



## II Simpósio Nacional de Frutos Secos (Mirandela, 10-12 outubro; Portugal)

# Sustentabilidade e competitividade na produção de amendoeiras e pistácios num contexto de mudança climática: Otimização da gestão dos recursos hídricos

# IFAPA

Instituto de  
Investigación y  
Formación Agraria  
y Pesquera

**Iván Francisco García Tejero**

*Investigador Titular*

*Centro IFAPA "Las Torres-Tomejil. Ctra. Sevilla-Cazalla km. 12'2. Alcalá del Río (Sevilla)*

*11 de Octubre de 2019*



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera  
**CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL**



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional



1. **AGRICULTURA SUSTENTÁVEL NUM CONTEXTO DE MUDANÇA CLIMÁTICA**
2. **AMENDEIRAS E PISTÁCIOS: UMA BOA ELEIÇÃO?**
3. **NOVAS TECNOLOGIAS PARA MELHORAR A TOMADA DAS DECISÕES: A FOLHA É O ESPELHO DA ÁRVORE**
4. **COBERTURAS VEGETAIS NA AGRICULTURA DE MONTANHA**
5. **O VALOR ACRESCENTADO DA CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS**
6. **LINHAS FUTURAS E CONCLUSÕES**



*Reflexão*



*Deusa Ceres – Demeter (Rubens)*



*Conhecimento*



*Superpopulação*



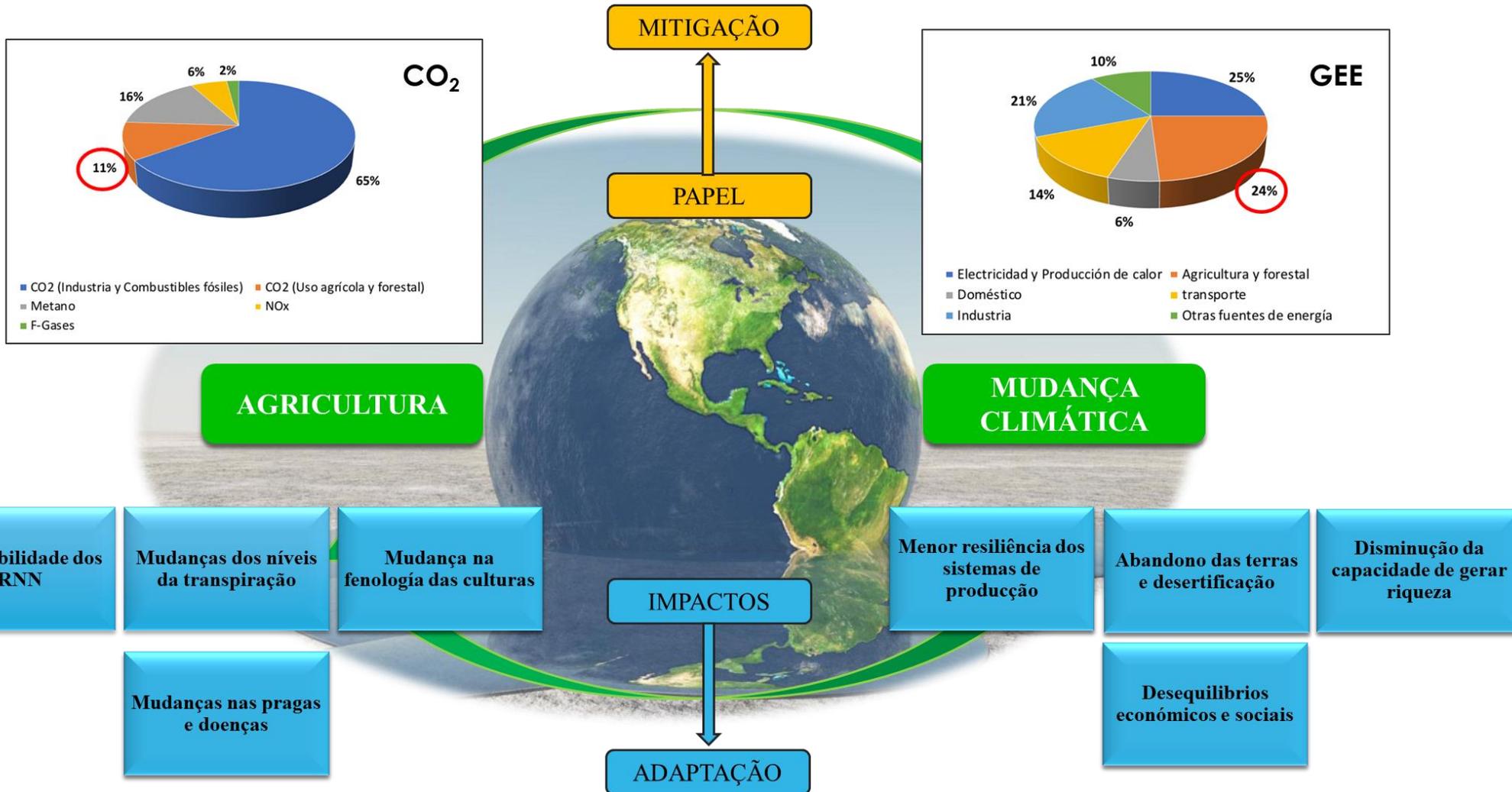
*Fome – Segurança Alimentar*



*Mudança climática*



*Degradação dos RRNN*



Fuentes: Steffen et al. (2008); Röckstrom et al. (2009); Steffen et al. (2015); UN (2015); IPCC (2014, 2018); FAO (2014), Boden et al (2017); Iglesias y Garrote (2018)

**SUSTENTABILIDADE E ADAPTAÇÃO****Medidas de Adaptação****Resultados da sua Aplicação**

**SUSTENTABILIDADE E ADAPTAÇÃO****Medidas de Adaptação**

Implementação de estratégias sustentáveis no uso da água

**Resultados da sua Aplicação**

Adaptação a disponibilidade da água

## SUSTENTABILIDADE E ADAPTAÇÃO

### Medidas de Adaptação

### Resultados da sua Aplicação

Implementação de estratégias sustentáveis no uso da água



Adaptação a disponibilidade da água

Utilização de cobertos vegetais e agricultura de conservação



Disminuição da perda do solo e da desertificação

**SUSTENTABILIDADE E ADAPTAÇÃO**

**Medidas de Adaptação**

**Resultados da sua Aplicação**

<p>Implementação de estratégias sustentáveis no uso da água</p>		<p>Adaptação a disponibilidade da água</p>
<p>Utilização de cobertos vegetais e agricultura de conservação</p>		<p>Disminuição da perda do solo e da desertificação</p>
<p>Novas tecnologias para melhorar a tomada das decisões</p>		<p>Melhora as medidas de adaptação e reduz os custos</p>

## SUSTENTABILIDADE E ADAPTAÇÃO

Medidas de Adaptação	Resultados da sua Aplicação
Implementação de estratégias sustentáveis no uso da água	Adaptação a disponibilidade da água
Utilização de cobertos vegetais e agricultura de conservação	Disminuição da perda do solo e da desertificação
Novas tecnologias para melhorar a tomada das decisões	Melhora as medidas de adaptação e reduz os custos
Novas (o velhas) culturas tradicionais	Maior competitividade

## SUSTENTABILIDADE E ADAPTAÇÃO

### Medidas de Adaptação

### Resultados da sua Aplicação

Implementação de estratégias sustentáveis no uso da água	➔	Adaptação a disponibilidade da água
Utilização de cobertos vegetais e agricultura de conservação	➔	Disminuição da perda do solo e da desertificação
Novas tecnologias para melhorar a tomada das decisões	➔	Melhora as medidas de adaptação e reduz os custos
Novas (o velhas) culturas tradicionais	➔	Maior competitividade
Reconhecimento do valor acrescentado da conservação dos recursos naturais	➔	Aumento to ganho. Melhora da conservação

## 2. AMENDEIRAS E PISTÁCIOS: UMA BOA ELEIÇÃO?

1.  
Implementação  
de estratégias  
sustentáveis no  
uso da água

2.  
Novas  
tecnologias  
para melhorar  
a tomada das  
decisões

3. Coberturas  
vegetais na  
agricultura de  
montanha

Novas culturas

4. Reconhecimento  
do valor  
acrescentado da  
conservação dos  
recursos naturais

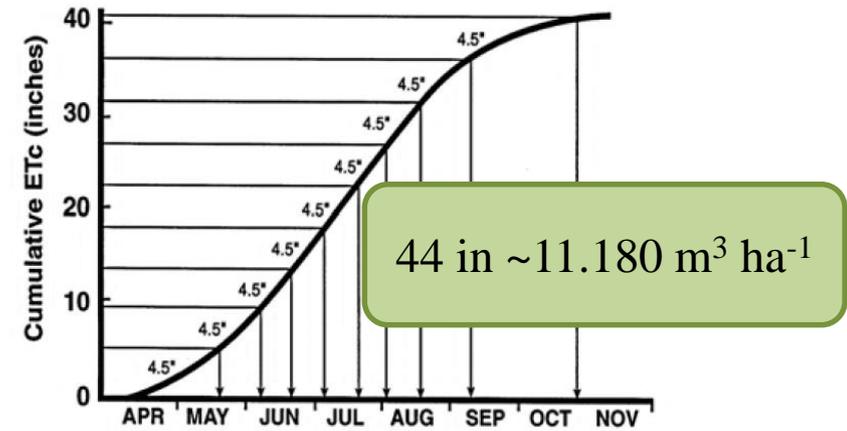
### 1. Implementação de estratégias sustentáveis no uso da água



Determining the crop coefficient (Kc)

Month	Goldhamer, et al (1992)	Zaccaria, et al (Being researched)
April	0.25	0.25
May	0.71	0.75
June	1.13	0.85
July	1.19	0.90
Aug.	1.15	0.85
Sept.	0.95	0.75
Oct.	0.60	0.40

University of California  
Agriculture and Natural Resources



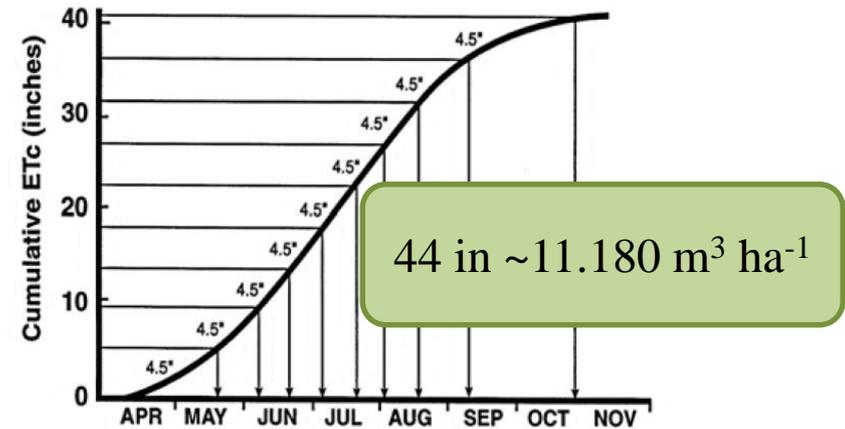
### 1. Implementação de estratégias sustentáveis no uso da água



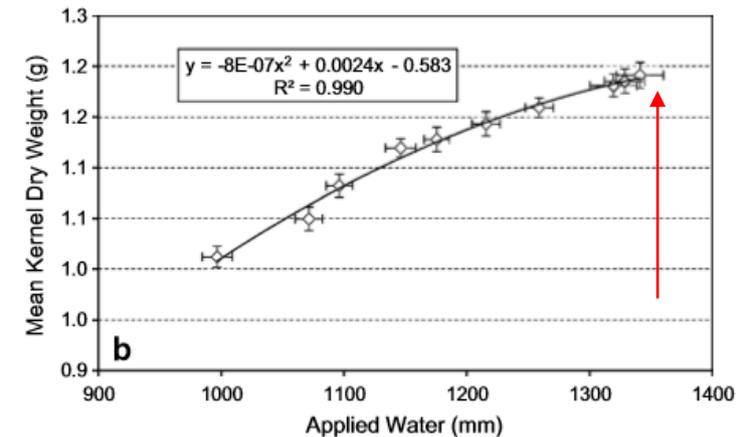
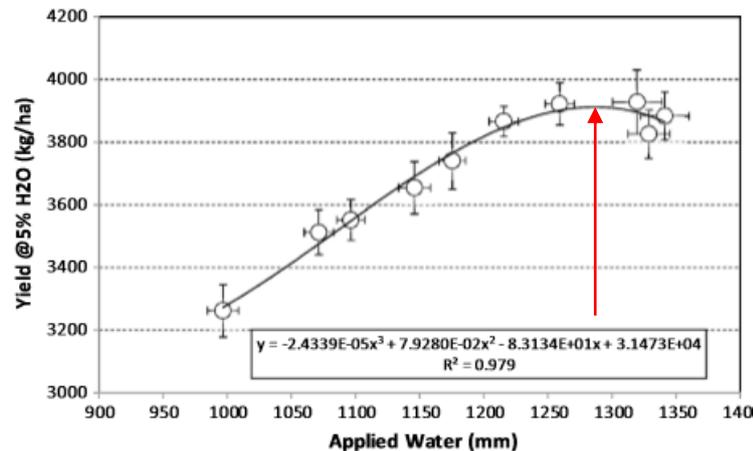
Determining the crop coefficient (Kc)

Month	Goldhamer, et al (1992)	Zaccaria, et al (Being researched)
April	0.25	0.25
May	0.71	0.75
June	1.13	0.85
July	1.19	0.90
Aug.	1.15	0.85
Sept.	0.95	0.75
Oct.	0.60	0.40

University of California  
Agriculture and Natural Resources



12.500 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>



Goldhamer and Fereres (Irrig Sci 2018)

**Acho que temos um problema...**



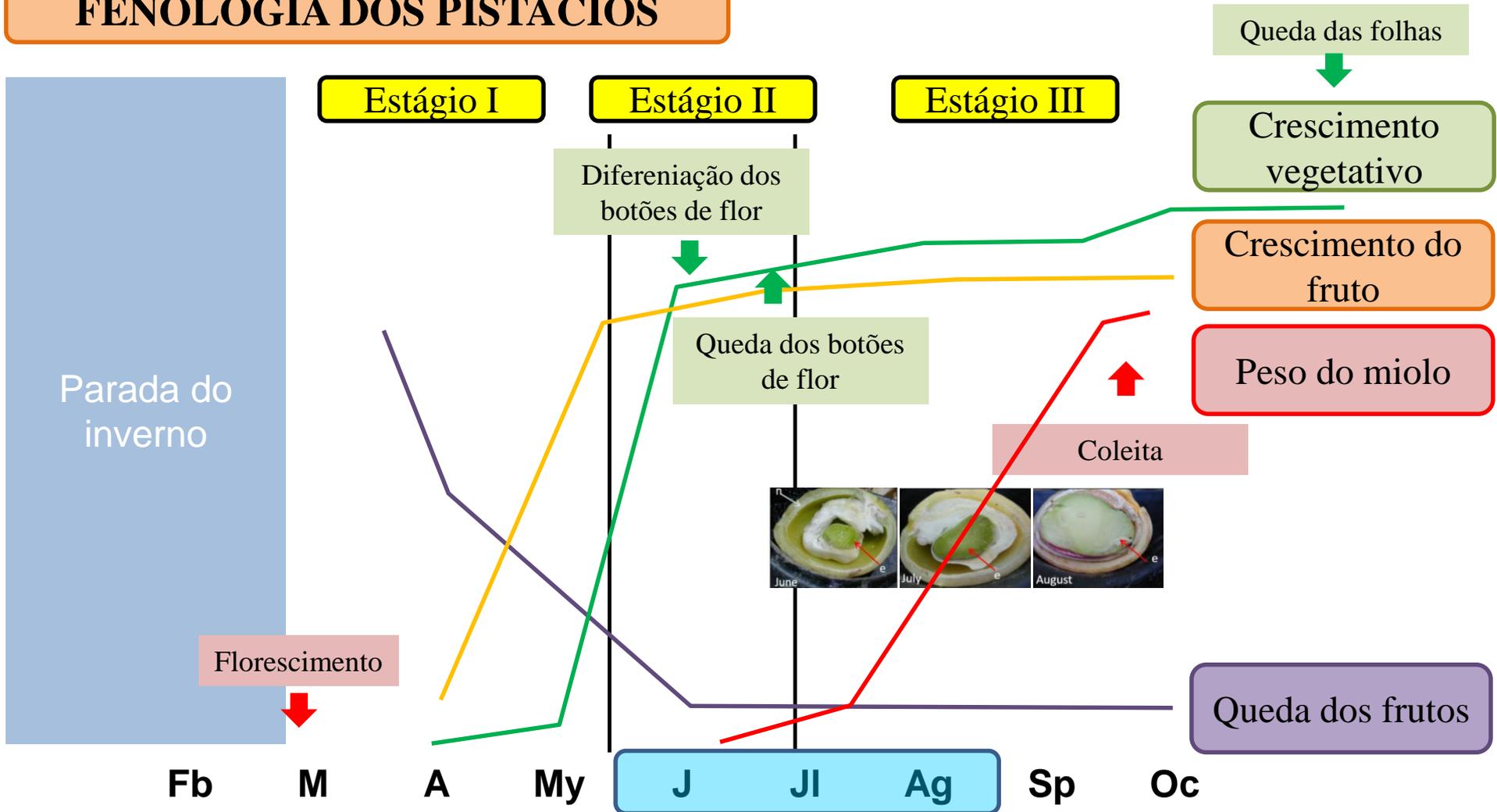
**É POSSÍVEL UMA GESTÃO ÓTIMA  
DA ESCASSEZ DA ÁGUA?**

**FENOLOGIA**

**GESTÃO ADECUADA DAS  
CULTURA**

**PREVALECIMENTO DA  
QUALIDADE AO CANTIDADE**

### FENOLOGIA DOS PISTACIOS



### O EQUILIBRIO DO ESTRESSE E A FENOLOGIA DOS PISTACHIOS

#### Estágio I

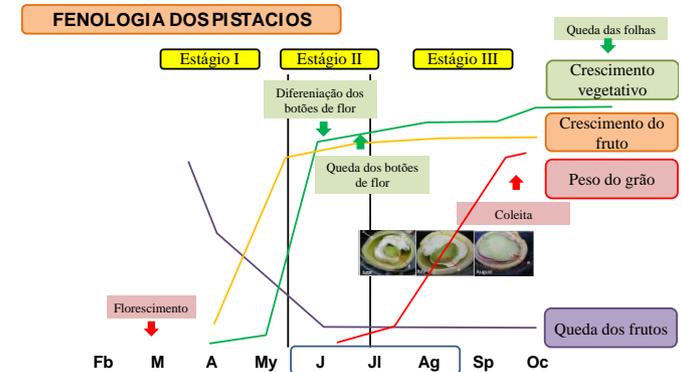
- Queda maciça dos primeiros frutos
- Erros nos proceso de fecundação na formação do tubo polínico
- Redução no tamanho dos frutos
- Efeitos importantes no crescimento vegetativo

#### Estágio II

- Efeitos na diferenciação dos botões de flor → Perdas na coleitas
- Queda maciça dos botões diferenciados

#### Estágio III

- Sem efeitos no crescimento vegetativo
- Sem efeitos no tamanho do fruto
- Efeitos importantes na acumulação da materia seca no miolo
- Efeitos na abertura da casca → Disminuição do valor comercial
- Efeitos na acumulação das reservas



- O estágio II é o menos susceptível à rega deficitária
- É possível ter um controle do crescimento vegetativo com o estresse
- Podemos conseguir uma melhora na qualidade da colheita (perfil ácidos gordos poli-insaturados; aumentos dos compostos organolépticos)
- É possível favorecer a abertura da casca do fruto

**RD final do Estágio I + II**

**Frutos mais pequenos**

**RD moderado no Estágio III**

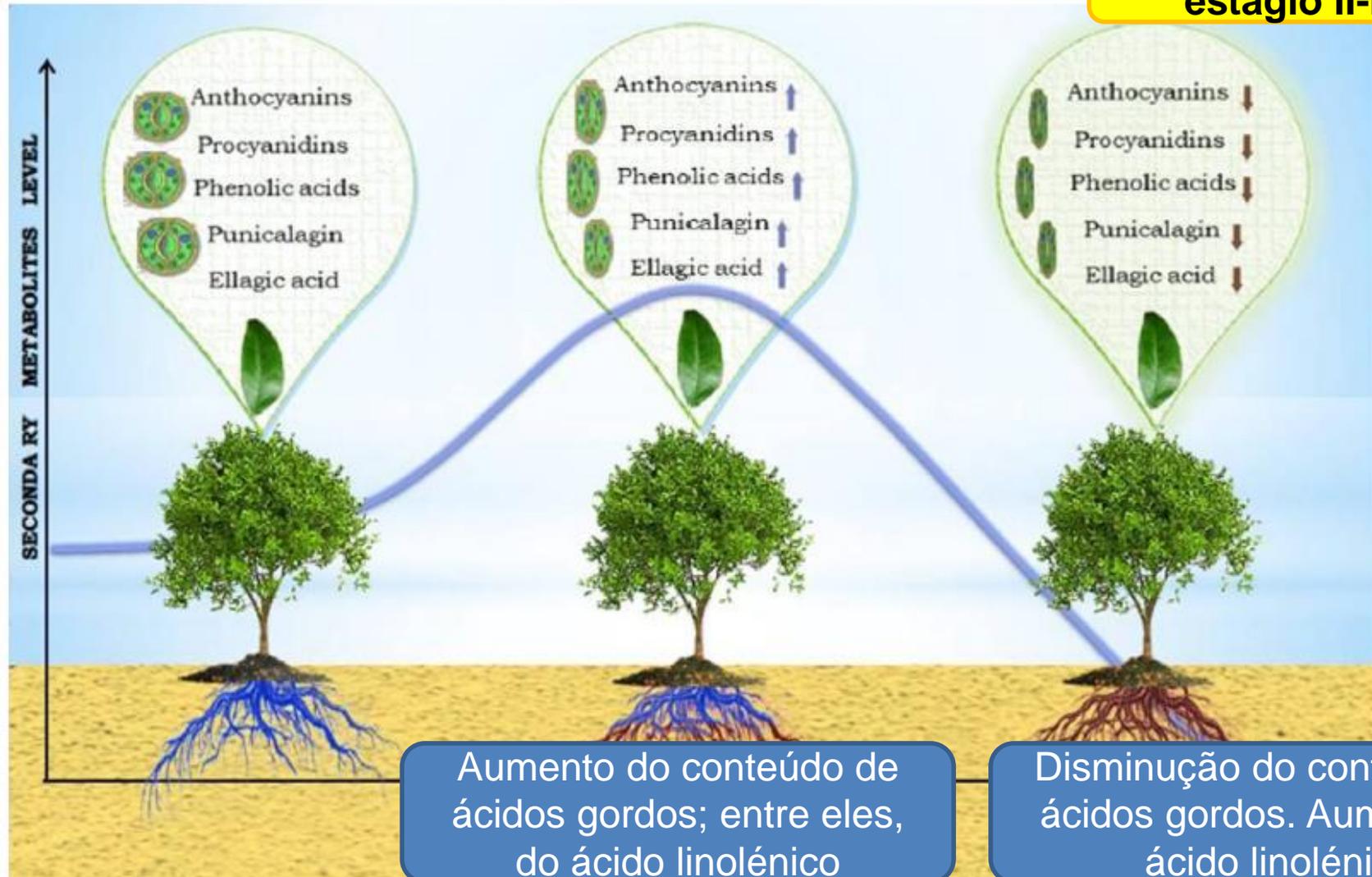
**O crescimento no interior vai favorecer abertura da casca**

**Uma questão de qualidade....**



A. Galindo et al. / *Agricultural Water Management* 202 (2018) 311–324

**Estresse no  
estágio II-III**



**Efeitos do estresse na qualidade do fruto**

**Galindo et al. 2018; López-López et al. 2017; Carbonell-Barrachina et al. 2014)**

Efeitos do estresse na abertura do fruto

SDI

Efeitos do estresse na produção

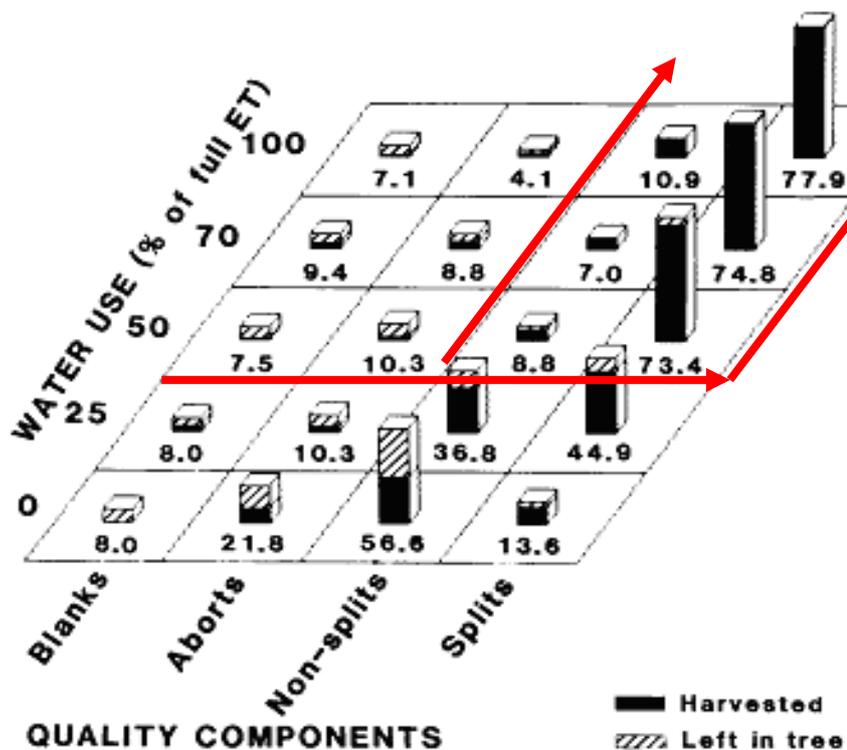


Figure 2. Affect of ET levels on current season nut quality and harvestability. Column heights and numbers in grid squares represent total tree nut load percentages (both harvested and left in tree after shaking) of each quality component for a particular ET rate. Data are averages of 200 nut samples from each of 10 trees per plot.

HARVEST YIELDS (lbs/tree on dry wt. basis)

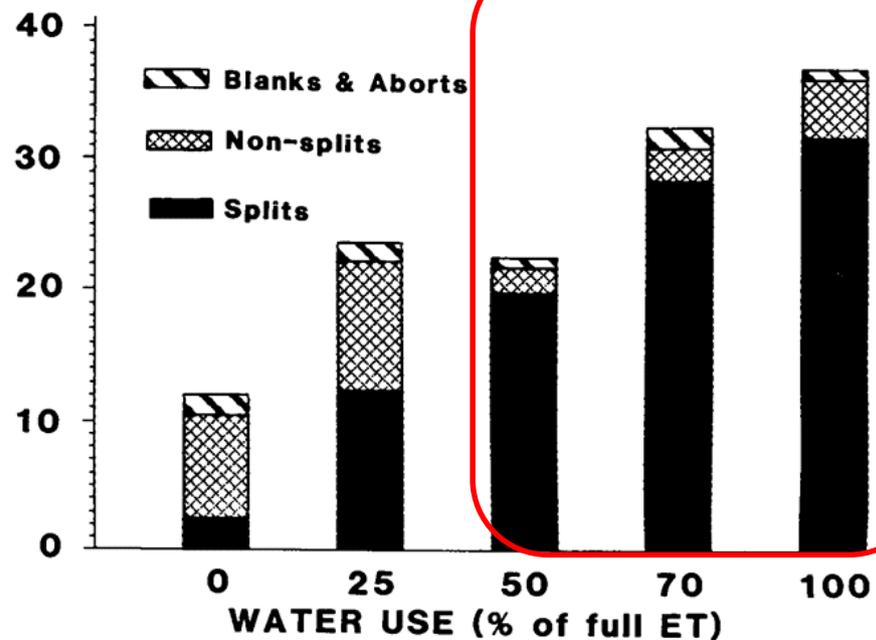
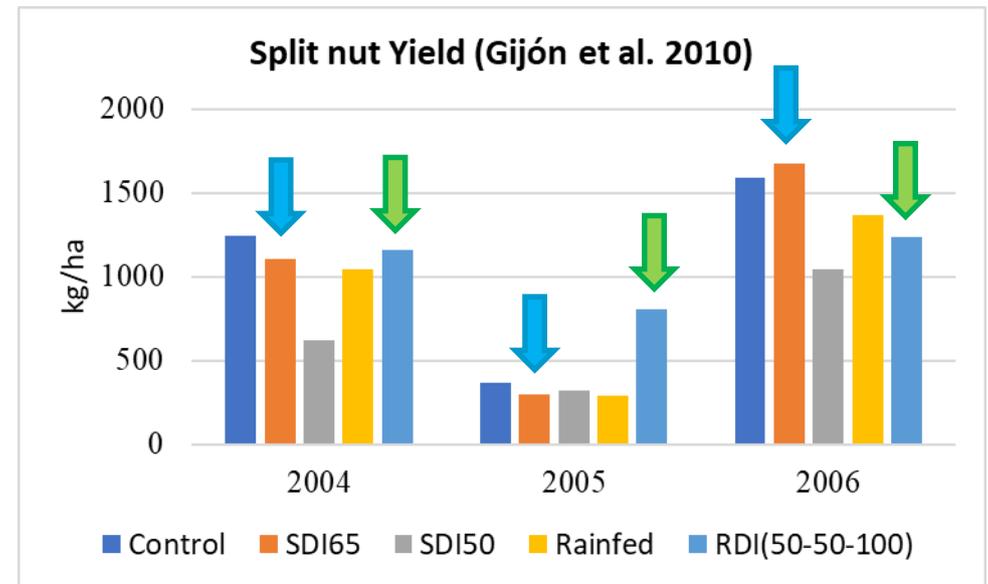
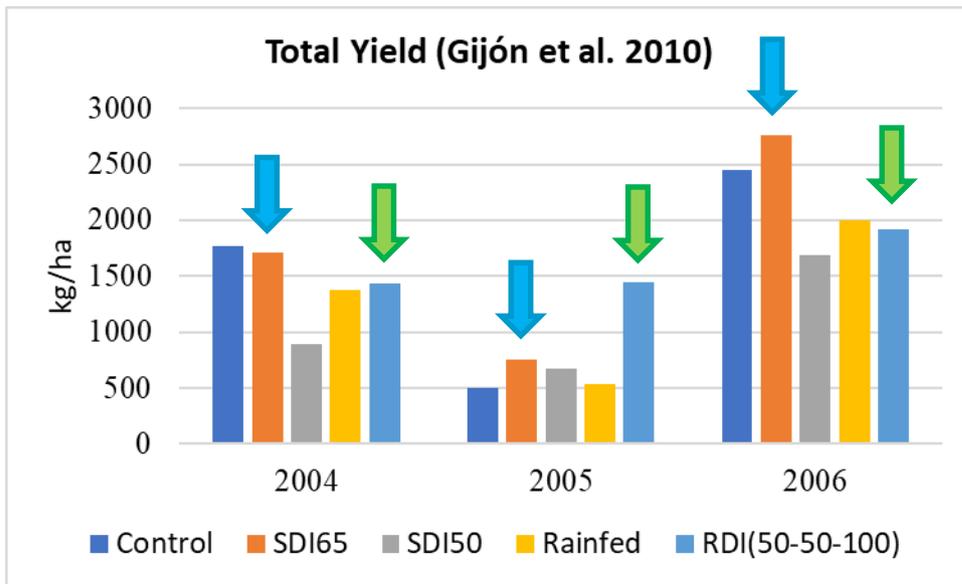


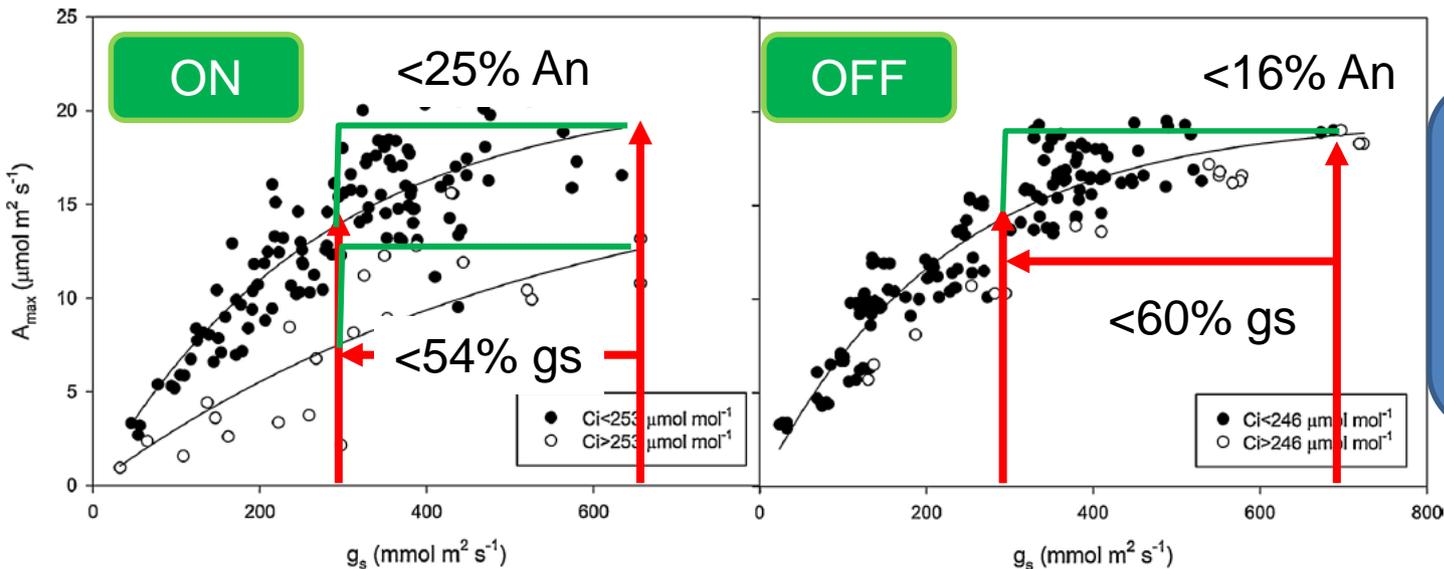
Figure 3. Harvest yield components on a dry weight basis for different ET levels. Data are averages of 40 trees per plot.



- O tratamento SDI65 oferece resultados muito parecidos ao Control, com uma sensibilidade igual nos anos “OFF”
- O tratamento SDI50 não melhora ao Rainfed
- O tratamento RDI, como uma redução do 50% nos estágios I e II e recuperação no estágio III consegue oferecer produções parecidas nos três anos, corrigendo os efeitos negativos dos anos “OFF”



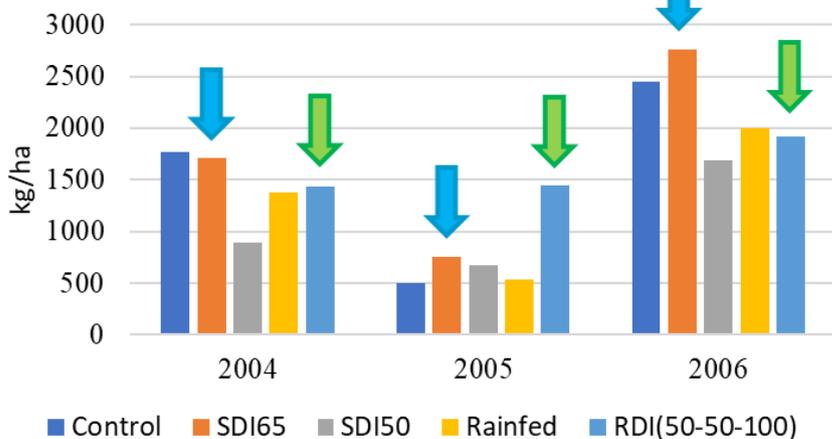
Marino et al. (2018)



1) Relação importante da resposta fisiologica com os níveis de produção: Anos OFF não tinham diferenças com os níveis do  $C_i$ .

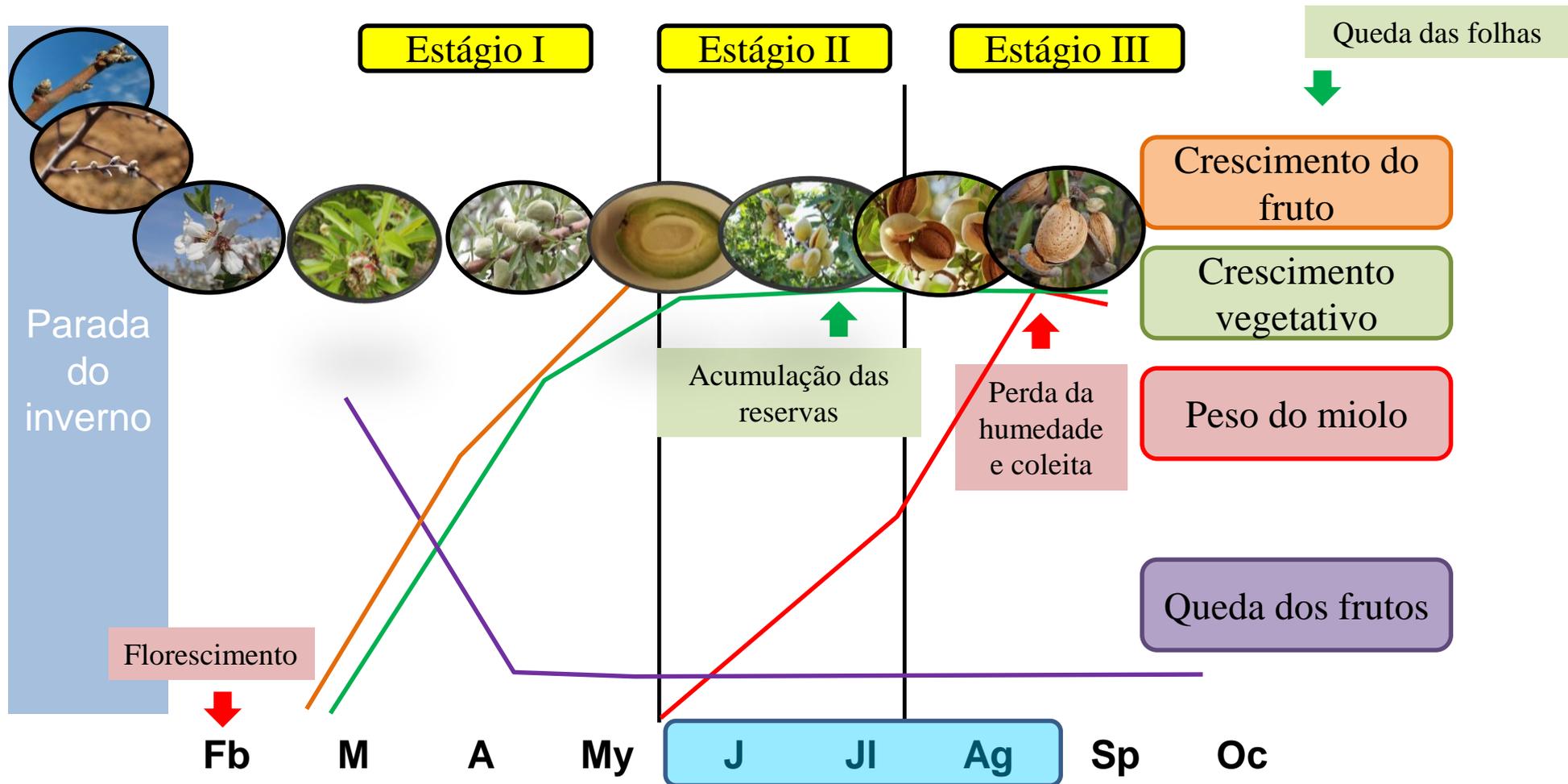
No caso de limitações não difusivas ( $B_L$ );  $C_i > 253$ ,  
A relação muda

Total Yield (Gijón et al. 2010)



As perdas em produção nos trabalhos de Gijón et al (2010) concluíram que:  
O tratamento com restrições continuadas do 35%; não registrava nenhuma perda em produção; mesmo que o tratamento RDI (50-50-100) sómente registrou perdas dum 15% nos anos ON, com melhoras no ano OFF

### FENOLOGIA DAS AMENDOEIRAS



### O EQUILIBRIO DO ESTRESSE E A FENOLOGIA DAS AMENDOEIRAS

#### Estágio I

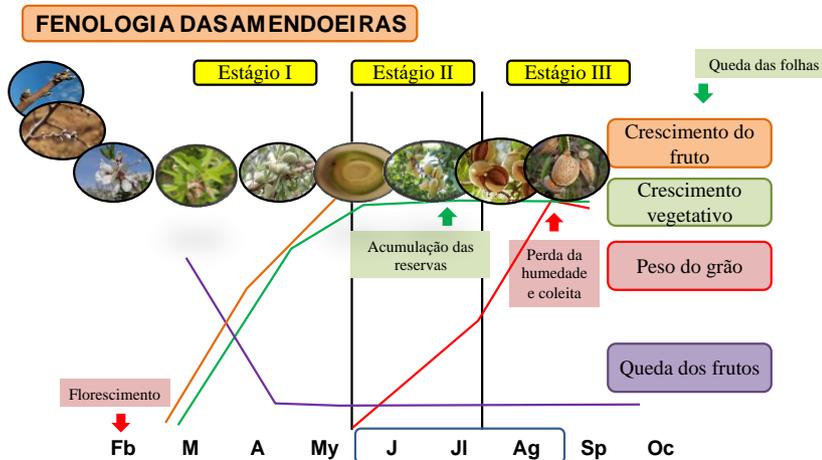
- Queda maciça dos primeiros frutos
- Redução no tamanho dos frutos
- Efeitos importantes no crescimento vegetativo

#### Estágio II

- Sem efeitos no crescimento vegetativo
- Sem efeitos no tamanho do fruto
- Efeitos na acumulação da materia seca?
- Efeitos no endurecimento da casca
- Efeitos na abertura da casca
- Efeitos moderados na acumulação das reservas

#### Estágio III

- Efeitos importantes na acumulação das reservas
- Efeitos na diferenciação dos botões de flor



García-Tejero et al. (2018)

### VALORES LIMIARES DO POTENCIAL NAS AMENDOEIRAS

#### Estágio I

Demanda da água é baixa

Cobertura das folhas é baixa

#### Estágio II

-1.5 to -2 MPa  
Sem efeitos na produção

-2 to -3 MPa  
Efeitos moderados na produção

Melhoramento na qualidade do fruto  
Aumento dos conteúdos em ácidos graxos

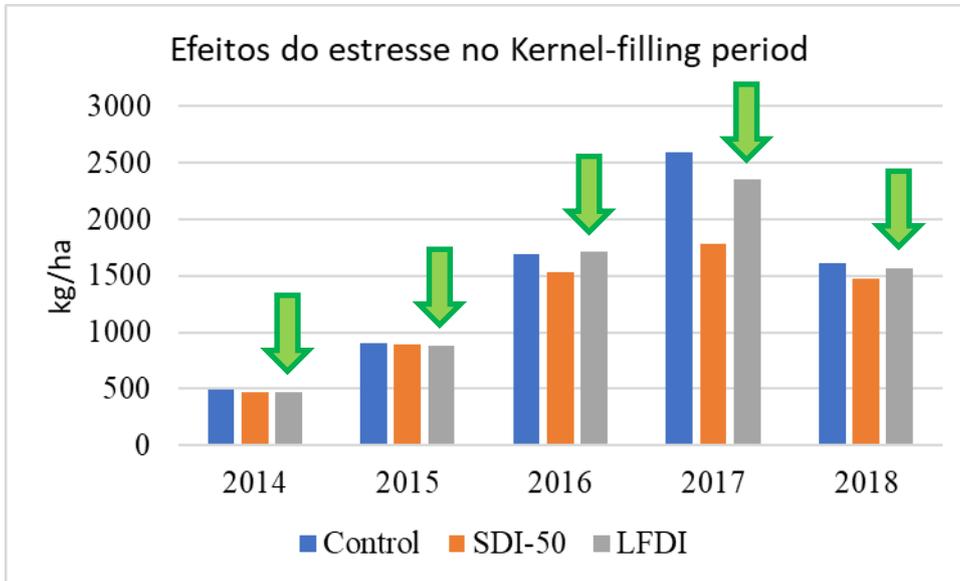
#### Estágio III

Efeitos na abertura da casca

Efeitos importantes na acumulação de reservas

García-Tejero et al. (2017, 2018)

### Efeitos do estresse produção de amendoeiras (cv. Guara)



O estresse no período do enchimento do grão conseguiu manter produções similares os tratamento bem irrigado. Mesmo assim, o tratamento do LFDI ofereceu resultados ainda melhor que o RDI50

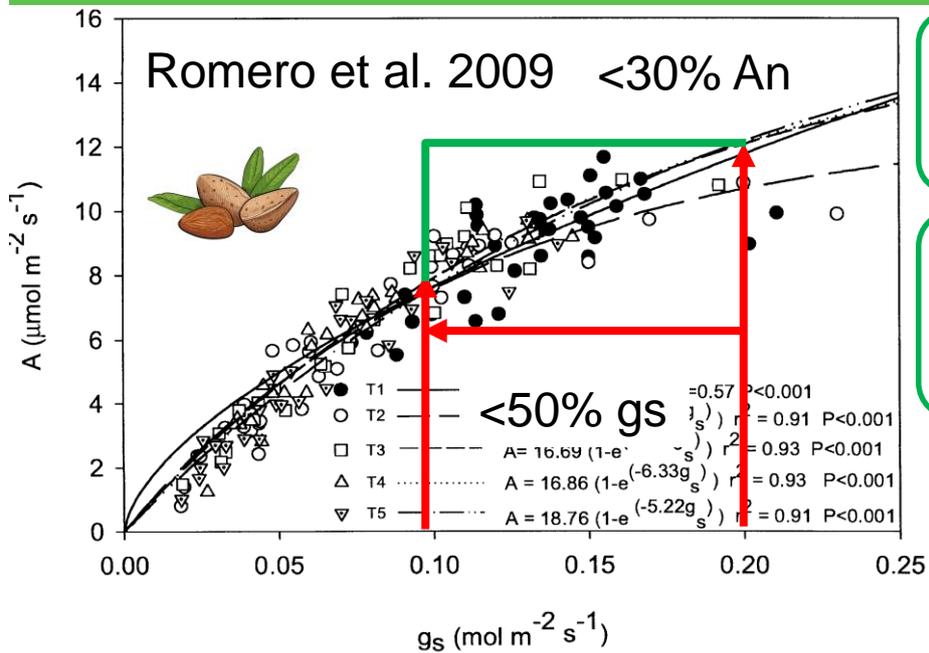
García-Tejero et al. 2018

### Volumen medio de agua aplicado (m<sup>3</sup>/ha) (2013-2018)

Control	6.763
RDC <sub>50</sub>	4.661
RDBF	4.393

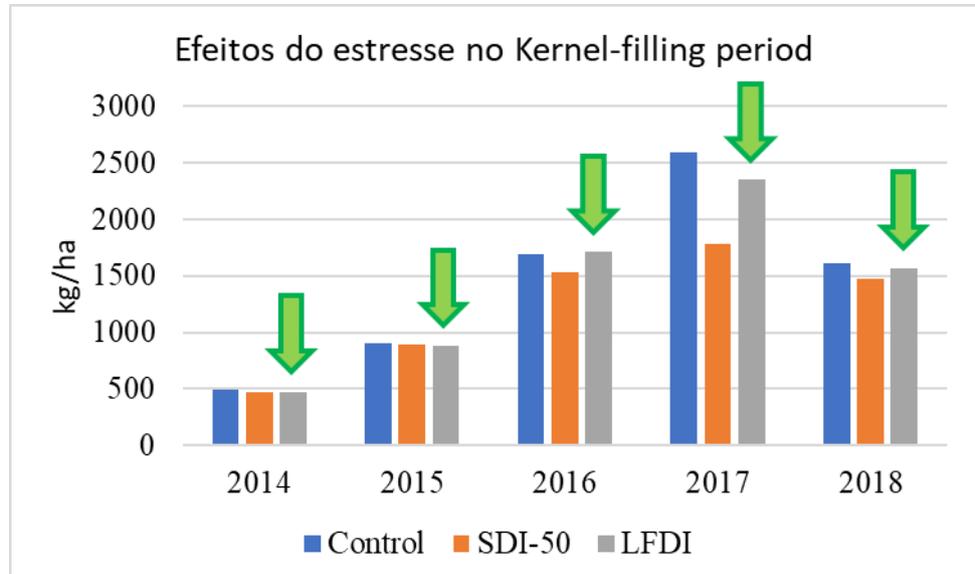
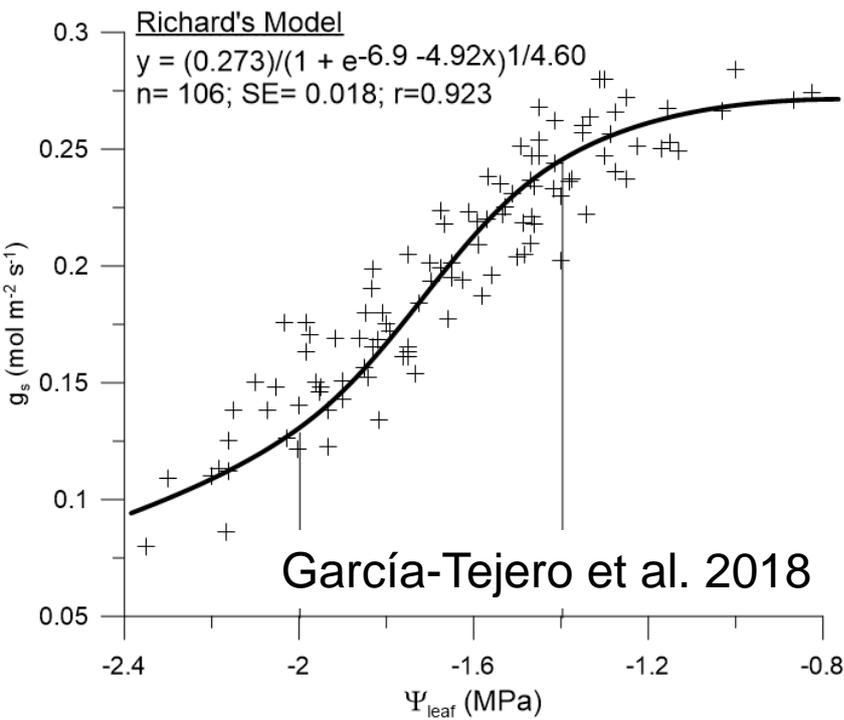
Poupanças de água até 2,500 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>

## 2. AMENDOEIRAS E PISTÁCIOS: UMA BOA ELEIÇÃO?



As reduções na  $g_s$  dum 50% apenas produz uma redução da fotosíntese dum 30%

Mesmo assim, é possível estabelecer um intervalo de valores do  $\Psi$  para esas mesmas reduções do  $g_s$ , sem provocar diminuições significativas da  $A_N$



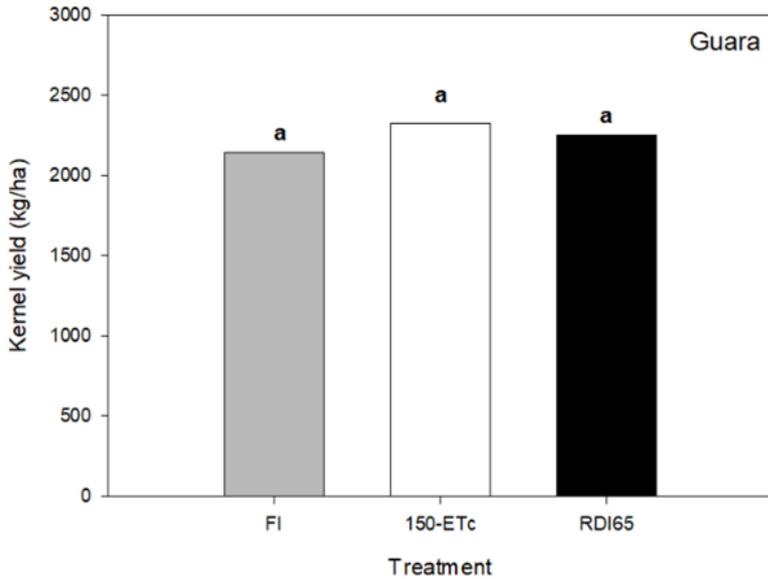
Se lembrarmos o tratamento do LFDI, os períodos da rega foram definidos dacordo com os valores de potencial da folah, os quais estiveram -1 e 2.0 MPa

Cvs. Guara, Marta, Lauranne  
2017-2018

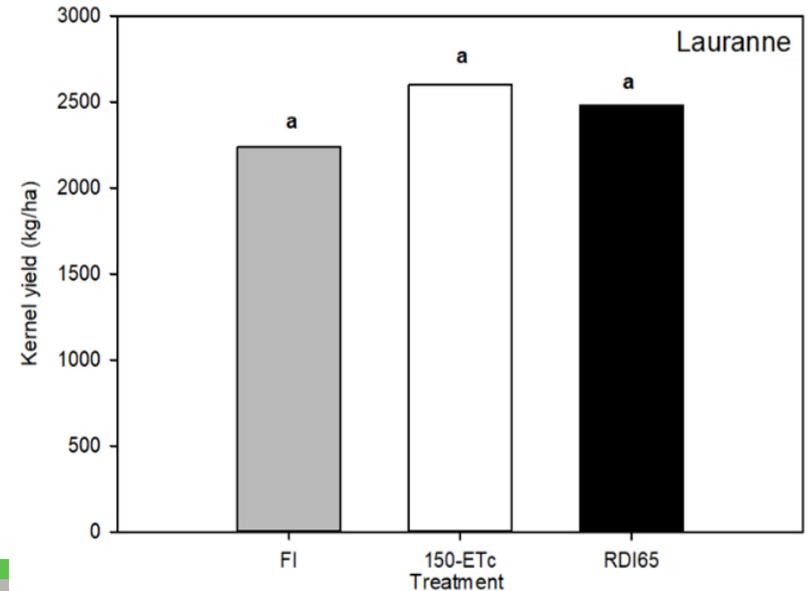
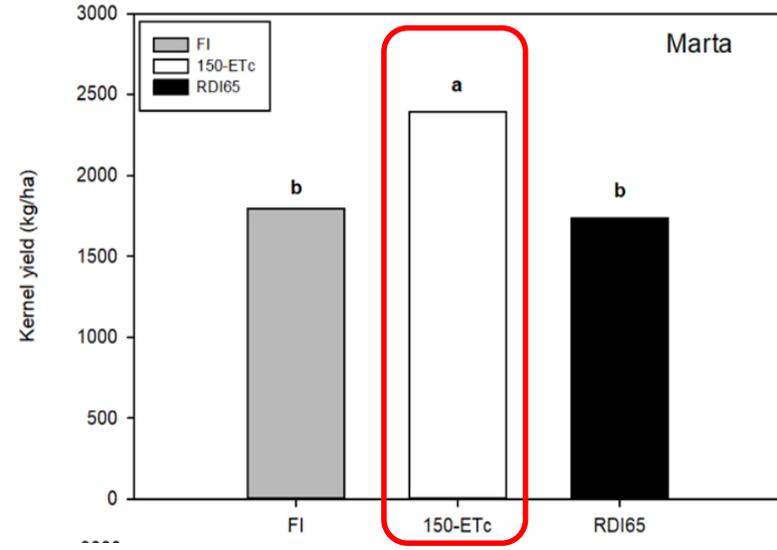
### 3 estratégias de irrigação:

- Um tratamento 150-ETc, tentando simular a doce de agua sugerida pelos autores Goldhamer and Fereres (2018)  $\sim 12.500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$
- Um tratamento Controle (FI) que recebeu uma doce de agua do 100% da ETc  $\sim 8.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$
- Uma estratégia deficitaria, com uma aplicação do 65% da ETc no período do enchimento do grão  $\sim 6.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$

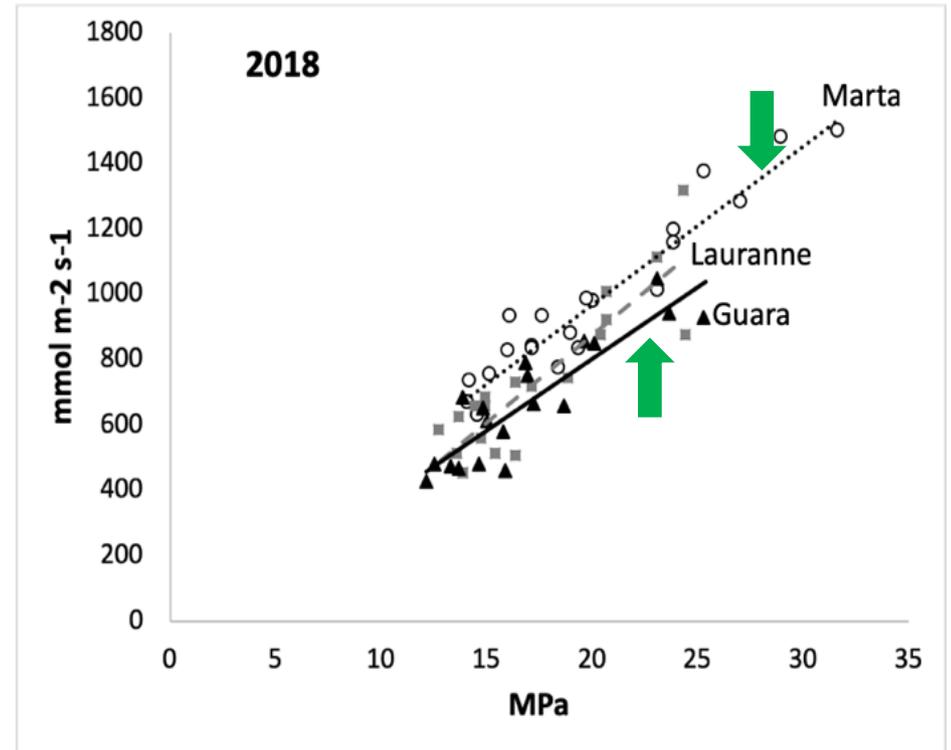
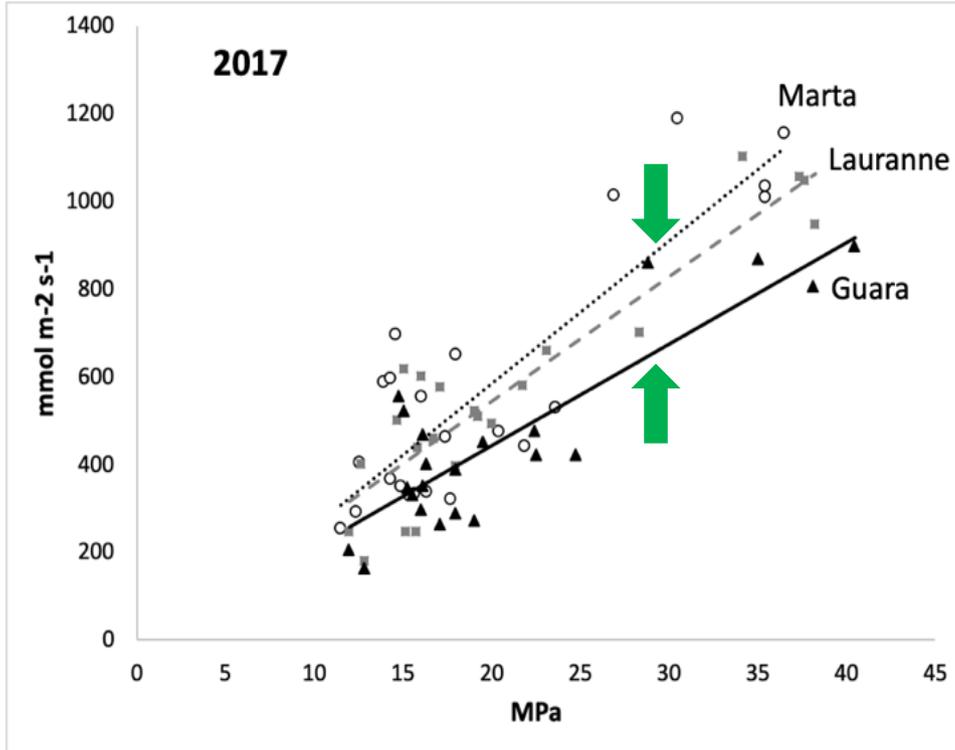
## 2. AMENDOEIRAS E PISTÁCIOS: UMA BOA ELEIÇÃO?



2017-2018



## 2. AMENDOEIRAS E PISTÁCIOS: UMA BOA ELEIÇÃO?



### Efeitos do estresse no tamanho no grão

	2017			2018		
	Treatment					
Cultivar	F <sub>1</sub>	150-ETc	RDI <sub>65</sub>	F <sub>1</sub>	150-ETc	RDI <sub>65</sub>
Guara	1.07a	1.14a	1.19a	1.30b	1.49a	1.45ab
Marta	1.19b	1.37a	1.10b	1.17ab	1.05a	1.11b
Lauranne	0.92a	1.06a	0.90a	1.04a	1.32a	1.16a

### Efeitos do estresse na produtividade da água de irrigação

	2017			2018		
	Treatment					
Cultivar	F <sub>1</sub>	150-ETc	RDI <sub>65</sub>	F <sub>1</sub>	150-ETc	RDI <sub>65</sub>
Guara	0.25b	0.18c	0.32a	0.41b	0.30c	0.55a
Marta	0.21a	0.19b	0.25a	0.36b	0.37b	0.43a
Lauranne	0.26b	0.20c	0.36a	0.32b	0.27c	0.45a

## 2. AMENDOEIRAS E PISTÁCIOS: UMA BOA ELEIÇÃO?

	Weight (g)			Size (mm)				Kernel Color coordinates					Kernel Cutting Force					
	Whole	Kernel	Shell	Whole Length	Kernel Length	Whole Width	Kernel Width	Whole Thickness	Kernel Thickness	L*	a*	b*	C	Hue	Fracturability (mm)	Hardness (N)	Work to shear (Ns)	Average force (N)
<b>ANOVA<sup>†</sup></b>																		
Irrigation	***	***	**	NS	NS	NS	NS	NS	***	***	**	***	***	***	***	**	*	*
Variety	***	***	**	***	***	***	***	***	***	***	**	***	***	***	***	**	*	*
Irrigation x Variety	***	***	**	***	***	***	***	***	***	***	**	***	***	***	***	**	*	*
<b>Tukey Multiple Range Test<sup>‡</sup></b>																		
<b>Irrigation</b>																		
65 %	3.43b	1.25b	2.18b	32.5	24.6	23.6	14.3	16.2	7.84b	48.0b	18.4a	34.7b	39.3b	61.8b	2.09a	74.2a	84.4a	40.1a
Control	3.59b	1.28b	2.31ab	32.4	24.8	23.5	14.4	16.2	8.15a	47.9b	18.1a	34.0b	38.5b	61.8b	2.09a	72.8b	83.9a	39.5ab
150 %	3.86a	1.37a	2.48a	32.6	24.8	23.8	14.7	16.7	8.36a	50.6a	18.0ab	37.0a	41.2a	63.8a	1.98b	70.4c	75.6b	37.6b
<b>Variety</b>																		
Marta	3.61b	1.24b	2.37b	31.9b	25.0a	21.3c	13.2c	15.9b	8.29a	46.3c	18.7a	33.8b	38.7b	60.8c	2.12a	68.0b	80.1b	36.9b
Guara	3.89a	1.49a	2.41b	33.5a	25.4a	26.3a	16.0a	17.4a	8.14ab	50.9a	18.0b	37.5a	41.7a	64.1a	2.00b	75.8a	81.7a	40.6a
Lauranne	3.38b	1.18b	2.20a	32.1b	23.9b	23.3b	14.2b	15.8b	7.92b	49.3b	17.7b	34.3b	38.7b	62.4b	2.04b	73.5a	82.1a	39.7ab
<b>Variety x Irrigation</b>																		
<b>Marta</b>																		
65 %	3.36	1.16	2.20	32.2	24.8	21.5	13.0	15.9	7.84b	44.0b	18.9	32.3b	37.5b	59.5b	2.39a	71.9	95.4a	39.3
Control	3.72	1.26	2.46	32.2	25.3	21.2	13.4	15.7	8.31a	45.7b	18.9	33.1b	38.1ab	60.0b	2.01b	66.3	74.1ab	35.9
150 %	3.76	1.31	2.45	31.3	24.7	21.2	13.3	15.9	8.71a	49.1a	18.3	36.1a	40.5a	62.9a	1.95b	65.7	70.8b	35.4
<b>Guara</b>																		
65 %	3.69b	1.42b	2.27b	33.0	25.0ab	25.9	15.7b	17.0b	7.98	51.4a	18.6a	38.6a	42.9a	64.2ab	1.89b	77.9	80.8	42.2
Control	3.69b	1.43b	2.26b	33.2	25.0b	26.0	15.7b	17.2b	8.11	48.5b	17.4b	34.1b	38.4b	62.7b	2.14a	73.7	86.9	40.2
150 %	4.31a	1.61a	2.69a	34.3	26.0a	26.8	16.5a	18.1a	8.33	52.9a	18.0ab	39.8a	43.8a	65.5a	1.96ab	75.8	77.3	39.4
<b>Lauranne</b>																		
65 %	3.25	1.18	2.08	32.5	24.0	23.3	14.3	15.8	7.72	48.7	17.7	33.2	37.7	61.5	1.98	72.6	76.9	38.7
Control	3.37	1.16	2.22	31.6	23.9	23.4	14.1	15.7	8.03	49.5	17.9	34.7	39.1	62.6	2.11	78.3	90.7	42.5
150 %	3.51	1.20	2.31	32.3	23.7	23.3	14.2	15.9	8.02	49.7	17.6	35.1	39.4	62.9	2.03	69.6	78.8	38.0

## 2. AMENDEIRAS E PISTÁCIOS: UMA BOA ELEIÇÃO?

	Ash content (g kg <sup>-1</sup> )	Ca (g kg <sup>-1</sup> )	Mg (g kg <sup>-1</sup> )	K (g kg <sup>-1</sup> )	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )
<b>ANOVA<sup>†</sup></b>								
Irrigation	NS	*	NS	NS	NS	*	*	NS
Variety	NS	*	**	NS	NS	*	*	NS
Irrigation × Variety	NS	*	**	NS	NS	*	*	NS
<b>Tukey Multiple Range Test<sup>‡</sup></b>								
<b>Irrigation</b>								
65 %	32.8	6.99 a	1.97	5.86	28.7	6.13 a	15.9 a	31.2
Control	34.3	6.34 a	1.99	6.08	26.4	5.93 b	15.5 a	28.7
150 %	32.8	5.91 b	1.93	5.41	27.3	6.60 a	16.8 b	28.2
<b>Variety</b>								
Marta	32.6	5.69 b	1.80 b	5.72	25.2	5.49 b	13.2 b	26.5
Guara	33.6	5.15 b	1.93 b	5.80	30.4	6.84 a	17.4 a	29.2
Lauranne	33.7	8.39 a	2.16 a	5.82	26.8	6.34 ab	17.5 a	32.3
<b>Irrigation × Variety</b>								
<b>Marta</b>								
65 %	34.3a	6.13a	1.82	6.03a	27.5a	5.87	14.1	28.9a
Control	32.8a	6.03a	1.87	6.07a	26.1a	5.43	13.3	27.3ab
150 %	30.6b	4.91b	1.70	5.08b	21.8b	5.18	12.2	23.3b
<b>Guara</b>								
65 %	33.3	6.36	1.96	5.58	31.5	6.19	16.7	32.4
Control	34.9	4.46	1.93	6.29	25.6	6.18	15.6	25.5
150 %	32.7	4.64	1.88	5.52	34.1	8.14	20.0	29.7
<b>Lauranne</b>								
65 %	30.7	8.46	2.12	5.97	27.0	6.33	16.9	32.2
Control	35.4	8.52	2.17	5.88	27.4	6.18	17.5	33.3
150 %	35.2	8.19	2.19	5.62	26.1	6.50	18.1	31.5

## 2. AMENDOEIRAS E PISTÁCIOS: UMA BOA ELEIÇÃO?

	Organic acids					Sugars						
	Oxalic	Citric	Tartaric	Malic	Fumaric	Total	Maltoheptaose	Maltotriose	Sucrose	Glucose	Fructose	Total
	g kg <sup>-1</sup>											
	ANOVA Test <sup>†</sup>											
Irrigation	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Variety	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Variety × Irrigation	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	Tukey's Multiple Range Test <sup>‡</sup>											
	Irrigation											
65 %	2.16 a	2.77 a	1.79 a	4.43 a	0.27 a	11.42 a	3.64 a	3.36 a	33.2 a	12.5 a	3.52 a	56.3 a
Control	2.09 b	2.58 b	1.57 b	3.18 b	0.23 b	9.65 b	3.64 a	2.86 b	29.1 b	12.2 ab	3.25 b	51.1 b
150 %	2.02 c	2.43 c	1.50 b	3.06 b	0.24 b	9.20 b	3.49 b	2.62 c	28.6 b	11.9 b	3.28 b	49.9 b
	Variety											
Marta	2.18 a	2.41b	1.20 c	3.38 b	0.26 b	9.43 b	3.73 a	4.02 a	26.1 b	14.6 a	3.32 b	51.7 b
Guara	2.03 c	2.69 a	1.74 b	3.93 a	0.18 c	10.6 a	3.55 b	3.13 b	23.7 b	15.8 a	3.08 c	49.2 c
Lauranne	2.06 b	2.68 a	1.92 a	3.37 b	0.30 a	10.3 a	3.49 b	1.70 c	41.2 a	6.27 b	3.65 a	56.3 a
	Variety × Irrigation											
<b>MARTA</b>												
65 %	2.33a	2.81a	1.65a	4.63a	0.29a	11.7a	3.83ab	4.99a	29.0a	15.4a	3.53	56.7a
Control	2.13b	2.29b	1.09b	3.05b	0.24b	8.82b	3.85a	3.68b	25.8b	14.1b	3.42	50.8b
150 %	2.08c	2.12b	0.87c	2.46c	0.23b	7.76c	3.53b	3.39c	23.4c	14.4ab	3.00	47.8c
<b>GUARA</b>												
65 %	2.07a	2.73ab	1.82	4.32	0.19	11.1	3.64	3.36	25.9a	17.3	3.34	53.5
Control	2.08a	3.08a	2.03	4.42	0.17	11.8	4.70	4.81	27.8a	18.4	4.08	59.8
150 %	1.98b	2.45b	1.56	3.79	0.18	9.97	3.47	2.83	19.6b	14.0	3.00	42.9
<b>LAURANNE</b>												
65 %	2.08	2.76	1.91	4.35a	0.32	11.41a	3.46	1.72	44.75	4.96	3.68	58.6
Control	2.06	2.38	1.50	2.57b	0.27	8.78b	3.36	1.45	32.49	4.57	3.06	44.9
150 %	2.01	2.72	2.08	2.93ab	0.30	10.04ab	3.46	1.65	42.77	7.32	3.83	59.0

## 2. AMENDEIRAS E PISTÁCIOS: UMA BOA ELEIÇÃO?

	O:L	SFA	MUFA	PUFA	PUFA:SFA	PUFA:MUFA	(MUFA+PUFA) /SFA	AI	TI
<b>g kg<sup>-1</sup></b>									
<b>ANOVA<sup>†</sup></b>									
Irrigation	***	NS	***	***	**	***	*	NS	*
Variety	***	NS	***	***	**	***	*	***	*
Irrigation × Variety	***	NS	***	***	**	***	*	***	*
<b>Tukey Multiple Range Test<sup>‡</sup></b>									
<b>Irrigation</b>									
65 %	3.35b	30.19	221b	66.5a	2.20a	0.30a	9.52b	0.08	0.20a
Control	3.73a	30.61	229a	61.5b	2.02b	0.27b	9.49b	0.08	0.20a
150 %	3.89a	28.13	229a	59.4b	2.13ab	0.26b	10.3a	0.08	0.19b
<b>Variety</b>									
Marta	3.90a	29.6	243a	63.5b	2.15a	0.26b	10.4a	0.07b	0.18b
Guara	3.87a	29.9	220b	56.9c	1.92b	0.26b	9.32b	0.08a	0.20a
Lauranne	3.20b	29.5	215b	67.0a	2.28a	0.31a	9.59ab	0.08a	0.20a
<b>Irrigation × Variety</b>									
<b>Marta</b>									
65 %	3.18c	30.7	230b	72.3a	2.36a	0.31a	9.86	0.07	0.19
Control	4.07b	30.9	248a	60.9b	1.97b	0.25b	9.99	0.07	0.19
150 %	4.44a	27.2	253a	57.2c	2.12ab	0.23c	11.5	0.07	0.16
<b>Guara</b>									
65 %	3.69	28.8	208	56.3	1.97	0.27	9.18	0.08	0.21
Control	3.86	32.1	227	58.9	1.83	0.26	8.90	0.08	0.21
150 %	4.05	28.8	224	55.6	1.96	0.25	9.88	0.08	0.19
<b>Lauranne</b>									
65 %	3.17	31.1	225	70.8	2.28	0.31	9.51	0.08	0.20
Control	3.26	28.9	212	64.8	2.25	0.31	9.59	0.08	0.20
150 %	3.19	28.4	209	65.5	2.30	0.31	9.66	0.08	0.20

### 3. NOVAS TECNOLOGIAS PARA MELHORAR A TOMADA DAS DECIÇÕES: A FOLHA É O ESPELHO DA ÁRVORE

1.  
Implementação  
de estratégias  
sustentáveis no  
uso da água

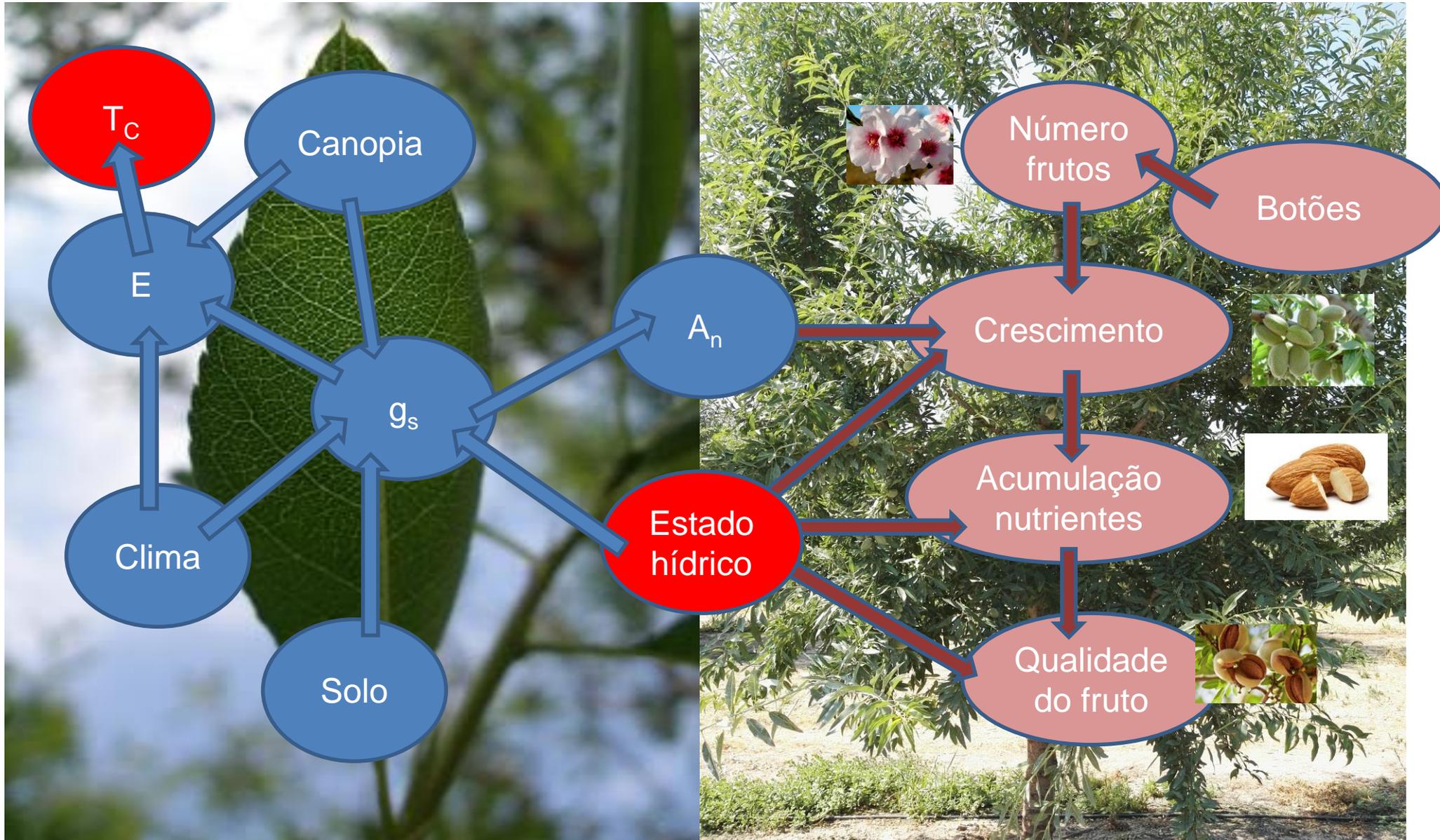
2.  
Novas  
tecnologias  
para melhorar  
a tomada das  
decisões

3. Coberturas  
vegetais na  
agricultura de  
montanha

Novas culturas

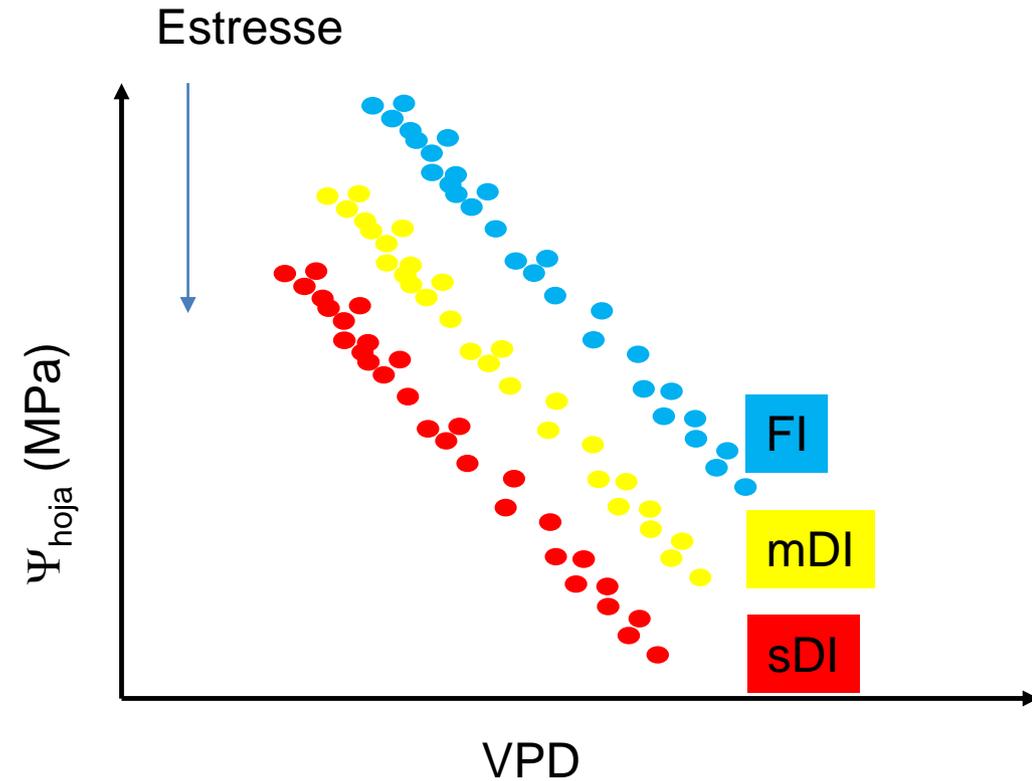
4. Reconhecimento  
do valor  
acrescentado da  
conservação dos  
recursos naturais

## 3. NOVAS TECNOLOGÍAS PARA MELHORAR A TOMADA DAS DECISÕES: A FOLHA É O ESPELHO DA ÁRVORE



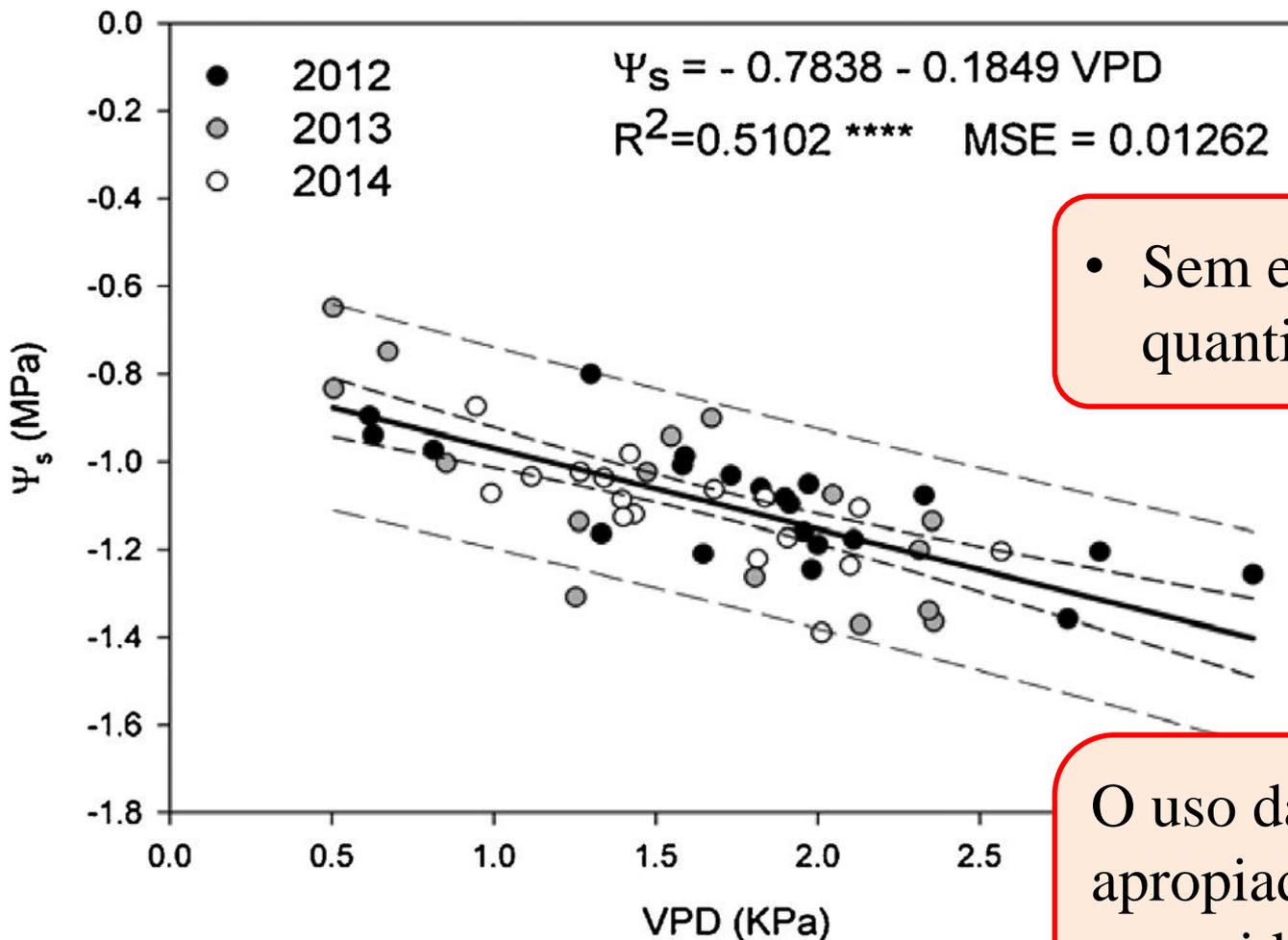
## O USO DAS LINHAS BASE DO POTENCIAL DA FOLHA EM AMÊNDOEIRAS E PISTÁCIOS

Não é possível atingir uma adequada gestão com valores limiares do potencial porque não somente dependem dos níveis de hidratação; também das condições ambientais



Idso et al. (1981)

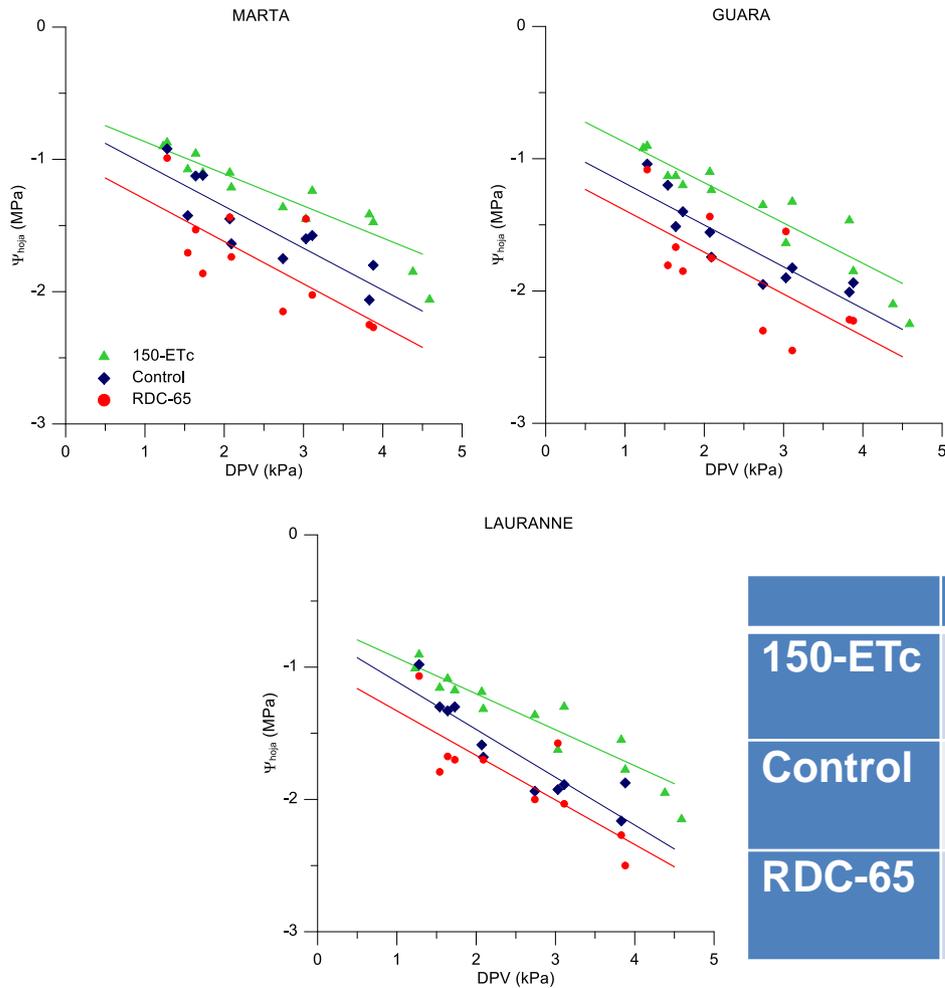
Linhas base em pistácios (Memmi et al., 2016)



- Sem efeitos pelo estágio nem a quantidade de produção final

O uso das linhas base é mais apropriado para a gestão da rega que a identificação dum valor limiar.

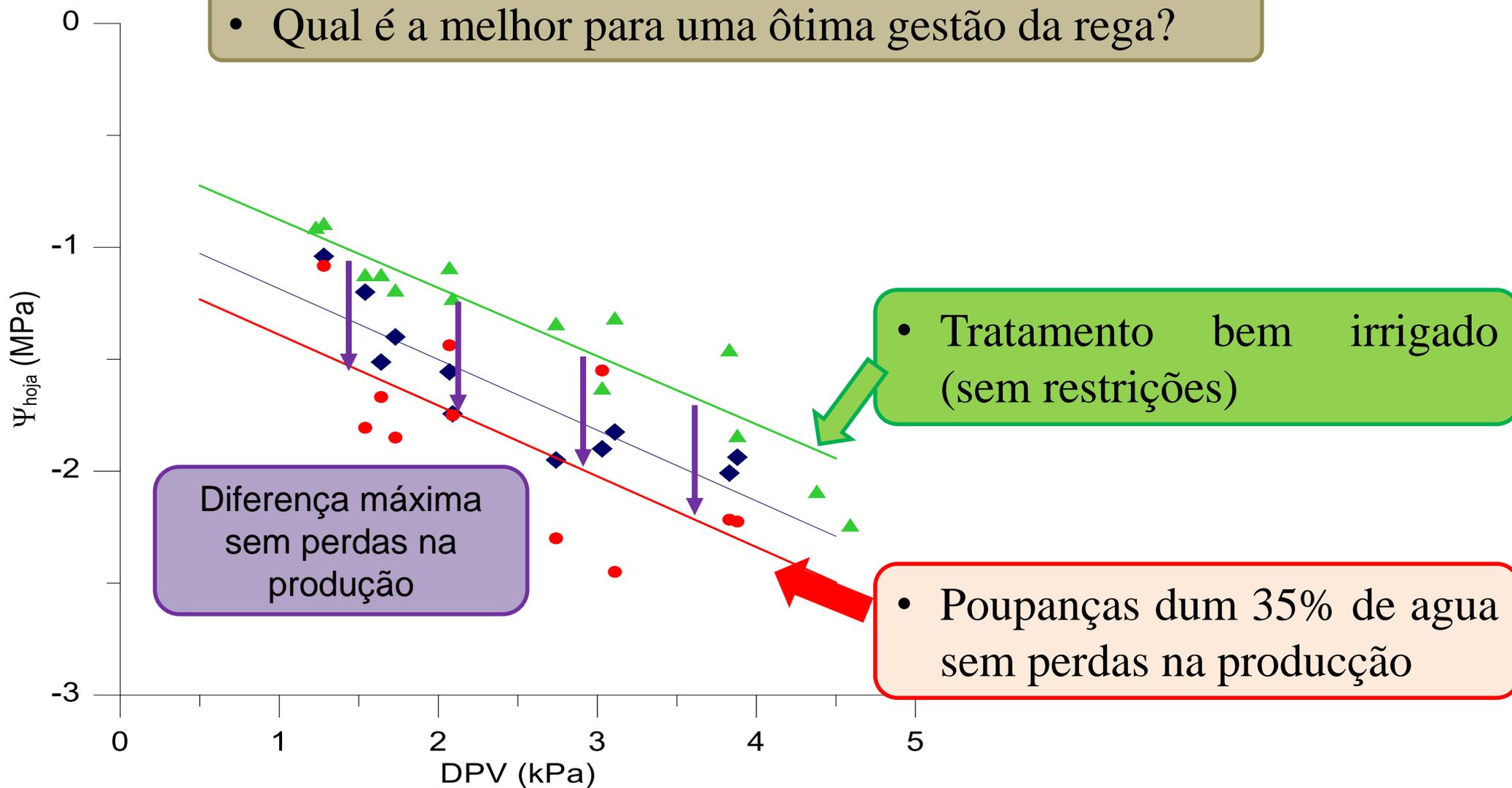
Linhas base do potencial da folha em almendoeiras (cvs. Marta, Guara e Lauranne) (García-Tejero et al. 2018)



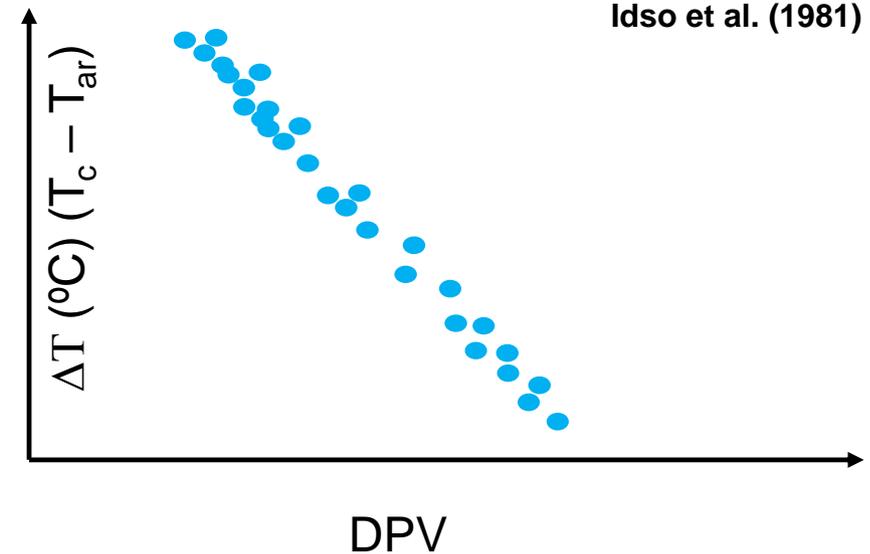
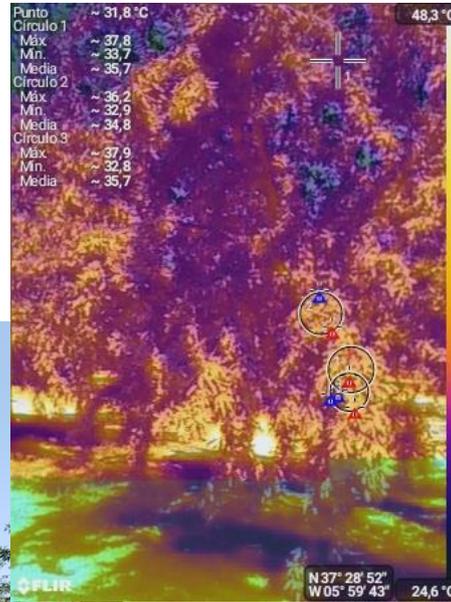
• As principais mudanças nos tratamentos e variedades aconteceram no ponto de intercepção das funções

	Guara	Marta	Lauranne
<b>150-ETc</b>	$y = -0,33x - 0,51$ $r^2 = 0,88$	$y = -0,29x - 0,55$ ; $r^2 = 0,88$	$y = -0,30x - 0,60$ $r^2 = 0,90$
<b>Control</b>	$y = -0,32x - 0,87$ $r^2 = 0,79$	$y = -0,32x - 0,72$ ; $r^2 = 0,75$	$y = -0,36x - 0,75$ $r^2 = 0,83$
<b>RDC-65</b>	$y = -0,32x - 1,07$ $r^2 = 0,49$	$y = -0,32x - 0,98$ $r^2 = 0,55$	$y = -0,33x - 0,99$ $r^2 = 0,66$

- Qual é a melhor para uma ótima gestão da rega?

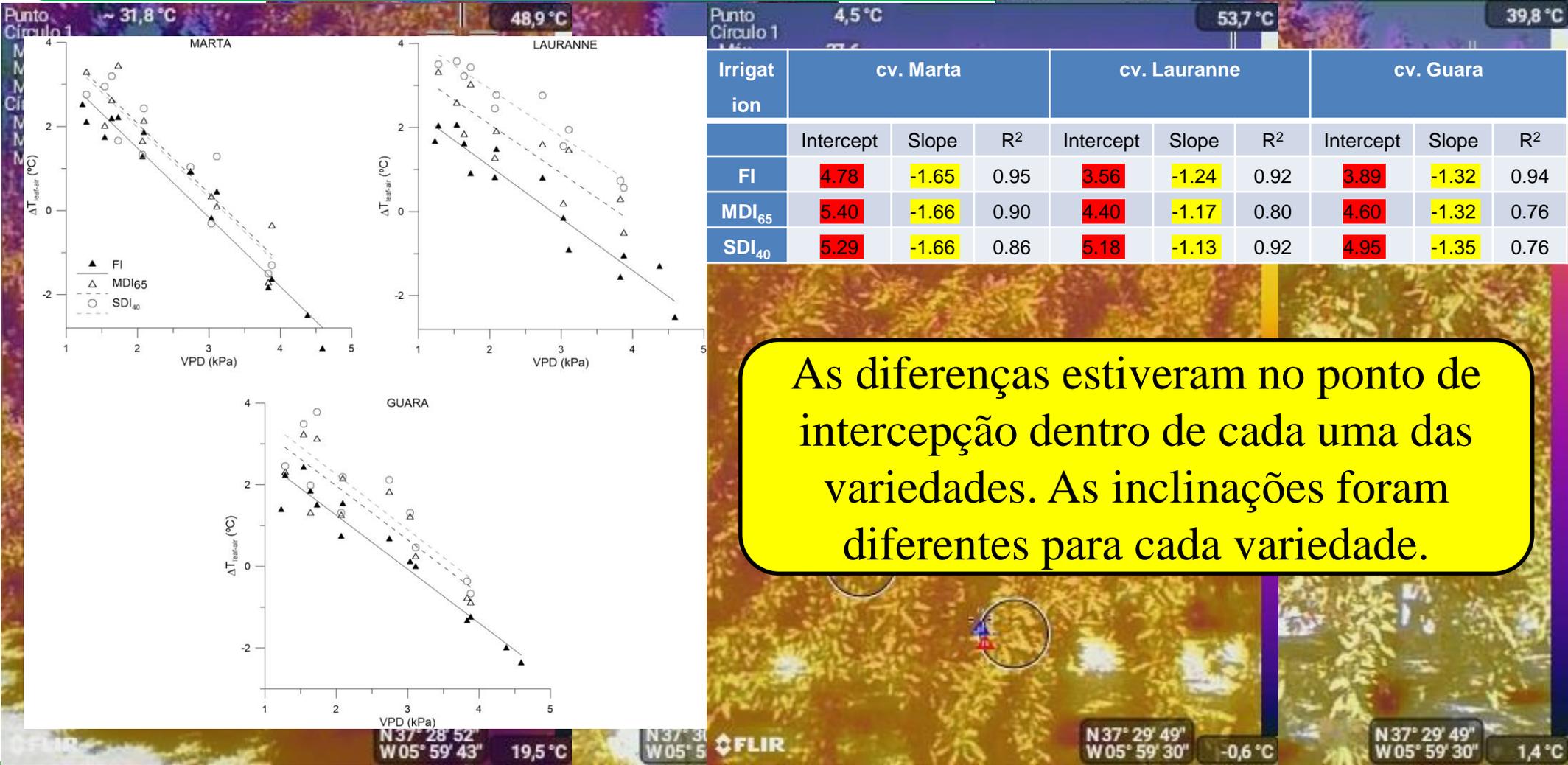


#### Outras ferramentas... A termografía de infravermelhos



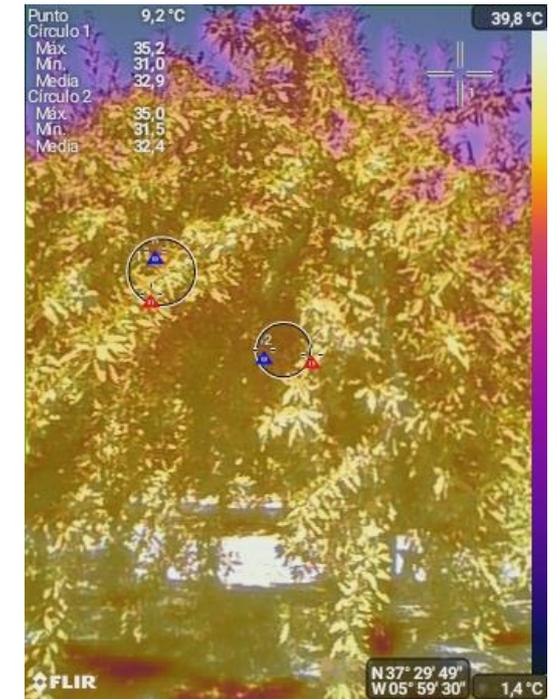
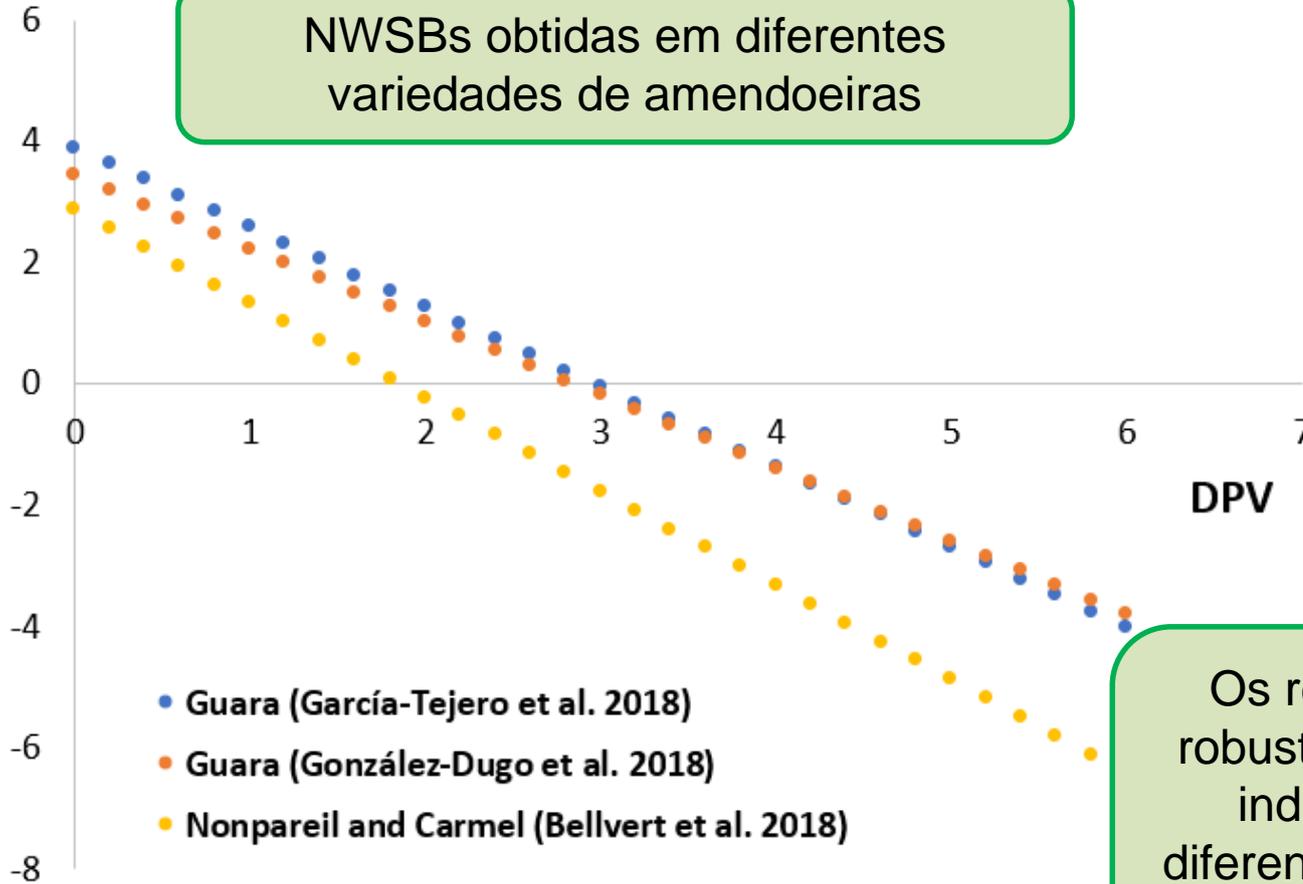
### 3. NOVAS TECNOLOGÍAS PARA MELHORAR A TOMADA DAS DECIÇÕES: A FOLHA É O ESPELHO DA ÁRVORE

Outras ferramentas com interesse na optimização da gestão da rega: a termografia de infravermelhos



As diferenças estiveram no ponto de intercepção dentro de cada uma das variedades. As inclinações foram diferentes para cada variedade.

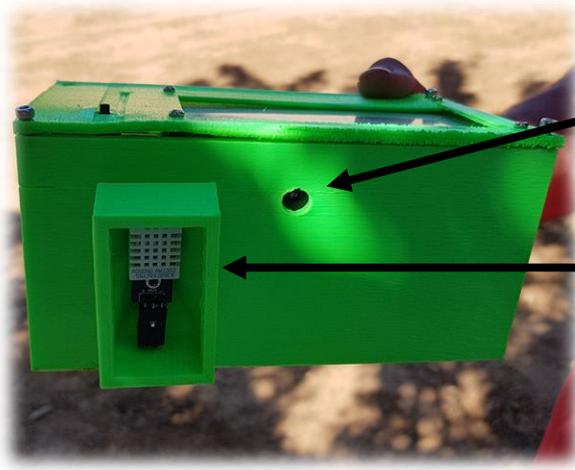
NWSBs obtidas em diferentes variedades de amendoeiras



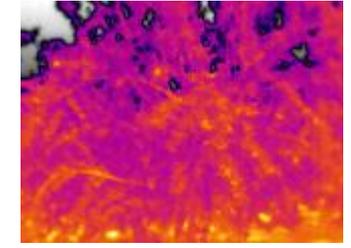
Os resultados mostram uma boa robustez da tecnologia, mesmo que indicam a necessidade de obter diferentes funções pra cada uma das variedades

## 3. NOVAS TECNOLOGÍAS PARA MELHORAR A TOMADA DAS DECISÕES: A FOLHA É O ESPELHO DA ÁRVORE

Desenho dum sistema de monitorização do estresse com linhas base e termografia de infravermelhos

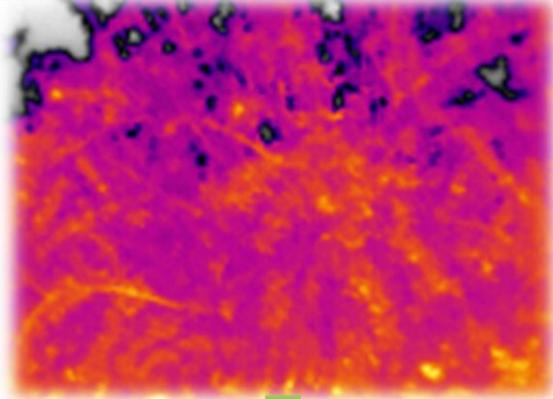


Câmara de infravermelhos

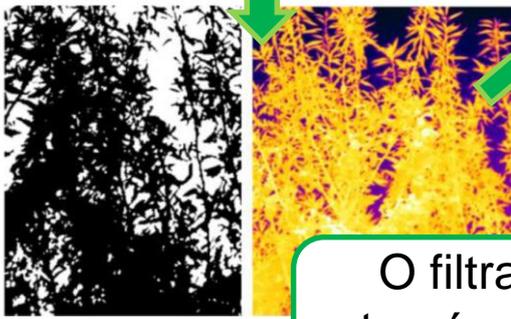


Sensores de humedade e temperatura do ar

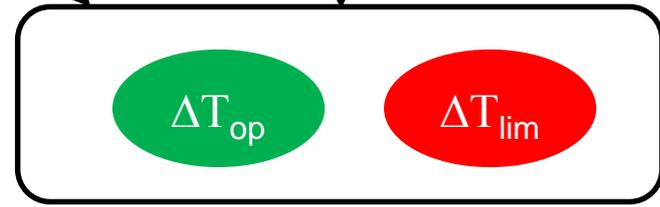
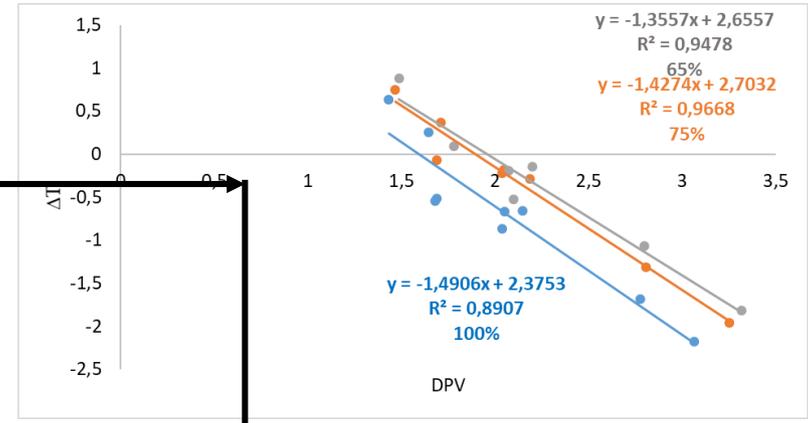
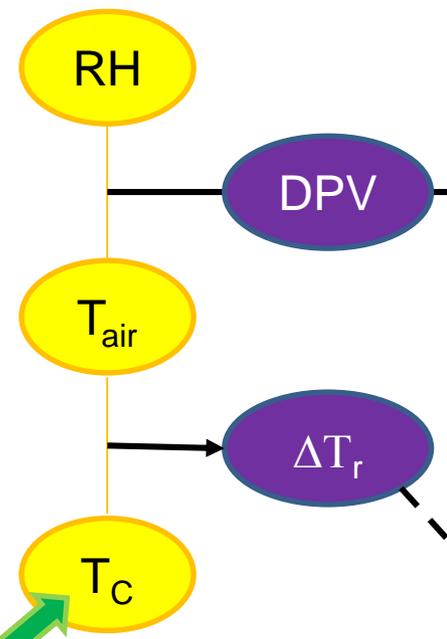
## 3. NOVAS TECNOLOGÍAS PARA MELHORAR A TOMADA DAS DECISÕES: A FOLHA É O ESPELHO DA ÁRVORE

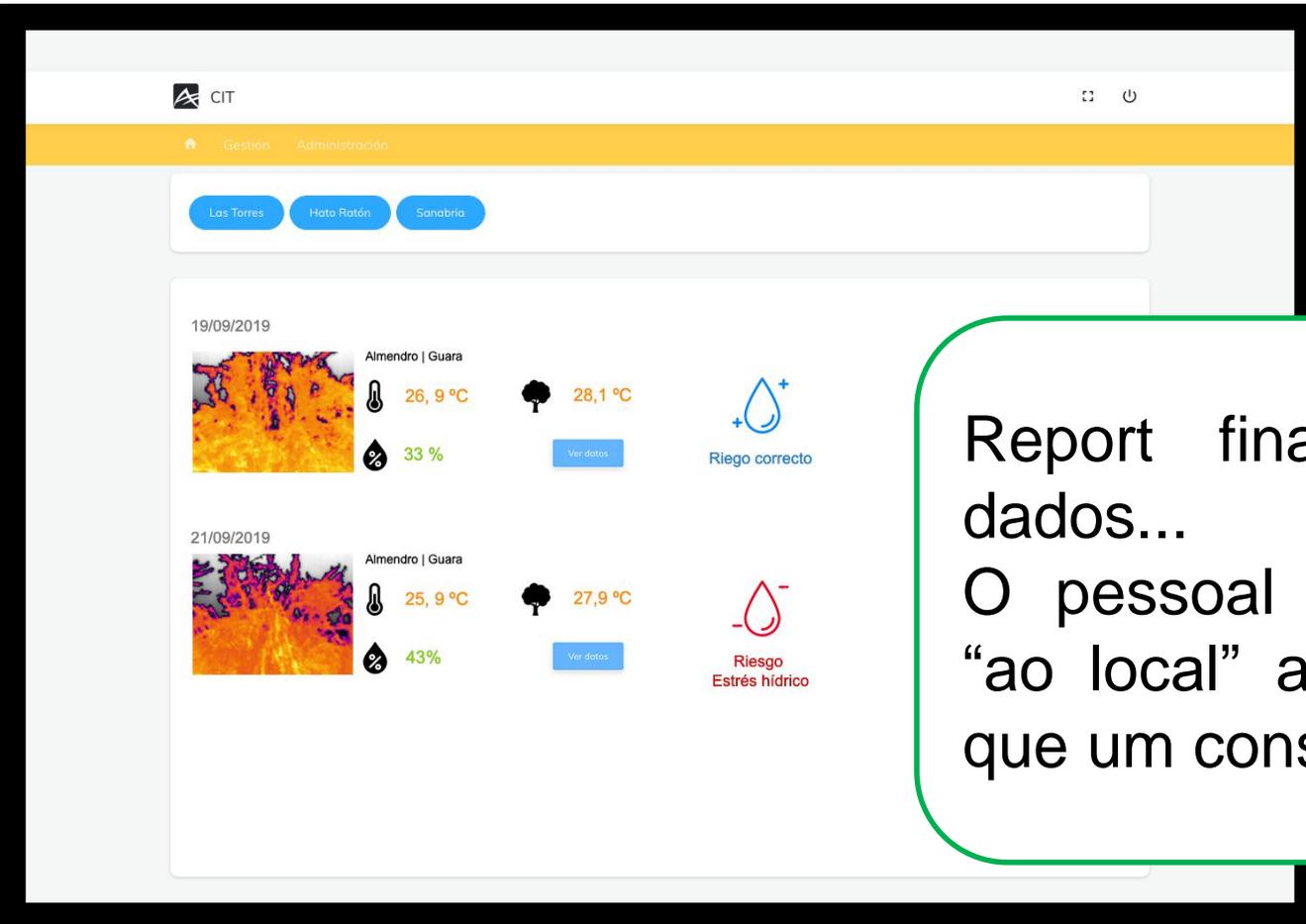


A imagem é uma matriz de dados



O filtrado dos pixels acontece através dum sistema de "machine learning"





Report final do análise dos dados...  
 O pessoal técnico vai receber “ao local” a informação mesmo que um conselho de gestão

1. Implementação de estratégias sustentáveis no uso da água

2. Novas tecnologias para melhorar a tomada das decisões

3. Cobertos vegetais na agricultura de montanha

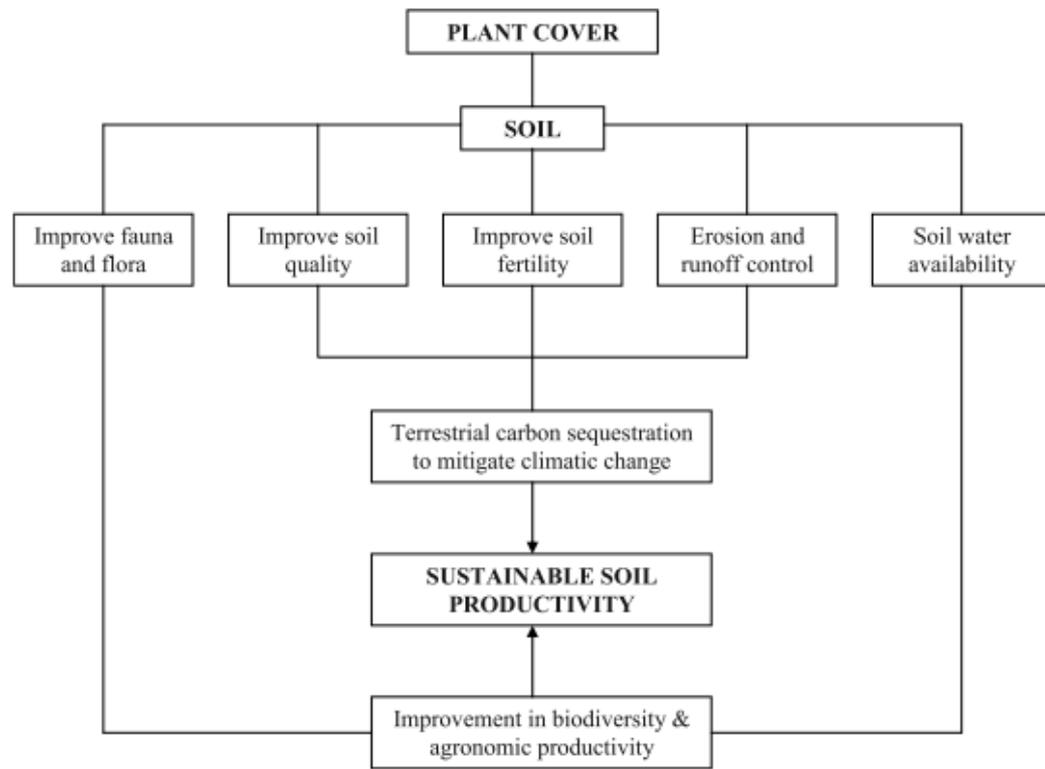
Novas culturas

4. Reconhecimento do valor acrescentado da conservação dos recursos naturais



## IMPACTO DA LAVOURA DO TERRENO

- Perda do sólo
- Perda da agua mesmo que nutrientes
- Disminuição da matéria orgânica
- Desertificação





***Prunus dulcis* Mill cv. Desmayo Largueta**

**Superfície 144 m<sup>2</sup>, inclinação 35%**

- **Sálvia (*Salvia lavandulifolia* L. subspecies - *Oxyodon*)**
- **Rosmarinho (*Rosmarinus officinalis* L.)**
- **Tomilho (*Thymus baeticus* L. Boiss. exlacaíta)**

### Plantas Aromáticas

Tomillo (*serpylloides*)

Salvia (SL)

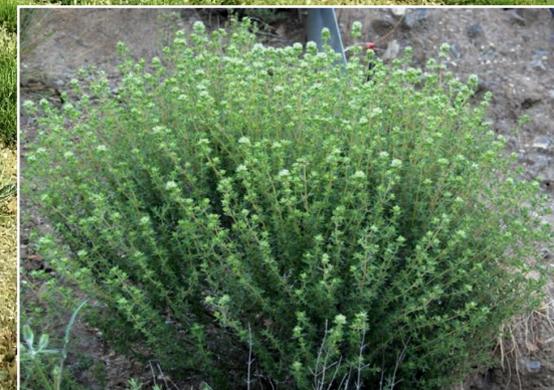
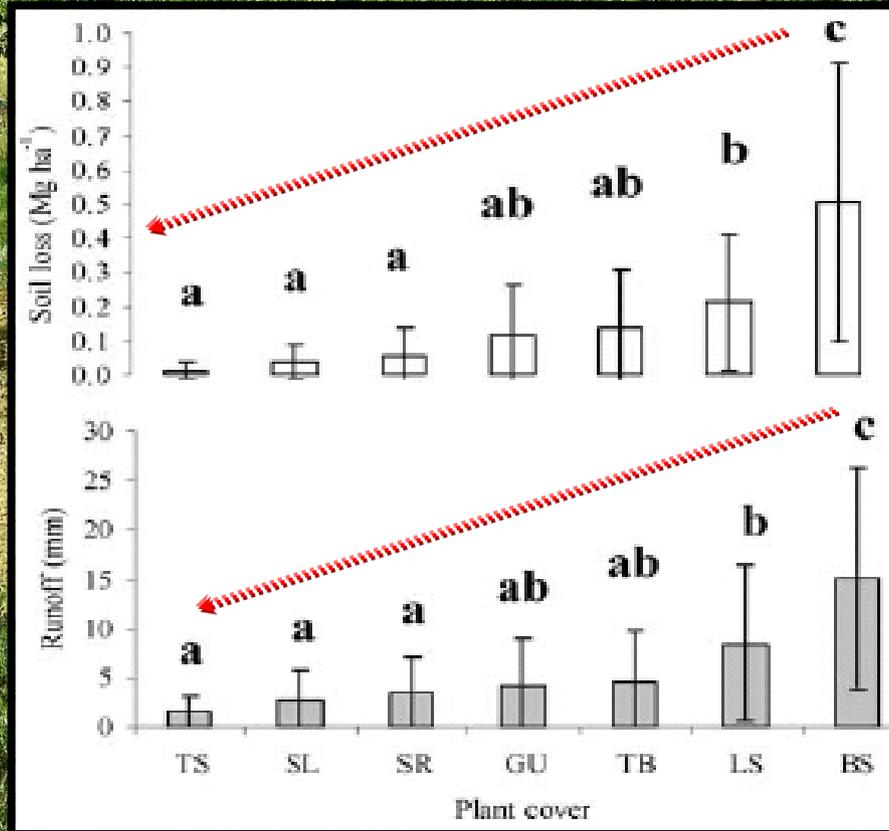
Santolina (SR)

Genista (GU)

Tomillo (*baeticus*) (TB)

Lavanda (LS)

Suelo desnudo (BS)



## 2. AMENDOEIRAS E PISTÁCIOS: UMA BOA ELEIÇÃO?

1.  
Implementação  
de estratégias  
sustentáveis no  
uso da água

2.  
Novas  
tecnologias  
para melhorar  
a tomada das  
decisões

3. Coberturas  
vegetais na  
agricultura de  
montanha

Novas culturas

4. Reconhecimento  
do valor  
acrescentado da  
conservação dos  
recursos naturais

## 5. O VALOR ACRESCENTADO DA CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS



A criação duma norma de produção com o propósito da melhora da gestão dos recursos naturais; mesmo que a valorização destes productos é uma questão que requer um acordo entre produtores e Administração



**Journal of Food Science** A Publication of the Institute of Food Technologists  
 S: Sensory & Food Quality  
**Opinion of Spanish Consumers on Hydrosustainable Pistachios**  
 Luis Noguera-Artiaga, Leontina Lipan, L. Vázquez-Araújo, Xavi Barber, David Pérez-López, Ángel A. Carbonell-Barrachina ✉  
 First published: 21 September 2016 | <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13501>  
 | Cited by: 4

**Journal of the Science of Food and Agriculture** SCI  
 Research Article  
**Effect of Spanish-style processing on the quality attributes of HydroSOSustainable green olives**  
 Lucía Sánchez-Rodríguez Mireia Corell Francisca Hernández Esther Sendra Alfonso Moriana Ángel A Carbonell-Barrachina  
 First published: 25 September 2018 | <https://doi.org/10.1002/jsfa.9373>

- INDICADORES HIDRÁULICOS
- INDICADORES AGRONÓMICOS NO RELACIONADOS CON LA PROGRAMACIÓN DEL RIEGO
- INDICADORES RELACIONADOS CON LA PROGRAMACIÓN DEL RIEGO



S: Sensory & Food Quality

### Opinion of Spanish Consumers on Hydrosustainable Pistachios

Luis Noguera-Artiaga, Leontina Lipan, L. Vázquez-Araújo, Xavi Barber, David Pérez-López, Ángel A. Carbonell-Barrachina

First published: 21 September 2016 | <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13501>  
| Cited by: 4

Article

### Nutrition Quality Parameters of Almonds as Affected by Deficit Irrigation Strategies

Leontina Lipan<sup>1</sup>, Alfonso Moriana<sup>2,3</sup>, David B. López Lluch<sup>4</sup>, Marina Cano-Lamadrid<sup>1</sup>, Esther Sendra<sup>1</sup>, Francisca Hernández<sup>1</sup>, Laura Vázquez-Araújo<sup>6,7</sup>, Mireia Corell<sup>2,3</sup> and Ángel A. Carbonell-Barrachina<sup>1,\*</sup>

Contents lists available at ScienceDirect

Agricultural Water Management

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/agwat](http://www.elsevier.com/locate/agwat)

Almond fruit quality can be improved by means of deficit irrigation strategies

Leontina Lipan<sup>1</sup>, María J. Martín-Palomo<sup>b,c</sup>, Lucía Sánchez-Rodríguez<sup>2</sup>, Marina Cano-Lamadrid<sup>1</sup>, Esther Sendra<sup>1</sup>, Francisca Hernández<sup>1</sup>, Francisco Burló<sup>3</sup>, Laura Vázquez-Araújo<sup>6,7</sup>, Luis Andreu<sup>b,c</sup>, Ángel A. Carbonell-Barrachina<sup>1,\*</sup>

Article

### Sensory Profile and Acceptability of HydroSOSustainable Almonds

Leontina Lipan<sup>1</sup>, Marina Cano-Lamadrid<sup>1</sup>, Mireia Corell<sup>2,3</sup>, Esther Sendra<sup>1</sup>, Francisca Hernández<sup>4</sup>, Laura Stan<sup>5</sup>, Dan Cristian Vodnar<sup>5</sup>, Laura Vázquez-Araújo<sup>6,7</sup> and Ángel A. Carbonell-Barrachina<sup>1,\*</sup>



- Os diferentes trabalhos tem verificado:
- Uma melhora pelo gosto dos consumidores
- Uma maior tentação aos pagamentos mais custosos para aqueles produtos que têm sido obtidos com práticas sustentáveis
- Uma melhora no conteúdo lipídico
- Melhor quantidade de PUFA



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Scientia Horticulturae

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scihorti](http://www.elsevier.com/locate/scihorti)



Evaluation of growers' efforts to improve the sustainability of olive orchards: Development of the hydroSOSustainable index

M. Corell<sup>a,b</sup>, M.J. Martín-Palomo<sup>a,b</sup>, P. Sánchez-Bravo<sup>c</sup>, T. Carrillo<sup>d</sup>, J. Collado<sup>c</sup>, F. Hernández-García<sup>c</sup>, I. Girón<sup>a,b</sup>, L. Andreu<sup>a,b</sup>, A. Galindo<sup>a</sup>, Y.E. López-Moreno<sup>a</sup>, A. Centeno<sup>f</sup>, D. Pérez-López<sup>f</sup>, A.A. Carbonell-Barrachina<sup>c</sup>, A. Moriana<sup>a,b,\*</sup>



### Indicadores hidráulicos

INDICATOR	LEVEL	MARK
Irrigation type	<i>Drip o micro-sprinkler</i>	5
Drips	<i>Correct number and flow</i>	10
Irrigation frequency	<i>1-3 days</i>	5
Distribution Uniformity	<i>&gt; 95%</i>	5
	<i>90-95%</i>	2

### Indicadores da produçã

INDICATOR	LEVEL	MARK
Water Source	<i>100% Re-use</i>	5
	<i>75-100% Re-use</i>	4
	<i>50-75% Re-use</i>	3
	<i>25-50% Re-use</i>	1
Irrigation damn		3
Soil Management	<i>Plant cover</i>	5
	<i>No tillage</i>	2
Water quality monitoring	<i>Yes</i>	1
Water Use Efficiency	<i>&gt; 6 kg m<sup>-3</sup></i>	5
	<i>3-6 kg m<sup>-3</sup></i>	2
	<i>&lt; 3 kg m<sup>-3</sup></i>	0
Water meter at several points		1

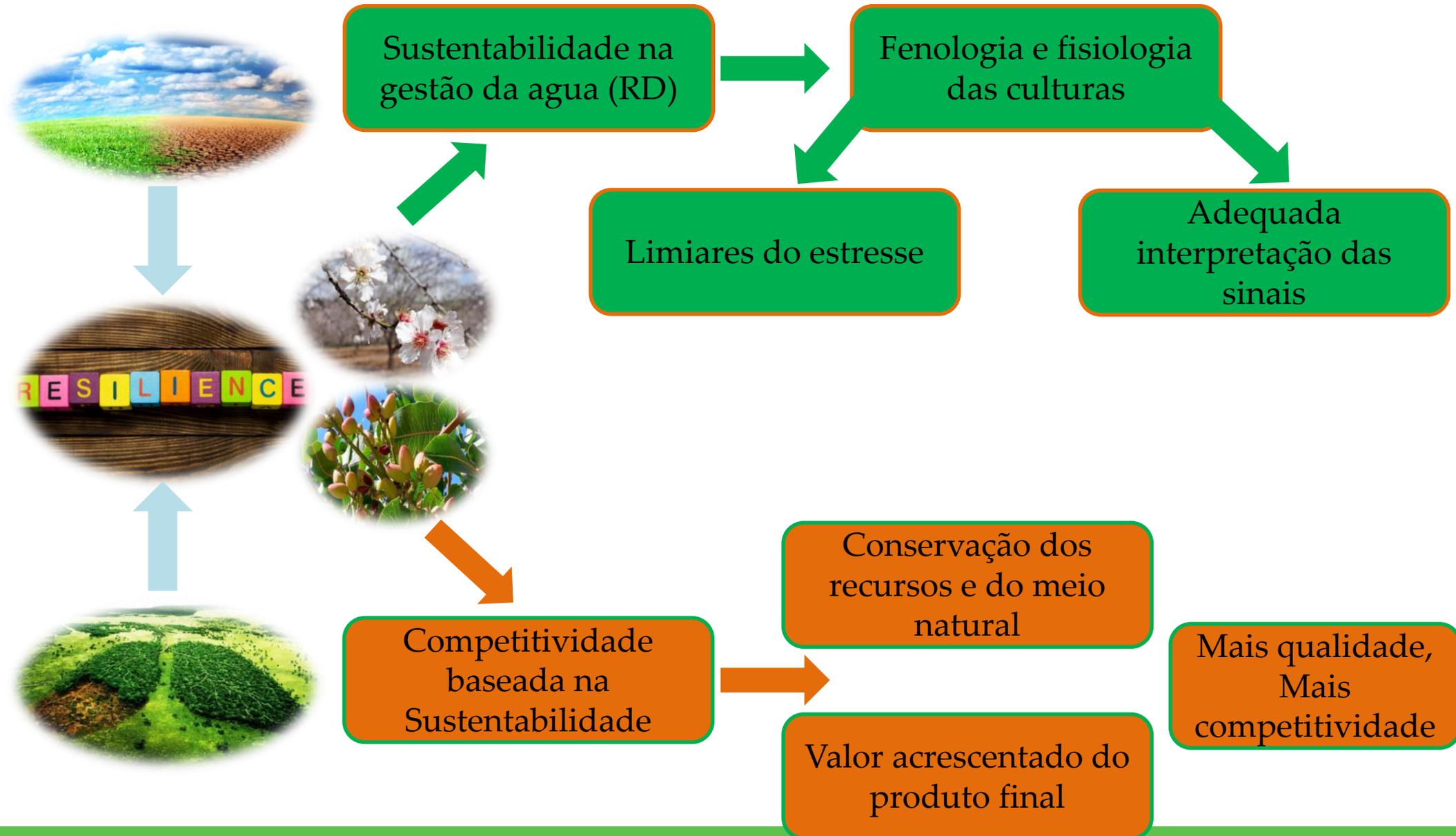
### Indicadores da programação

INDICATORS	LEVEL	MARK	
Approaches to determine pit hardening	<i>Yes</i>	5	
	<i>Until last week Aug/Feb</i>	5	
	<i>Until second week Aug/Feb</i>	2	
Duration of irrigation restriction	<i>Until last week July/Jan</i>	1	
	<i>&gt;50%</i>	10	
	<i>30-50%</i>	7	
	<i>30-40%</i>	5	
Water saving in pit hardening	<i>10-20%</i>	2	
	Approaches for irrigation scheduling	<i>Plant and soil measurements</i>	5
		<i>Crop models</i>	2
Measurements frequency	<i>Continuous</i>	10	
	<i>Discrete</i>	8	
Sampling	<i>100% surface</i>	10	
	<i>75-100% surface</i>	8	
	<i>50-75% surface</i>	4	
	<i>25-50% surface</i>	2	
Number of data	<i>All surface</i>	10	
	<i>10 data for each zone or at</i>	8	
	<i>least 80% surface</i>		
Water stress level	<i>Midday stem water potential</i>	5	
	<i>between -2 to -3.9MPa</i>		

CASE	POINTS	COMMENTS
A	>85	HYDROSOS
B	65-84.9	Important efforts but not yet
C	50-64.9	Poor management issues
D	<50	Wasteful



**Conseguir uma ótima definição dos indicadores para amendoeiras e pistácios é um desafio que temos de abordar num futuro muito próximo**



# Muito obrigado pela oportunidade de partilhar dúvidas e conhecimentos

*Dr. Iván Francisco García-Tejero  
Instituto Andaluz de Investigación y Formación  
Agraria (IFAPA). Junta de Andalucía  
+34671532878 – [ivanf.garcia@juntadeandalucia.es](mailto:ivanf.garcia@juntadeandalucia.es)*