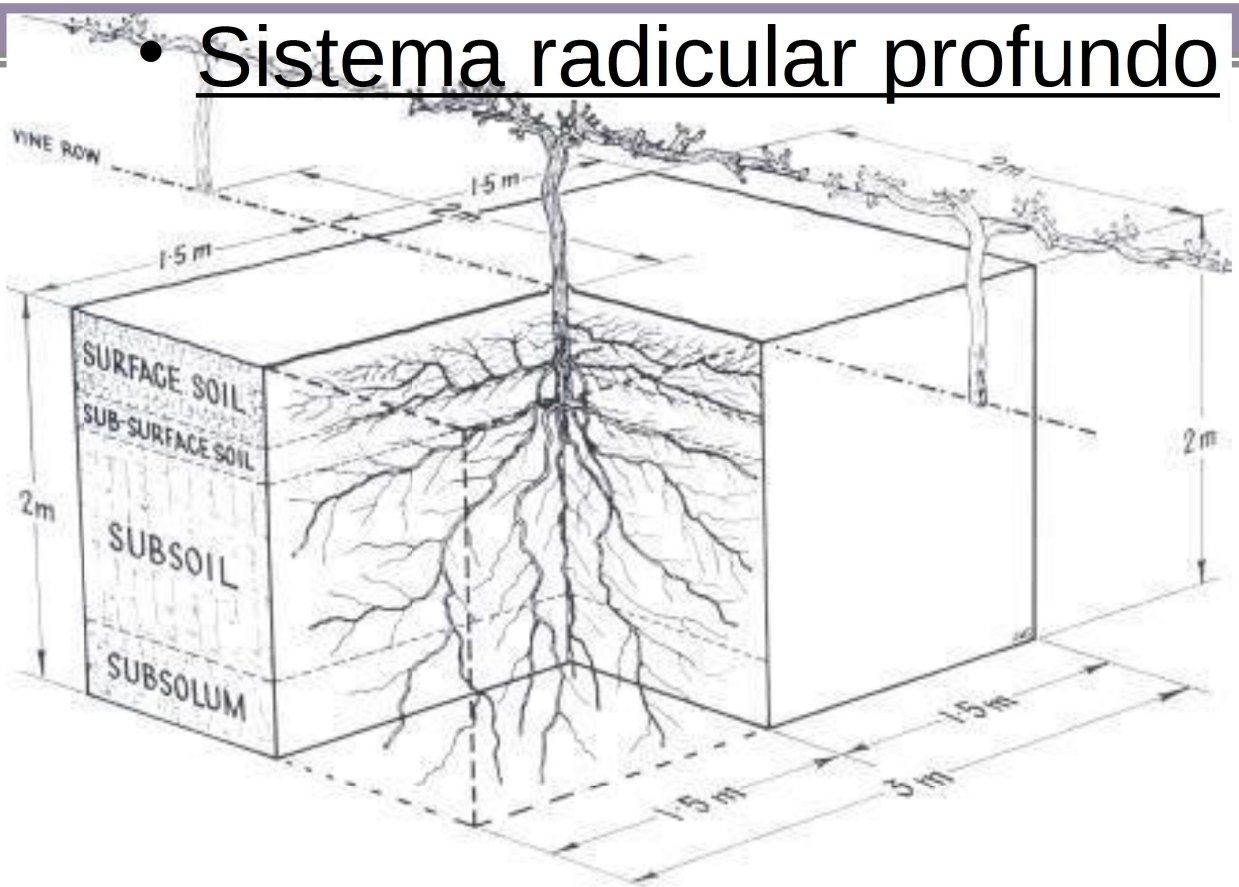
MOSTO

	2008			2009		
Parâmetro	Sequeiro	StressM	StressL	Sequeiro	StressM	StressL
Produção (kg/m^2)	1,18 a	1,22 a	1,23 a	0,82 b	1,04 a	1,0 a
Cachos (nº/videira)	25,5 a	26,5 a	27,0 a	18,4 b	22,0 a	21,2 a
Poda (kg/videira)	0,4 b	0,6 a	0,7 a	0,4 b	0,8 a	0,7 a
Álcool prov. (% v/v)	8,6 b	---	10,8 a	13,1 b	14,0 a	14,0 a
pH	3,0 a	---	3,0 a	3,2 a	3,2 a	3,2 a
Acidez total (g/l)	8,3 a	---	7,7 b	6,0 a	5,4 a	5,9 a

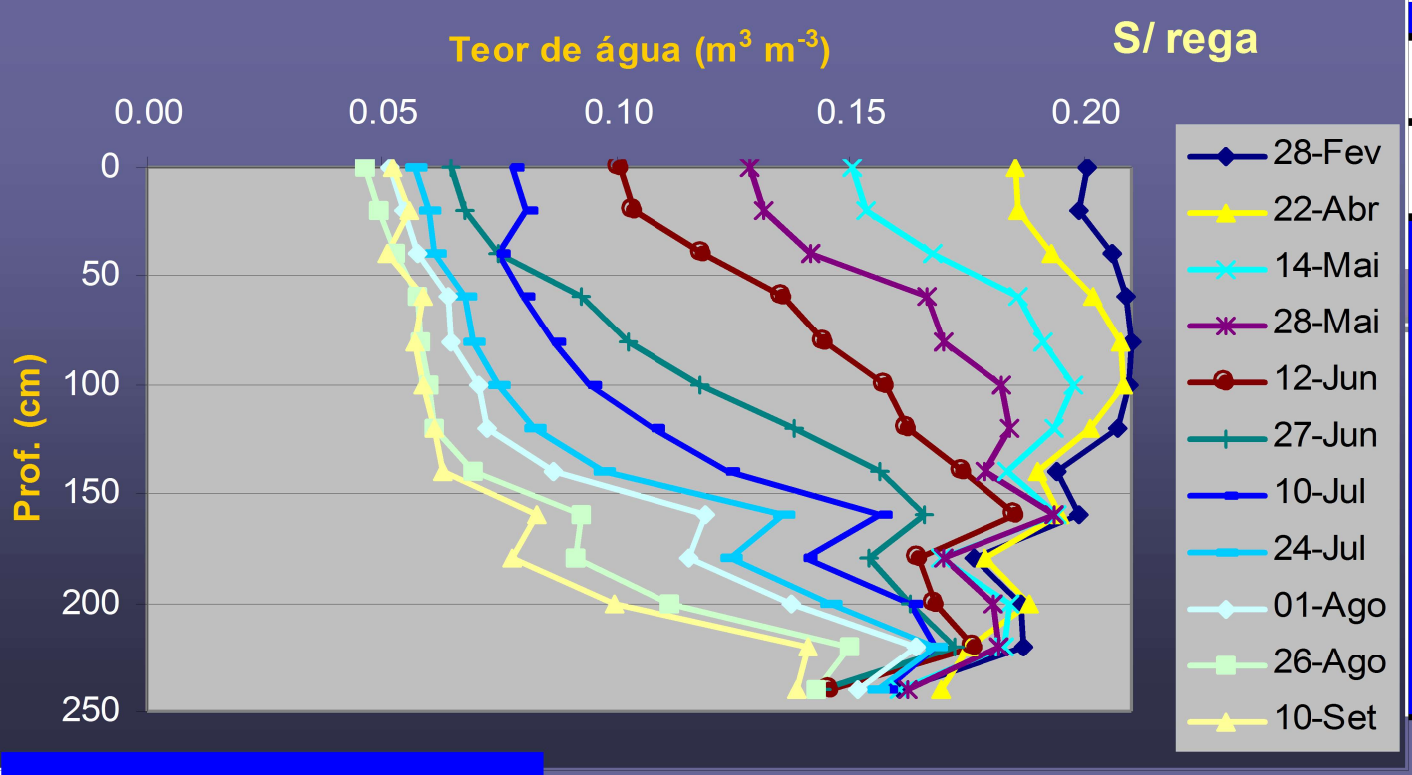
Vindima: 6 Outubro (2008), 16 Setembro (2009)

Estratégia de sobrevivência inclui:

- Sistema radicular profundo

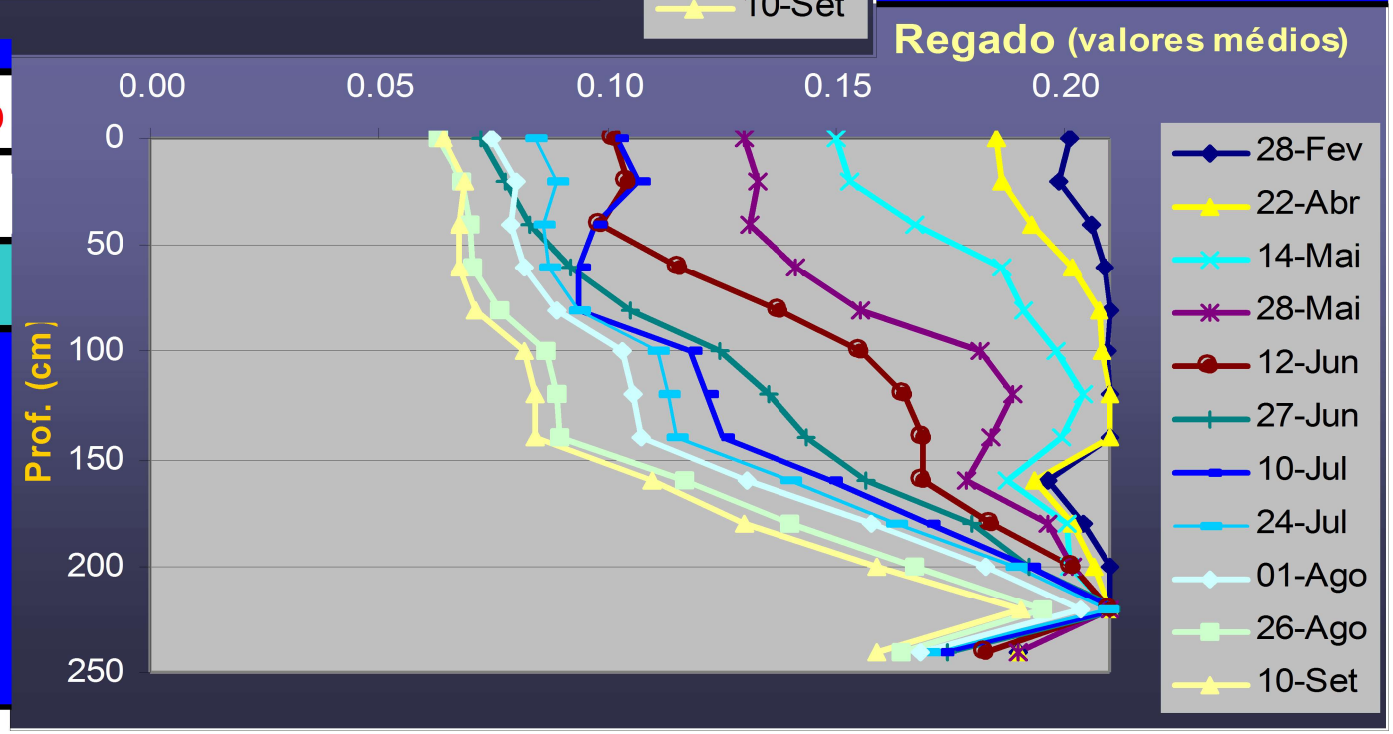


- Um sistema radicular profundo é essencial para a sobrevivência da planta durante o período de maior secura.



Prof. (m)	% de Extracção de água
	Sem Rega
0 - 0,5	53
0,5 - 1,1	69

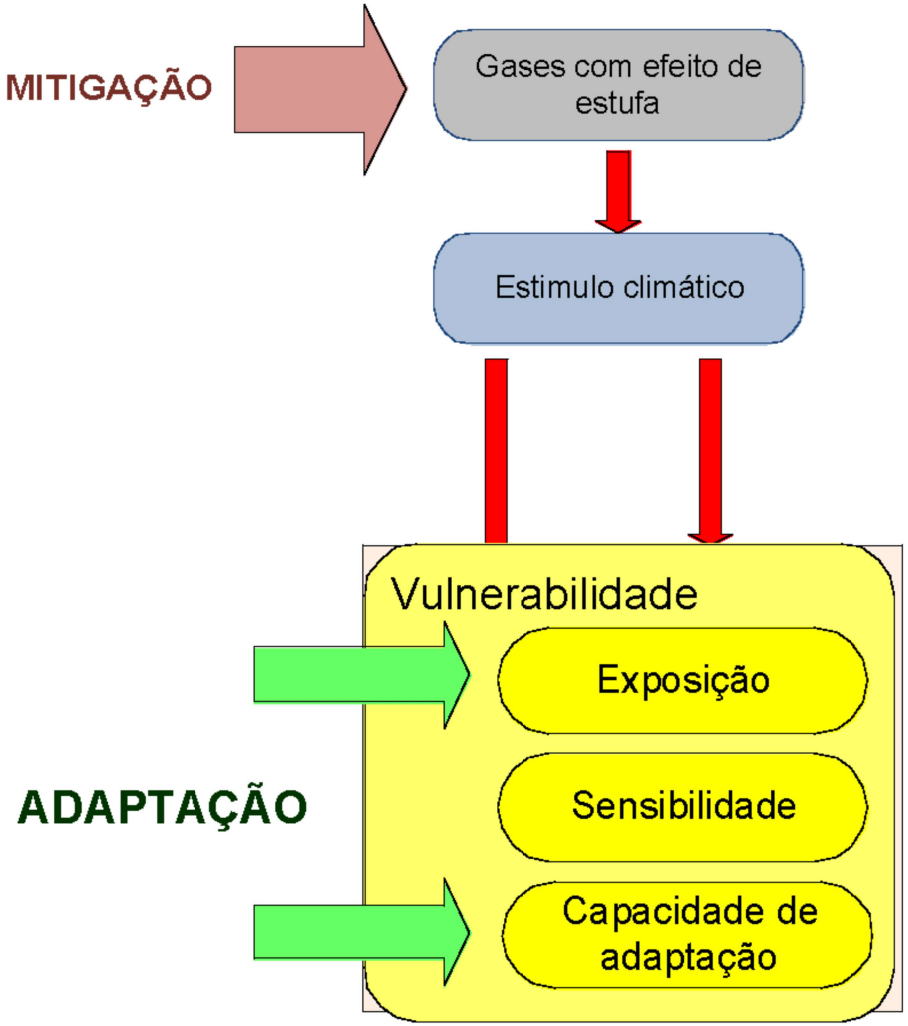
Prof. (m)	% de Extracção de água
	Regado
0 - 0,5	83
0,5 - 1,1	90



Estratégia de sobrevivência inclui:

- Ajustamento da área foliar total

Resposta às alterações climáticas



@ Rodrigo Proença de Oliveira

VULNERABILIDADE

"Vulnerabilidade é o grau a que um sistema está susceptível a, e incapaz de lidar com, os efeitos nefastos das alterações climáticas, incluindo a variabilidade a extremos climáticos.

A vulnerabilidade é função das características, da magnitude e ritmo de alterações climáticas a que um sistema está exposto, sua sensibilidade e capacidade de adaptação" (IPCC 2007).

Vulnerabilidade = Exposição + Sensibilidade - Capacidade Adaptativa

- ✓ Redução da vulnerabilidade mediante diminuição da sensibilidade e aumento da capacidade de adaptação.

GRACIAS!

INNOVINE & WINE

utad
UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

CITAB

EQUIPA DA UTAD:

AURELIANO MALHEIRO
HELDER FRAGA
JOSÉ MOUTINHO-PEREIRA
JOÃO SANTOS

COMPETE
PROGRAMA OPERACIONAL FACTORES DE COMPETITIVIDADE

UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

QREN
QUADRO DE REFERÊNCIA ESTRATÉGICO NACIONAL
PORTUGAL 2007.2013

FCT
Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR