



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

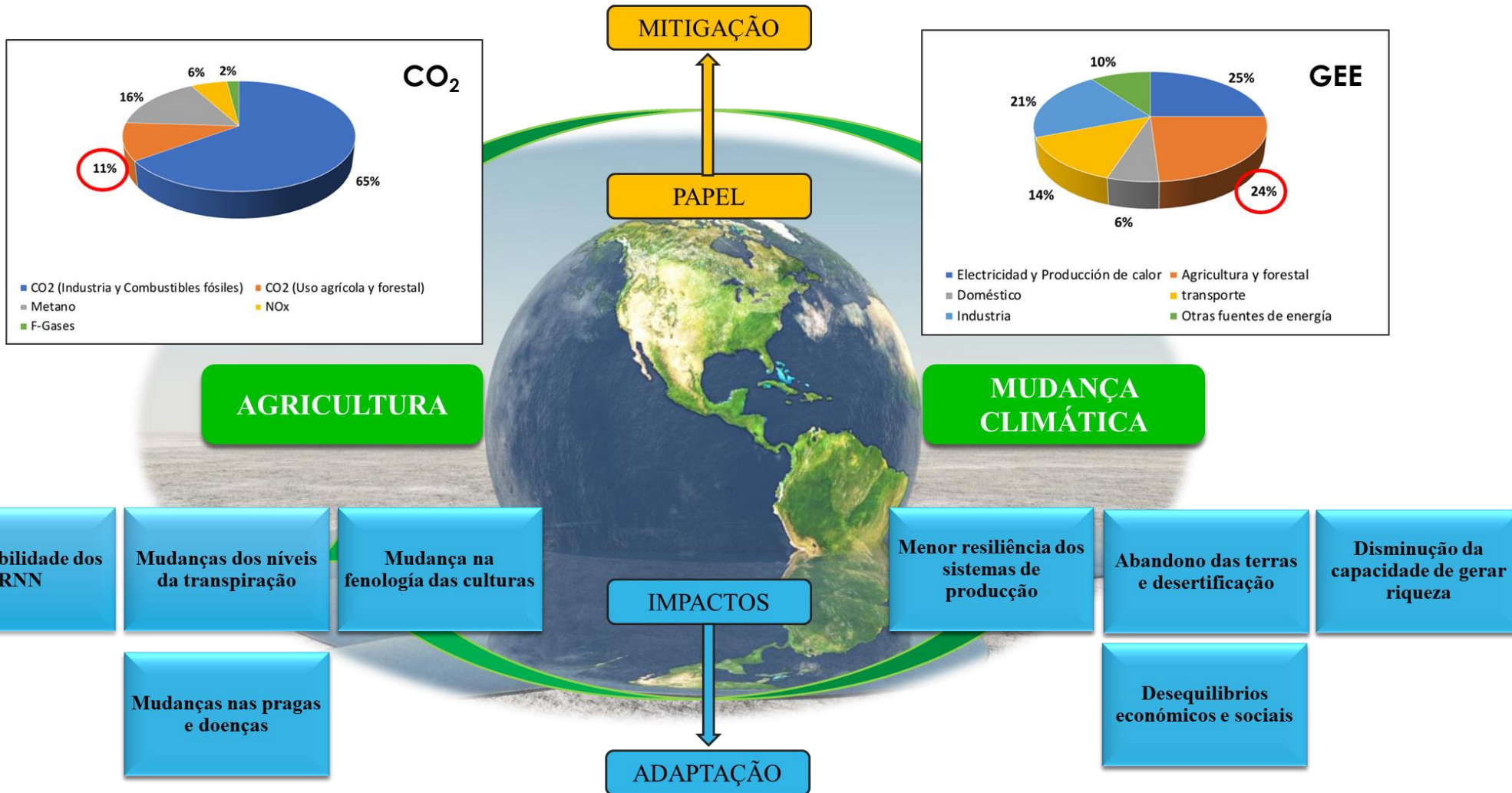


UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional



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**





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

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

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 do ganho. Melhora da conservação

2. AMENDOEIRAS E PISTÁCIOS: UMA BOA ELEIÇÃO?

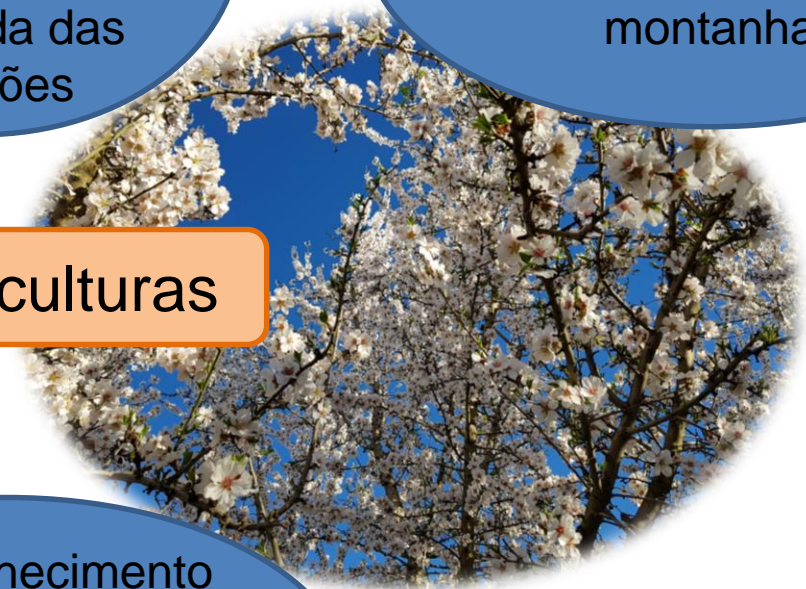
1. Implementação de estratégias sustentáveis no uso da água

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



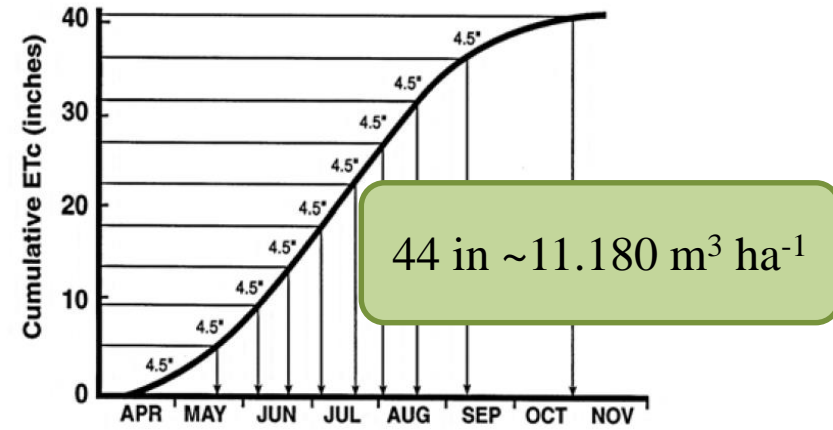
1. Implementação de estratégias sustentáveis no uso da água



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



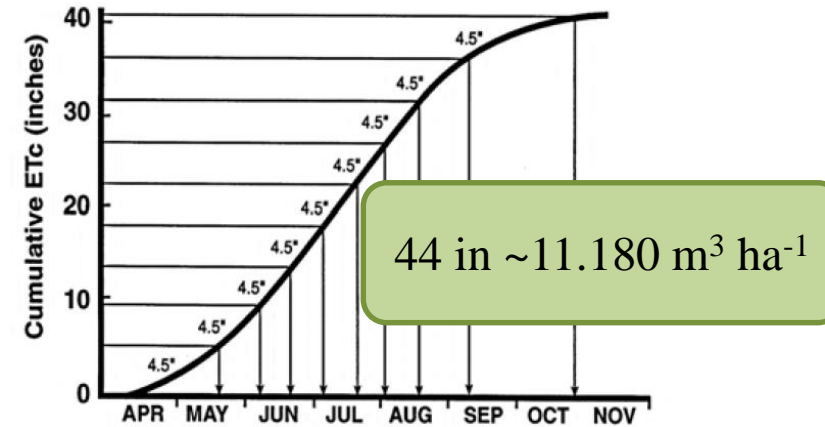
1. Implementação de estratégias sustentáveis no uso da água



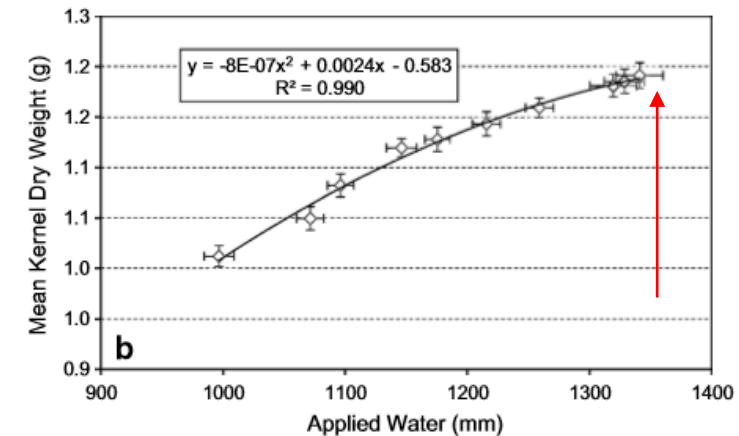
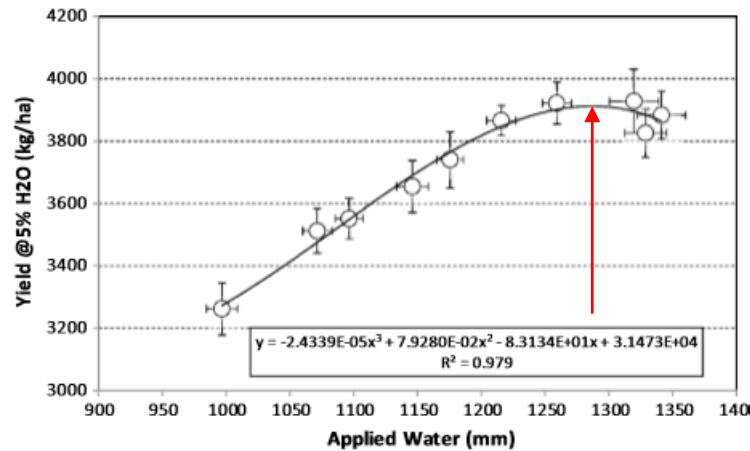
Determining the crop coefficient (Kc)

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 m³ ha⁻¹



Goldhamer and Fereres (Irrig Sci 2018)

Acho que temos um problema...



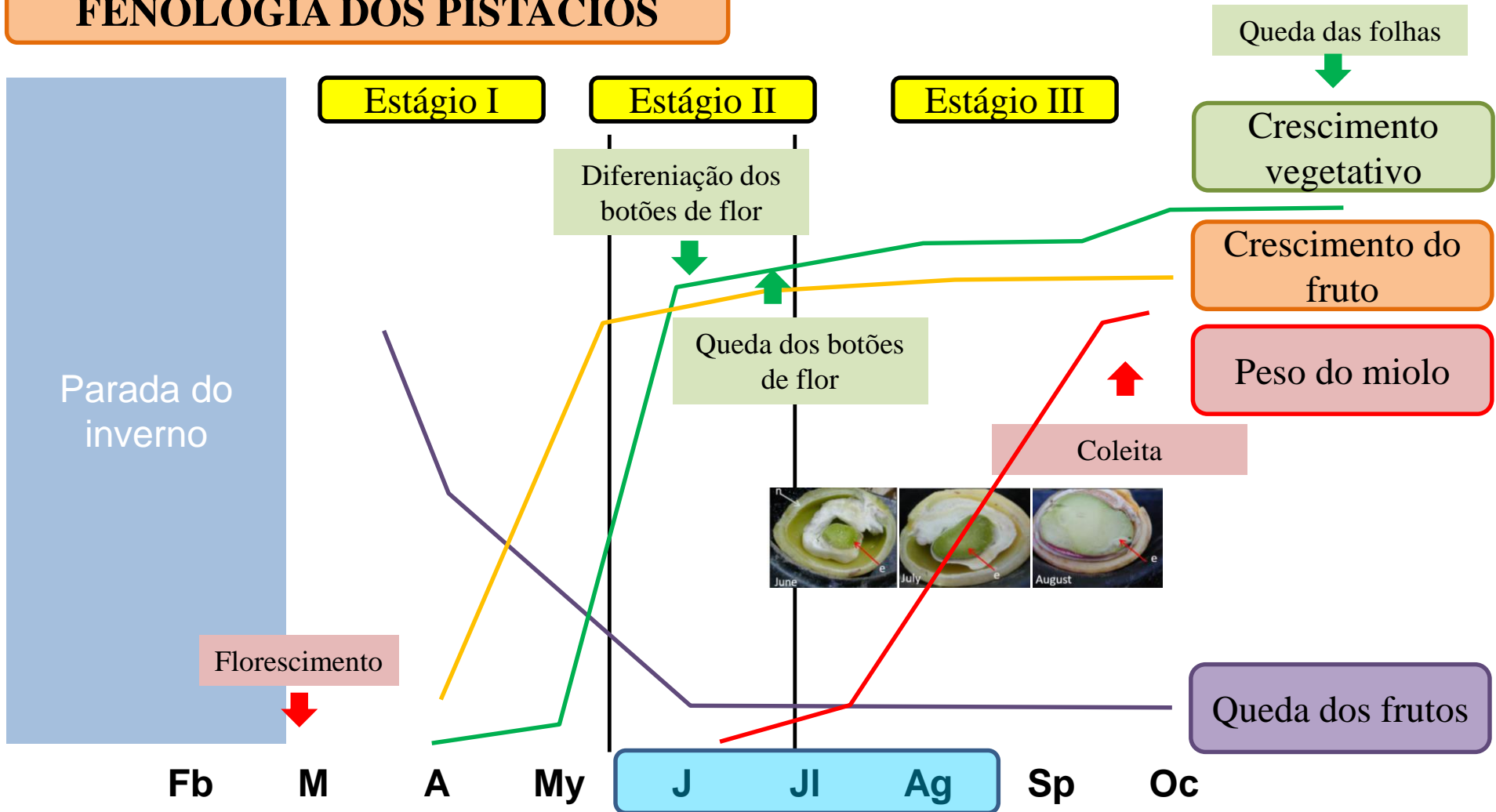
**É POSSÍVEL UMA GESTÃO ÓTIMA
DA ESCASSEZ DA ÁGUA?**

FENOLOGIA

**GESTÃO ADECUADA DAS
CULTURA**

**PREVALECIMENTO DA
QUALIDADE AO CANTIDADE**

FENOLOGIA DOS PISTACIOS



O EQUILIBRIO DO ESTRESSE E A FENOLOGIA DOS PISTACHIOS

Estágio I

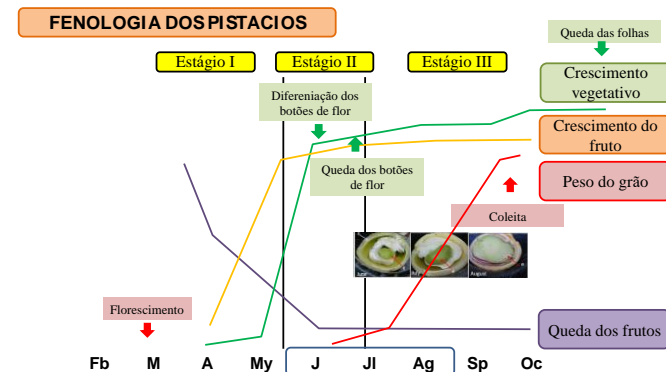
- Queda maciça dos primeiros frutos
- Erros nos proceso de fecundação na formação do tubo polínico
- Redução no tamanho dos frutos
- Efeitos importantes no crescimento vegetativo

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

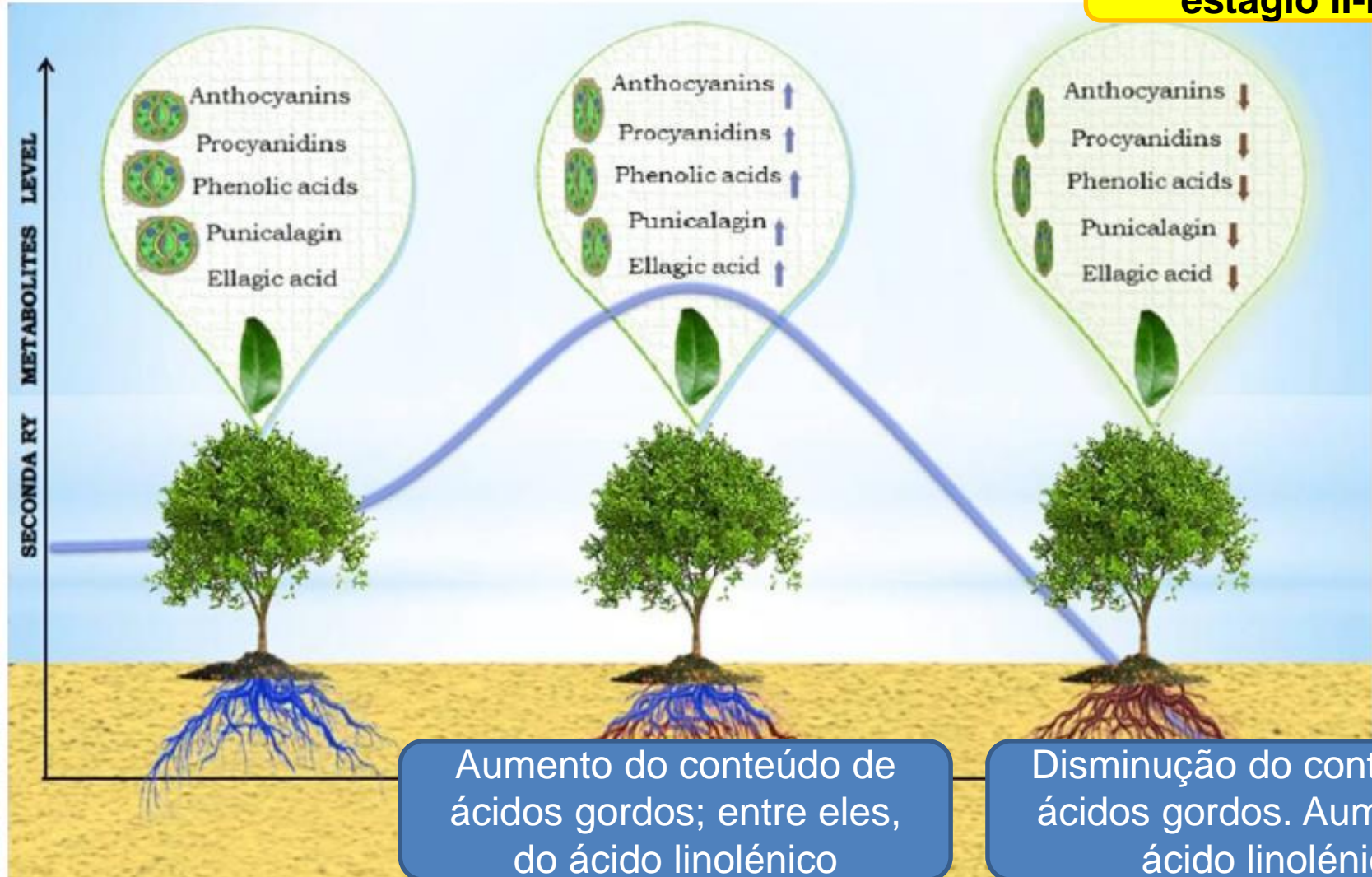
Uma questão de qualidade....



2. AMENDOEIRAS E PISTÁCIOS: UMA BOA ELEIÇÃO?

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

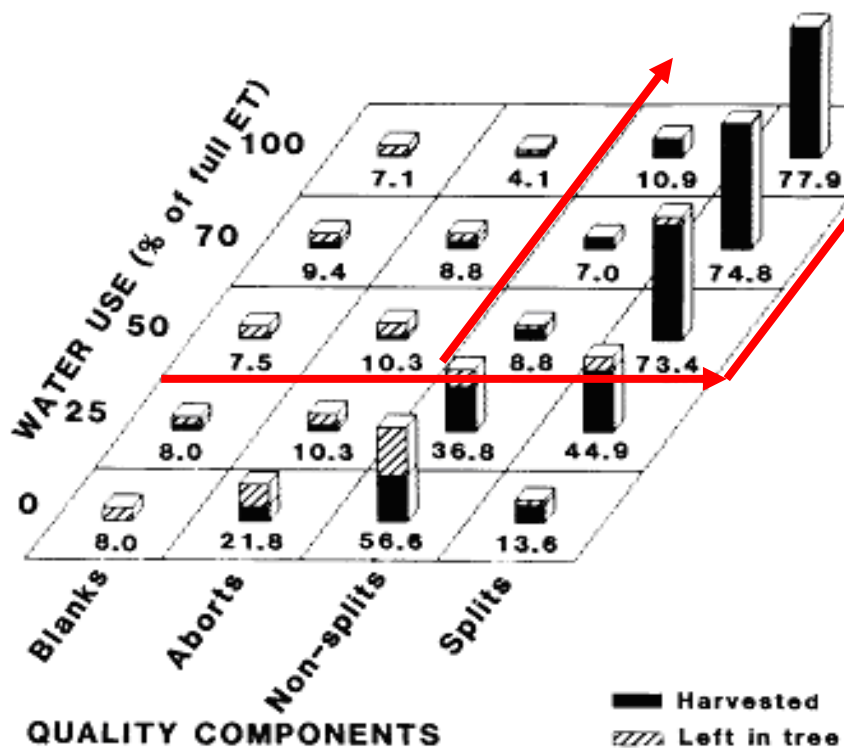


Figure 2. Affect of ET levels on current season nut quality and harvestability. Column heights and numbers in grid squares represent total tree nut load percentages (both harvested and left in tree after shaking) of each quality component for a particular ET rate. Data are averages of 200 nut samples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

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

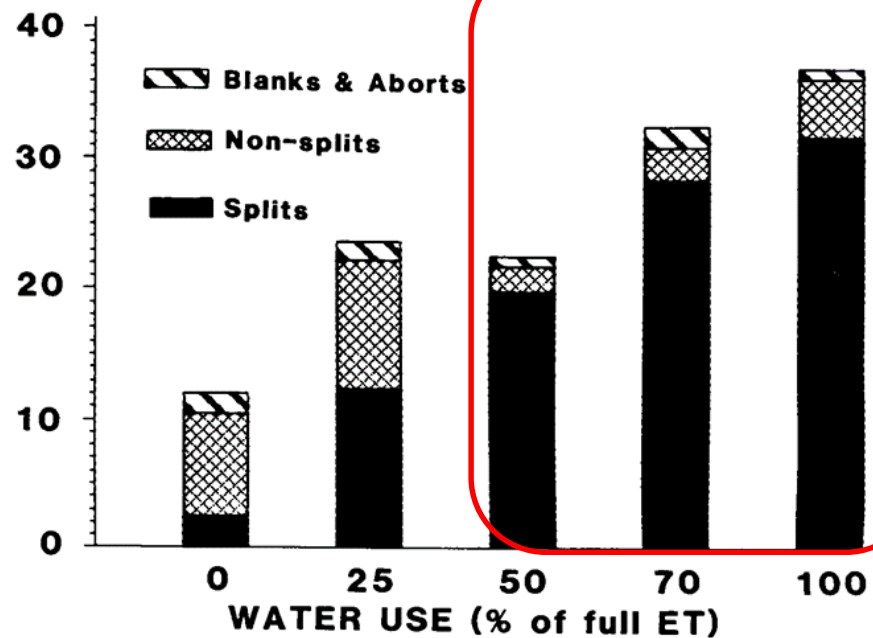
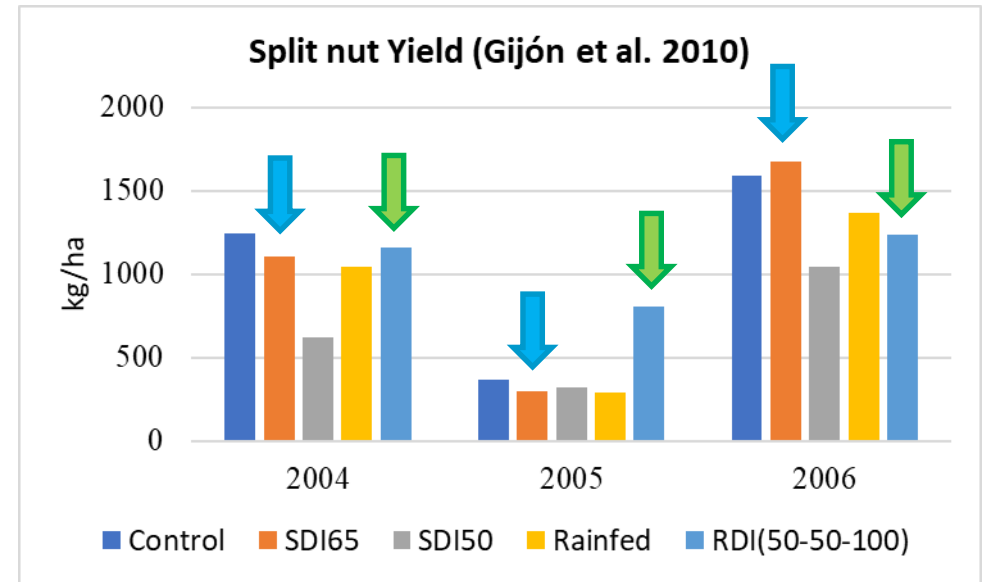
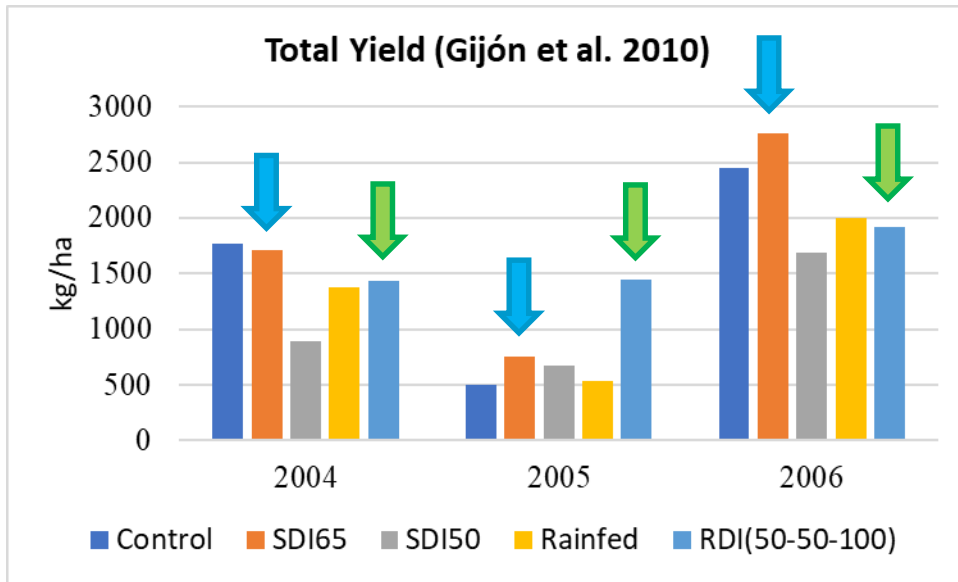


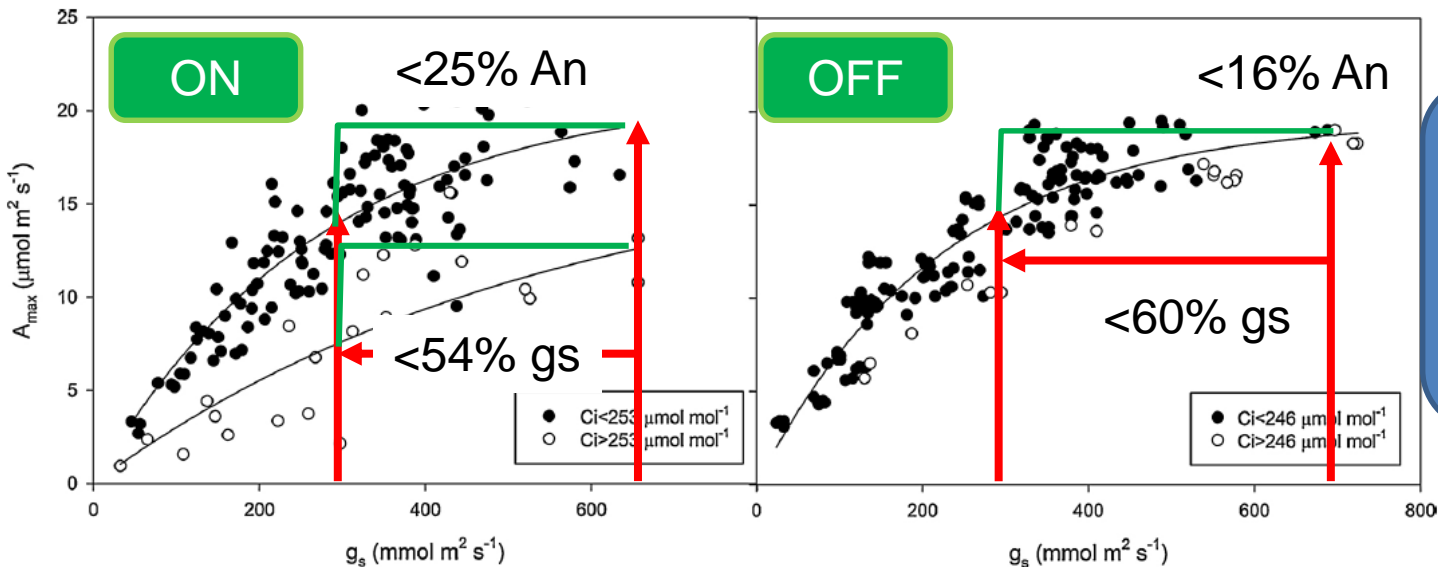
Figure 3. Harvest yield components on a dry weight basis for different ET levels. Data are averages of 40 trees per plot.



- 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”



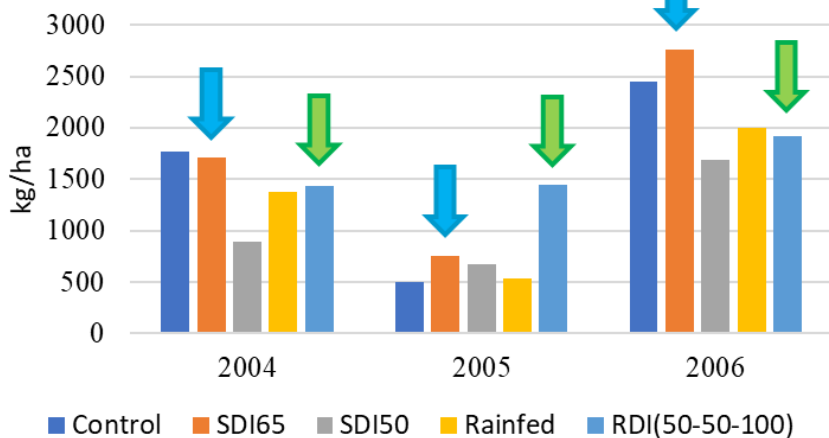
Marino et al. (2018)



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

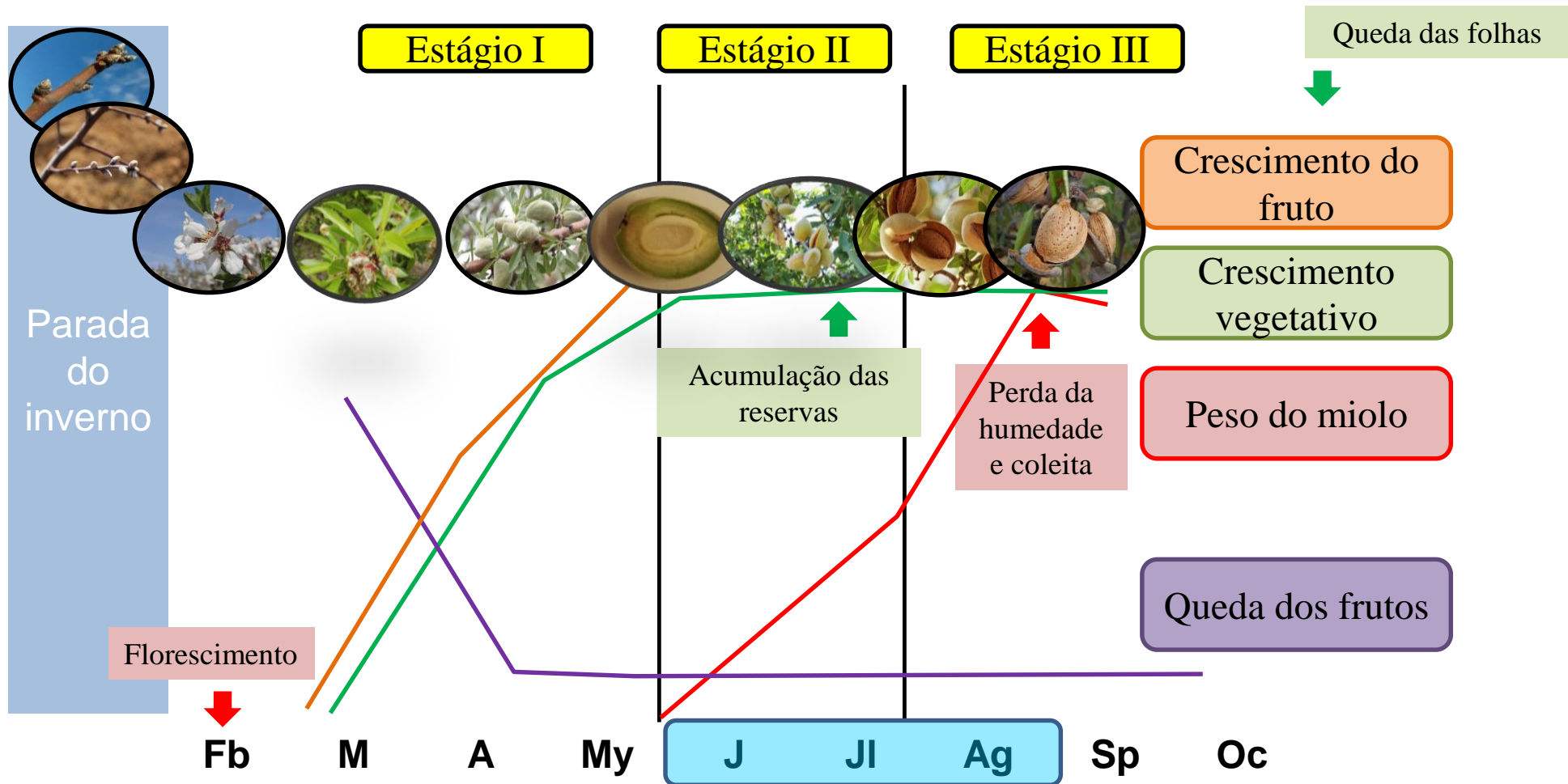
No caso de limitações não difusivas (B_L); $C_i > 253$,
A relação muda

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

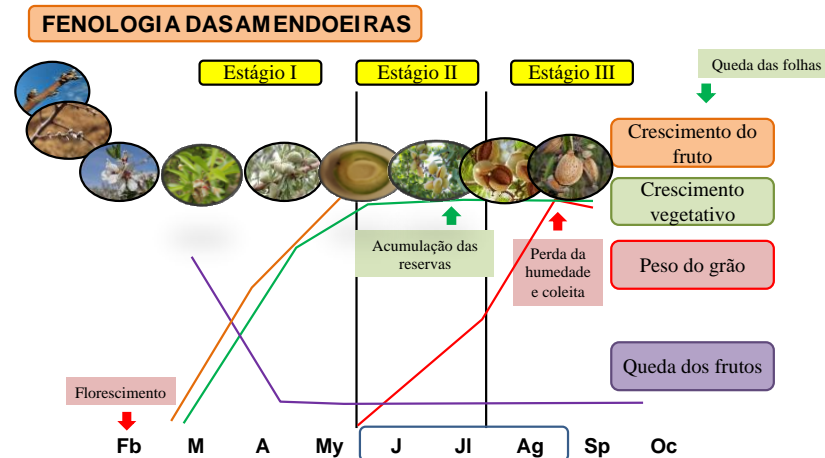
- Queda maciça dos primeiros frutos
- Redução no tamanho dos frutos
- Efeitos importantes no crescimento vegetativo

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

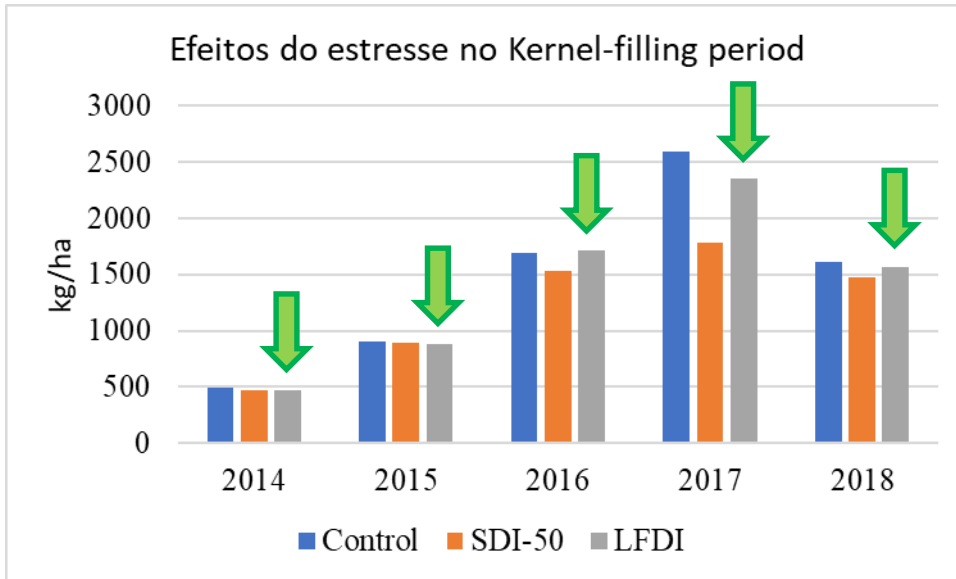
Estágio III

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

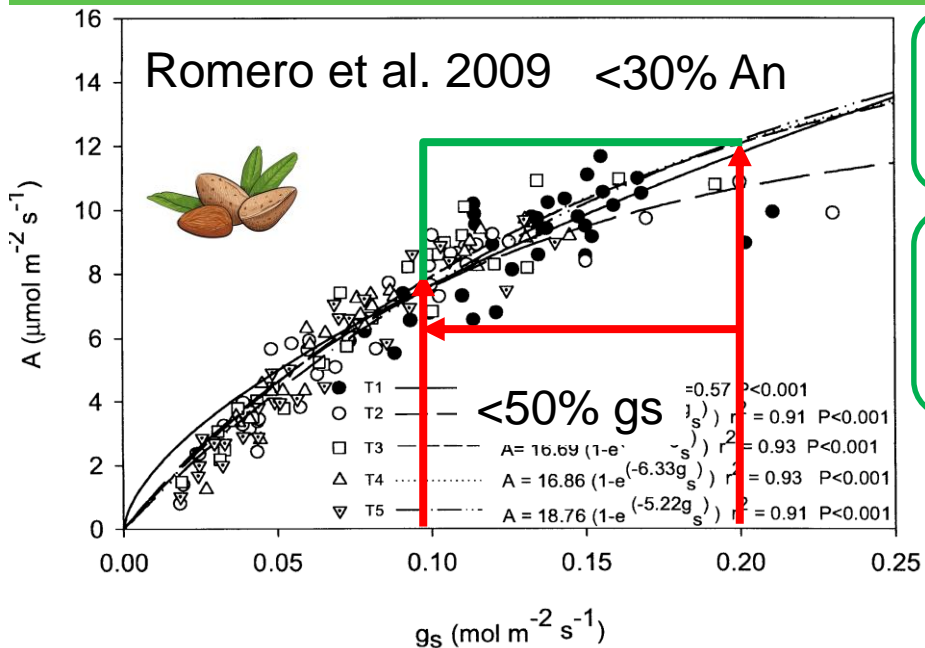
García-Tejero et al. 2018

Volumen medio de agua aplicado (m³/ha) (2013-2018)

Control	6.763
RDC ₅₀	4.661
RDBF	4.393

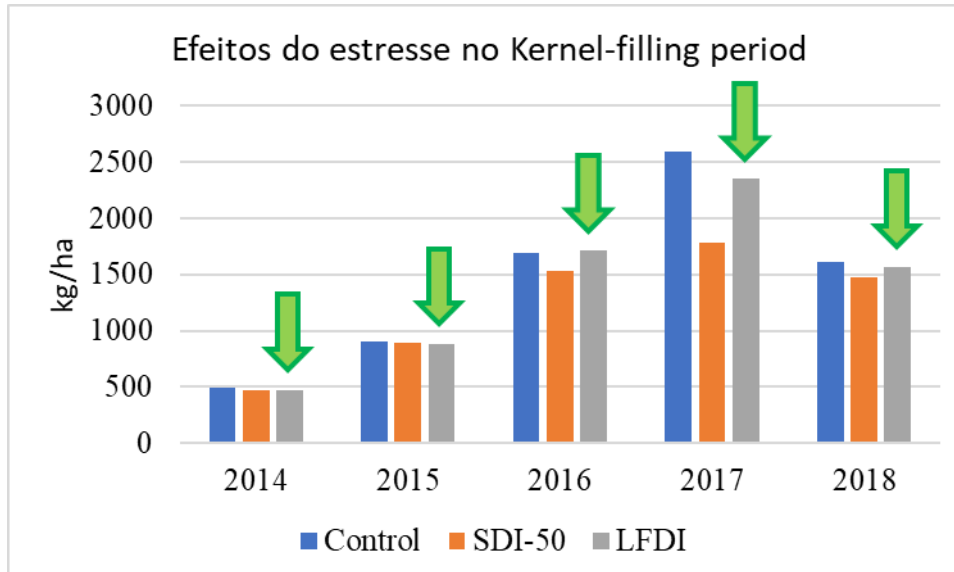
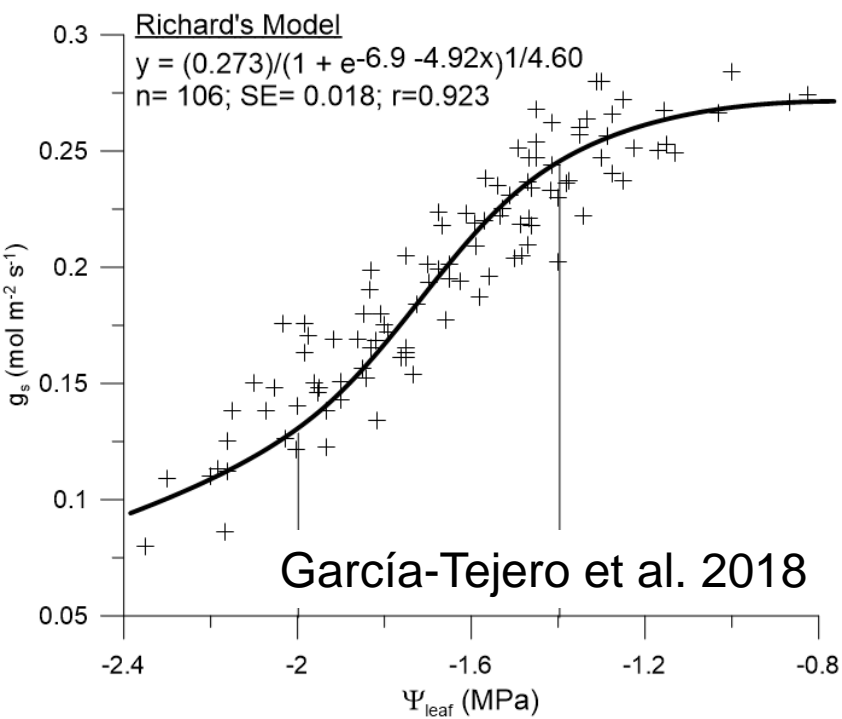
Poupanças de água até 2,500 m³ ha⁻¹

2. AMENDEIRAS 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 Ψ para esas mesmas reduções do g_s , sem provocar diminuições significativas da A_N



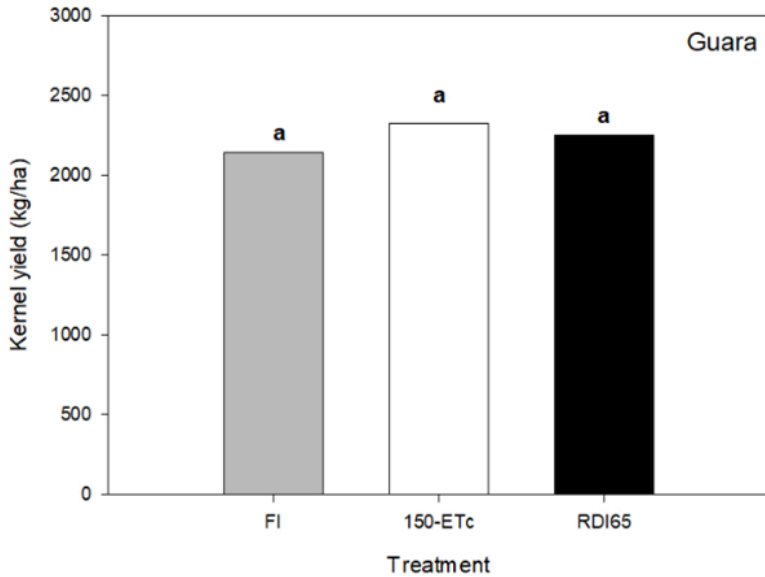
Se lembrarmos o tratamento do LFDI, os períodos da rega foram definidos dacordo com os valores de potencial da folah, os quais estiveram -1 e 2.0 MPa

Cvs. Guara, Marta, Lauranne
2017-2018

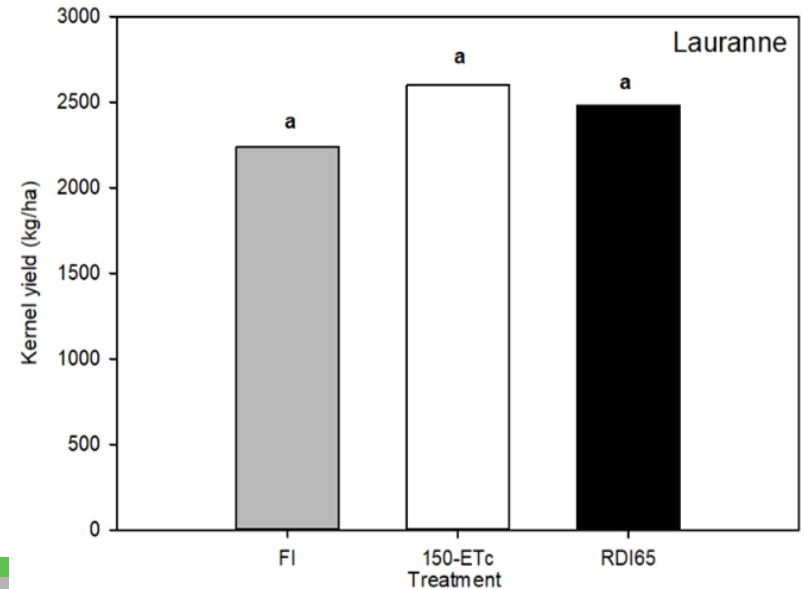
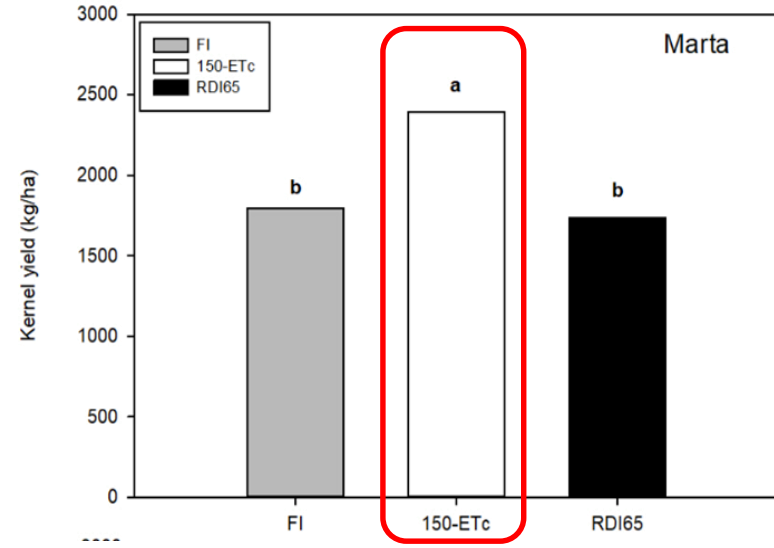
3 estratégias de irrigação:

- Um tratamento 150-ETc, tentando simular a doce de agua sugerida pelos autores Goldhamer and Fereres (2018) ~ 12.500 m³ ha⁻¹
- Um tratamento Controle (FI) que recebeu uma doce de agua do 100% da ETc ~ 8.000 m³ ha⁻¹
- Uma estratégia deficitaria, com uma aplicação do 65% da ETc no período do enchimento do grão ~ 6.000 m³ ha⁻¹

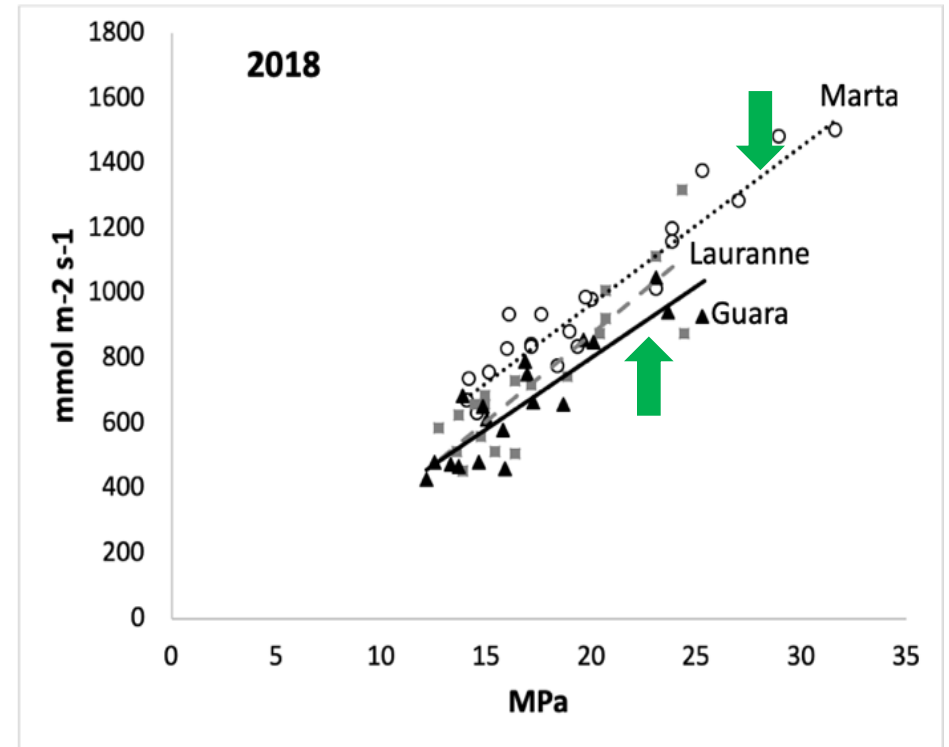
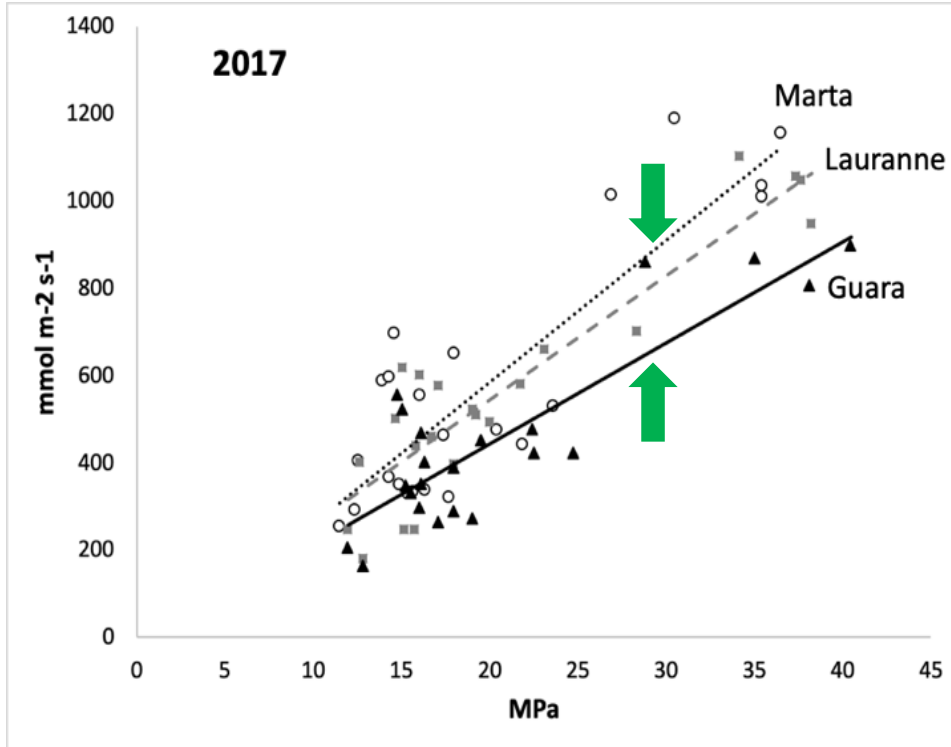
2. AMENDOEIRAS E PISTÁCIOS: UMA BOA ELEIÇÃO?



2017-2018



2. AMENDOEIRAS E PISTÁCIOS: UMA BOA ELEIÇÃO?



Efeitos do estresse no tamanho no grão

Cultivar	2017			2018		
	Treatment					
	F ₁	150-ETc	RDI ₆₅	F ₁	150-ETc	RDI ₆₅
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

Cultivar	2017			2018		
	Treatment					
	F ₁	150-ETc	RDI ₆₅	F ₁	150-ETc	RDI ₆₅
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. AMENDEIRAS 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)
ANOVA[†]																		
Irrigation	***	***	**	NS	NS	NS	NS	NS	***	***	**	***	***	***	***	**	*	*
Variety	***	***	**	***	***	***	***	***	***	***	**	***	***	***	***	**	*	*
Irrigation x Variety	***	***	**	***	***	***	***	***	***	***	**	***	***	***	***	**	*	*
Tukey Multiple Range Test[‡]																		
Irrigation																		
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
Variety																		
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
Variety x Irrigation																		
Marta																		
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
Guara																		
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
Lauranne																		
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 ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	Mg (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)
ANOVA[†]								
Irrigation	NS	*	NS	NS	NS	*	*	NS
Variety	NS	*	**	NS	NS	*	*	NS
Irrigation × Variety	NS	*	**	NS	NS	*	*	NS
Tukey Multiple Range Test[‡]								
Irrigation								
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
Variety								
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
Irrigation × Variety								
Marta								
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
Guara								
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
Lauranne								
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 ⁻¹												
ANOVA Test [†]												
Irrigation	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Variety	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Variety × Irrigation	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Tukey's Multiple Range Test [‡]												
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												
MARTA												
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
GUARA												
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
LAURANNE												
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
g kg⁻¹									
ANOVA[†]									
Irrigation	***	NS	***	***	**	***	*	NS	*
Variety	***	NS	***	***	**	***	*	***	*
Irrigation × Variety	***	NS	***	***	**	***	*	***	*
Tukey Multiple Range Test[‡]									
Irrigation									
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
Variety									
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
Irrigation × Variety									
Marta									
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
Guara									
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
Lauranne									
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

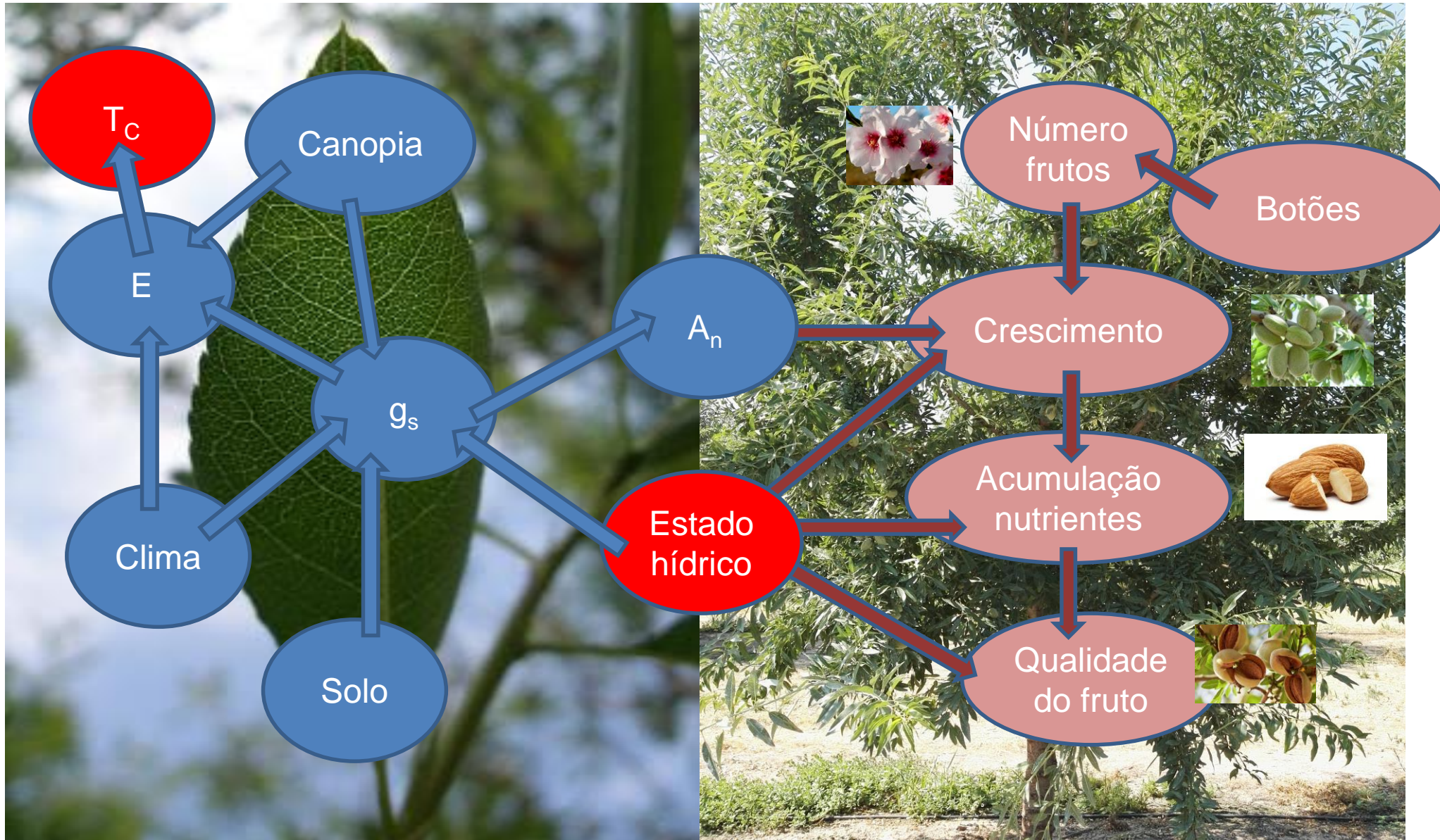
2.
Novas
tecnologias
para melhorar
a tomada das
decisões

3. Coberturas
vegetais na
agricultura de
montanha

Novas culturas

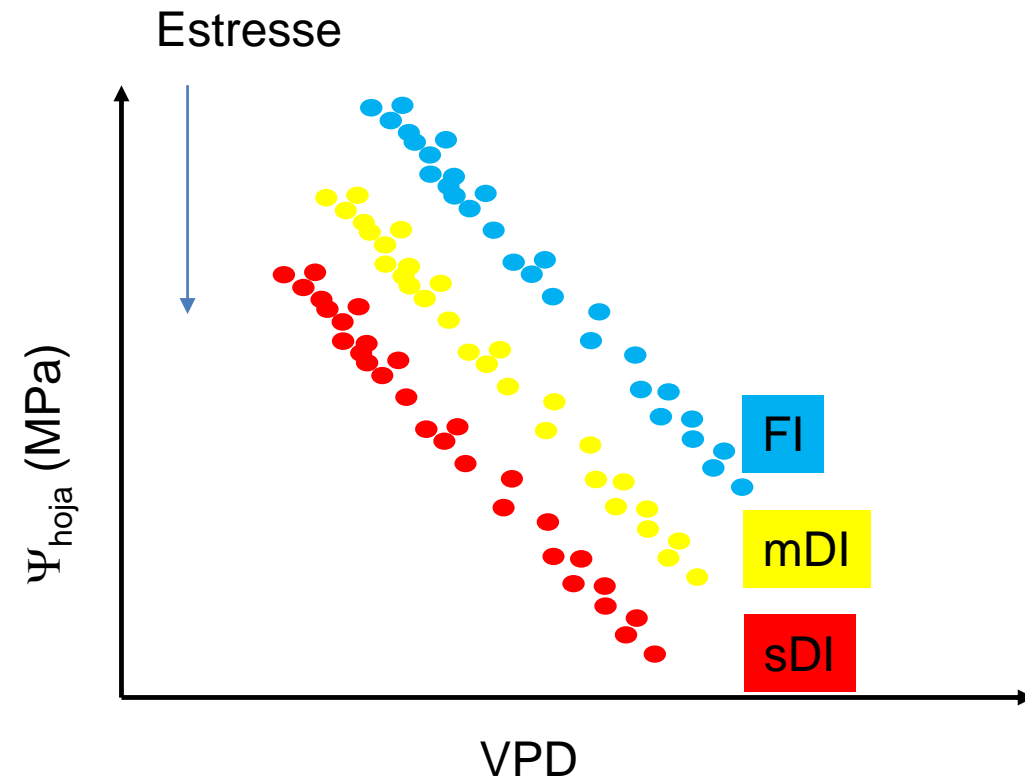
4. Reconhecimento
do valor
acrescentado da
conservação dos
recursos naturais

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



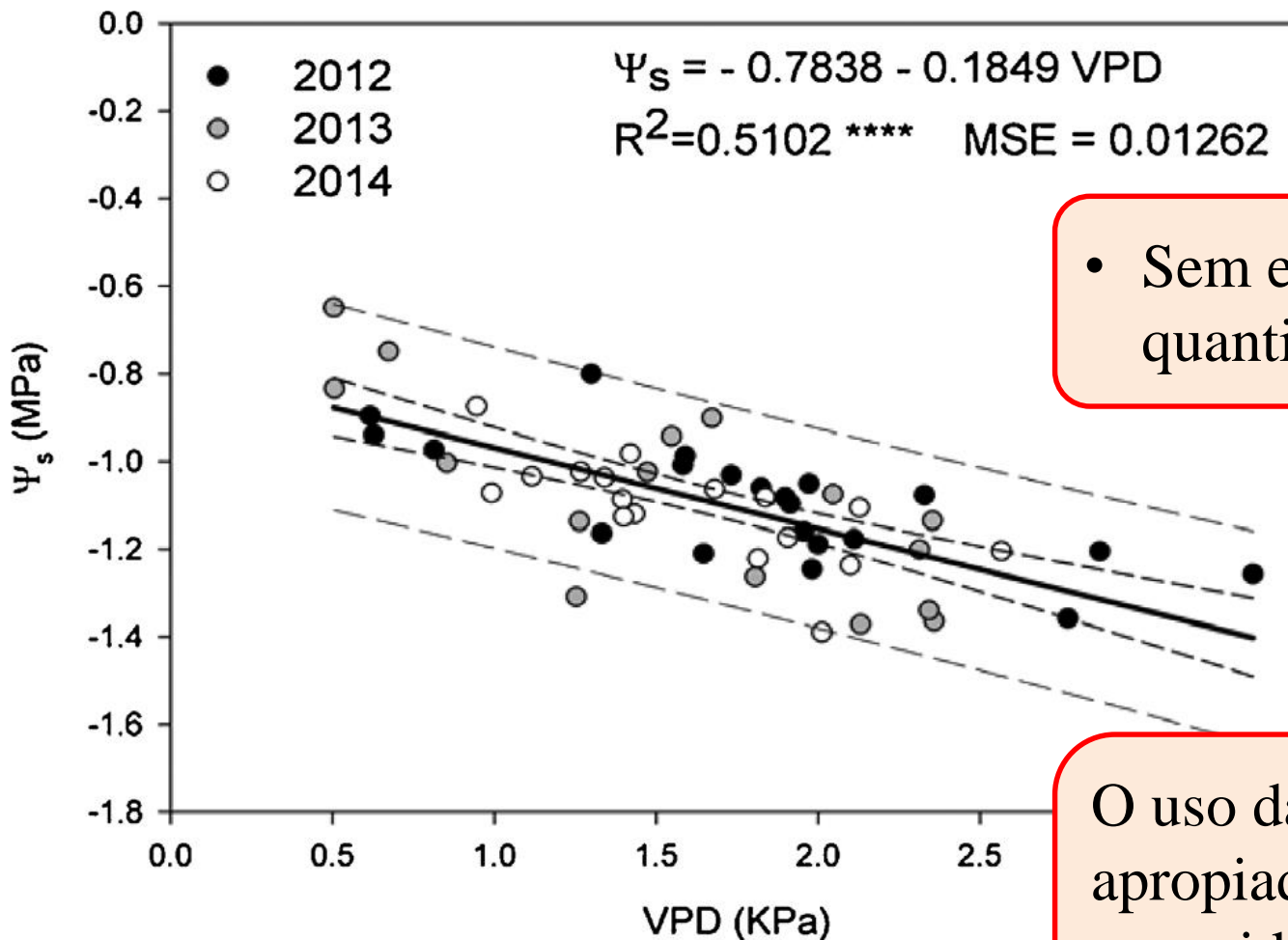
O USO DAS LINHAS BASE DO POTENCIAL DA FOLHA EM AMÊNDOEIRAS E PISTÁCIOS

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)

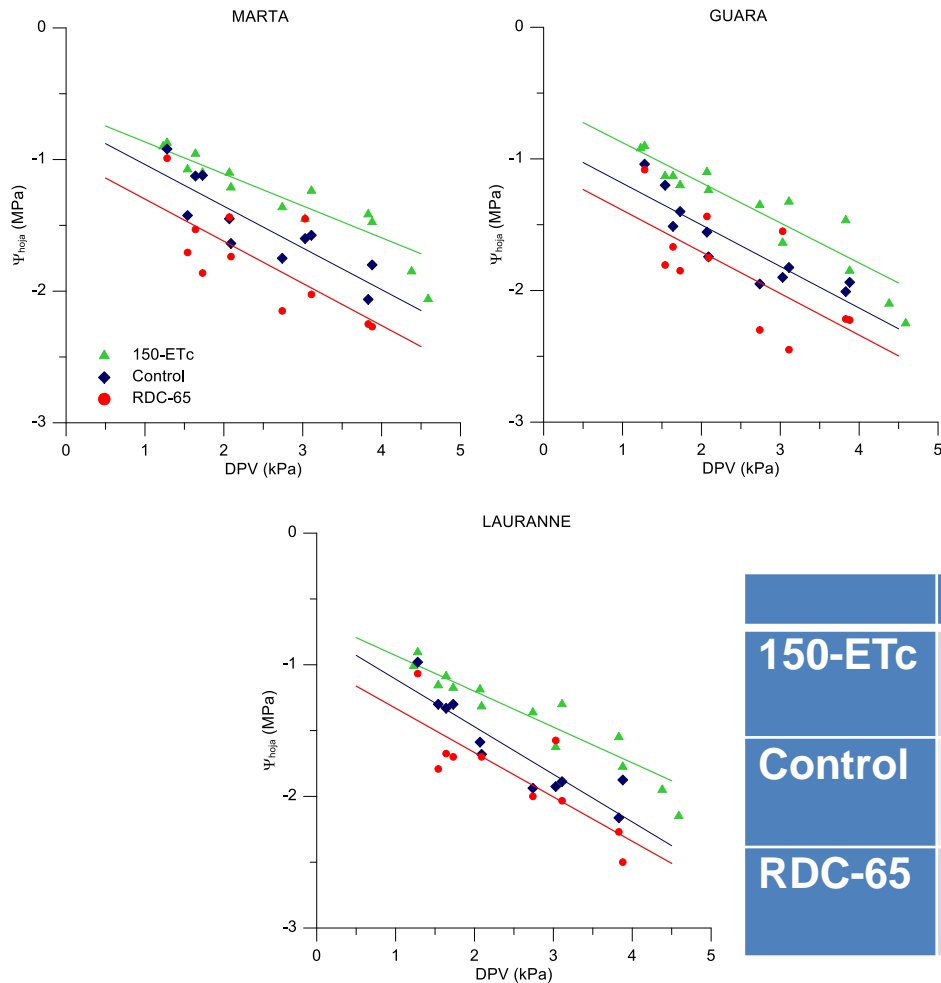
Linhas base em pistácios (Memmi et al., 2016)



- 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.

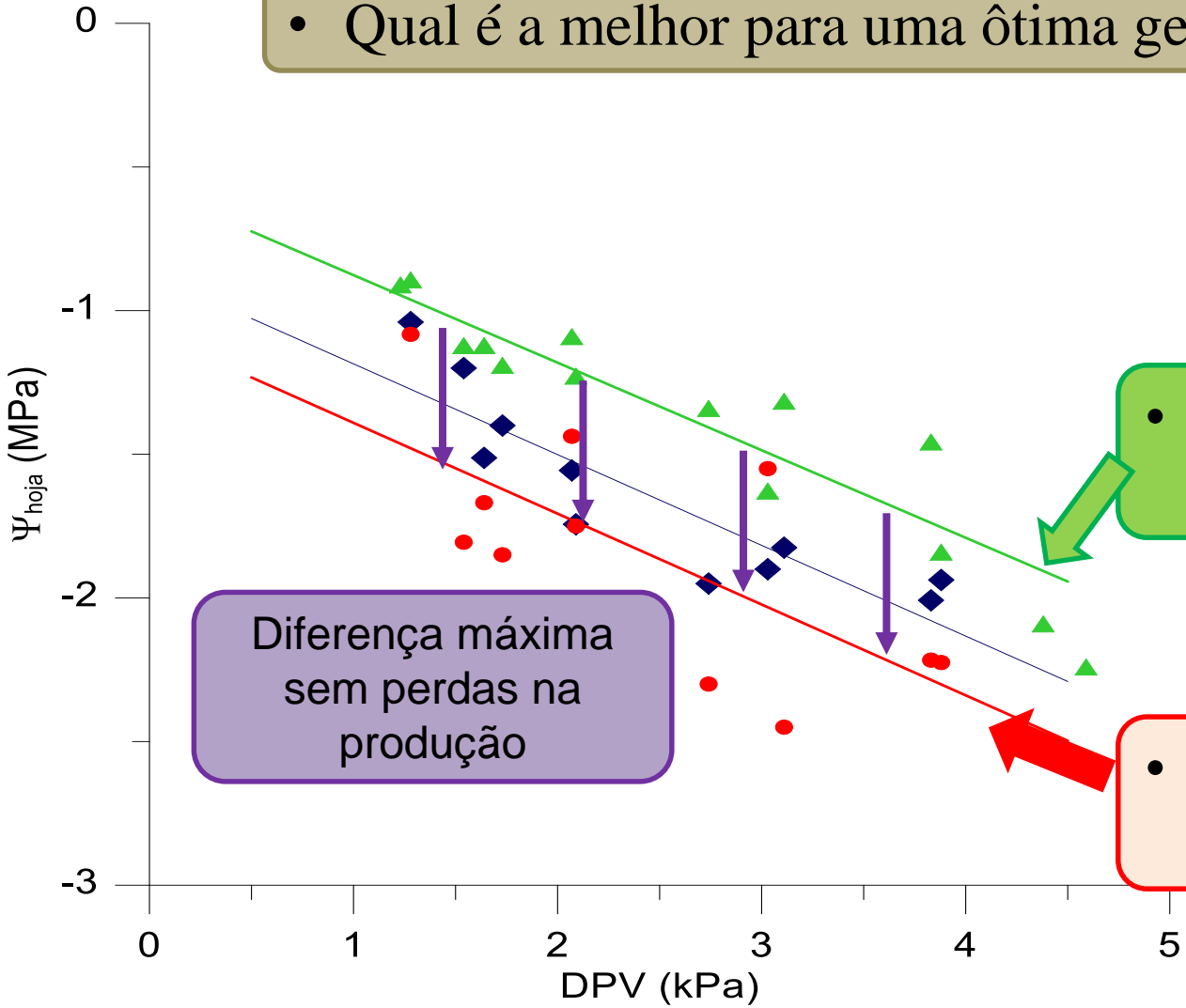
Linhas base do potencial da folha em almendoeiras (cvs. Marta, Guara e Lauranne) (García-Tejero et al. 2018)



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

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

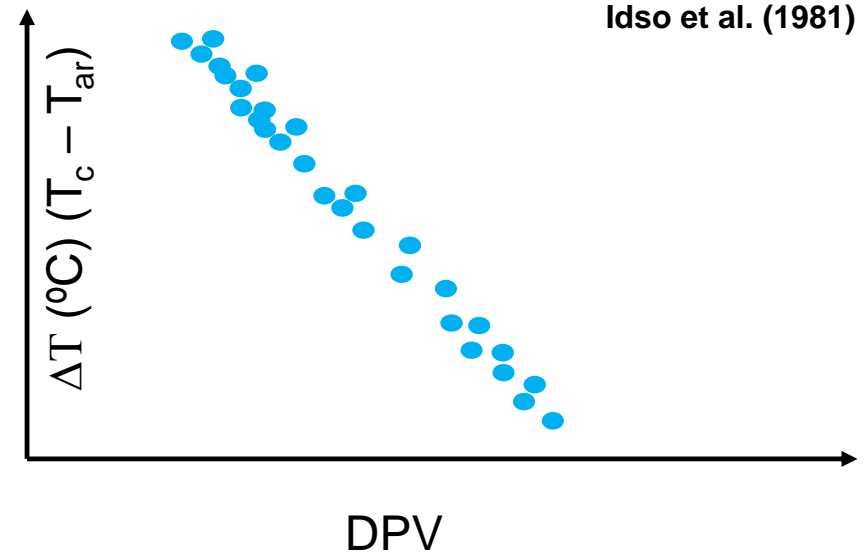
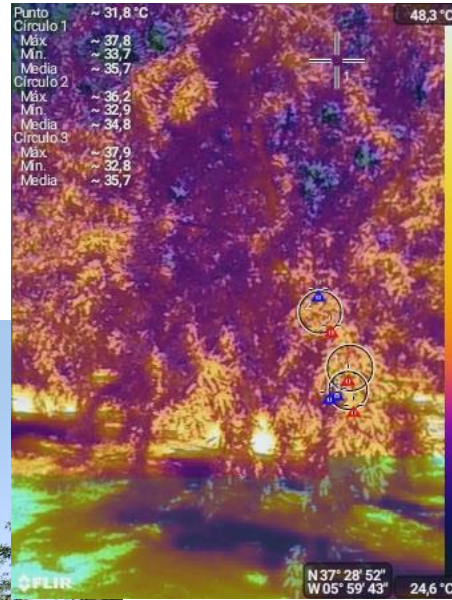
• Qual é a melhor para uma ótima gestão da rega?



• Tratamento bem irrigado (sem restrições)

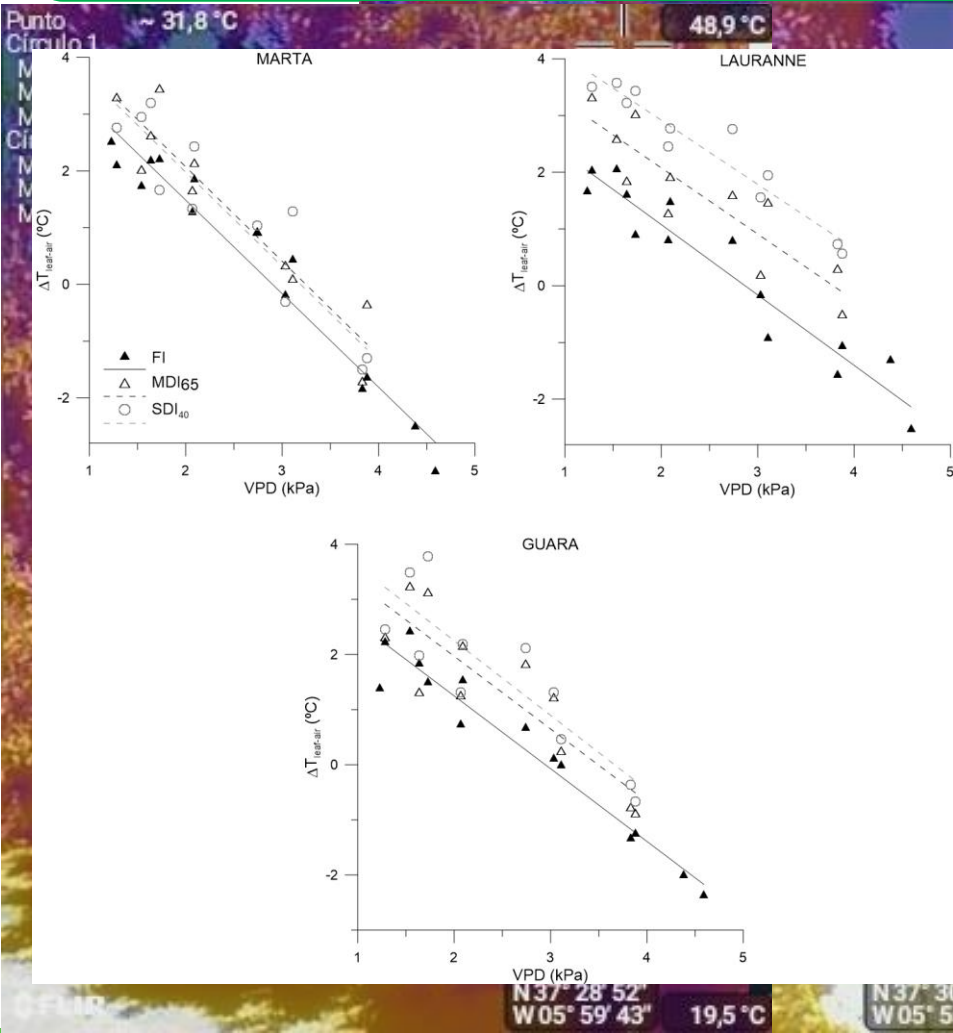
• Poupanças dum 35% de água sem perdas na produção

Outras ferramentas... A termografía de infravermelhos



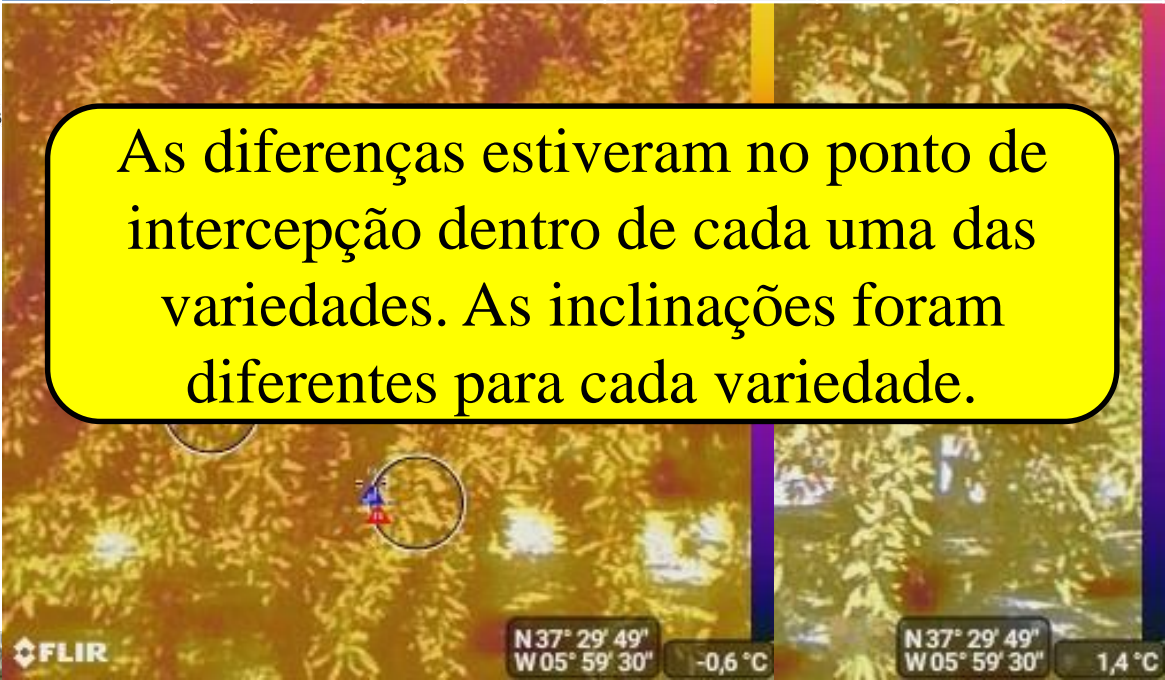
3. NOVAS TECNOLOGÍAS PARA MELHORAR A TOMADA DAS DECIÇÕES: A FOLHA É O ESPELHO DA ÁRVORE

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

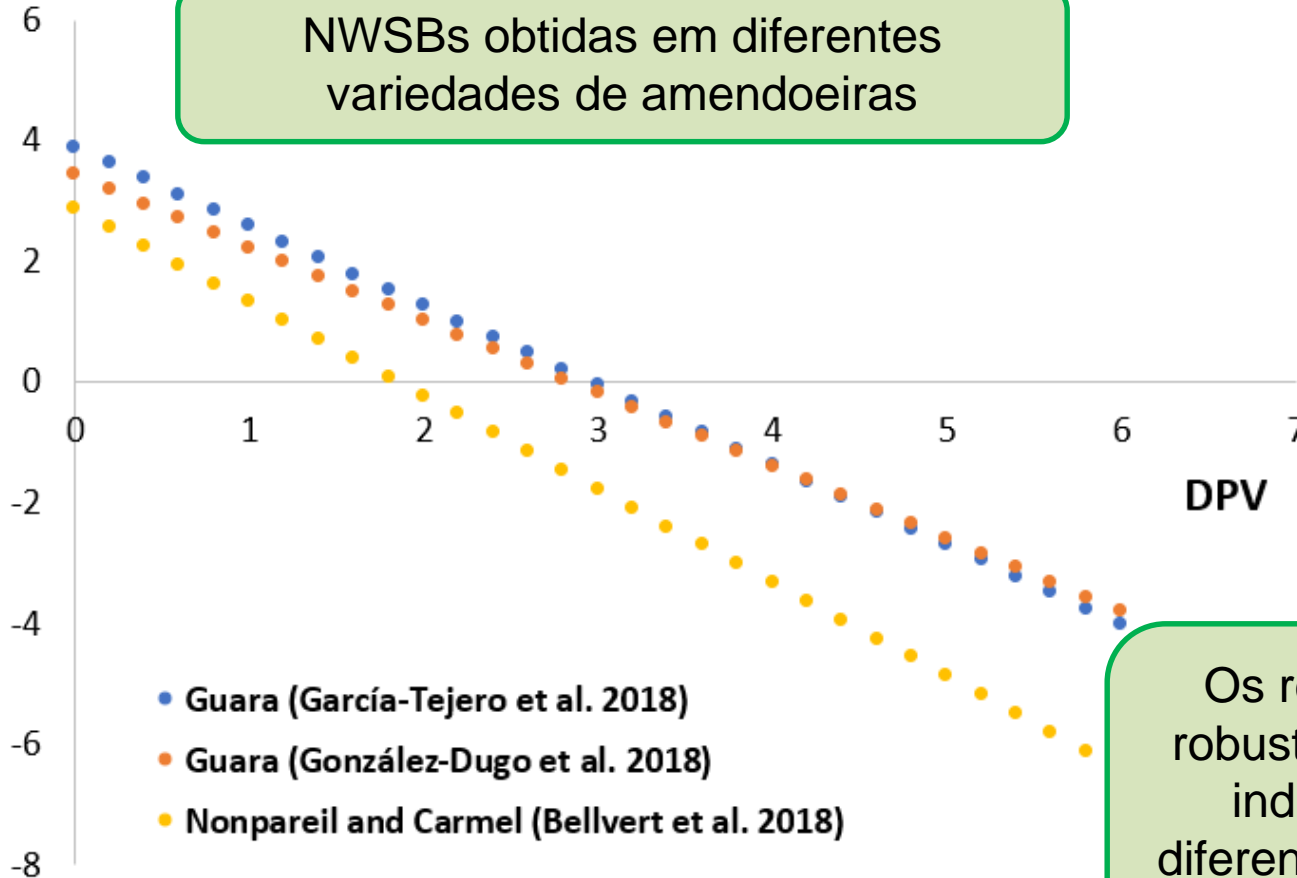


Irrigación	cv. Marta			cv. Lauranne			cv. Guara		
	Intercept	Slope	R ²	Intercept	Slope	R ²	Intercept	Slope	R ²
FI	4.78	-1.65	0.95	3.56	-1.24	0.92	3.89	-1.32	0.94
MDI ₆₅	5.40	-1.66	0.90	4.40	-1.17	0.80	4.60	-1.32	0.76
SDI ₄₀	5.29	-1.66	0.86	5.18	-1.13	0.92	4.95	-1.35	0.76

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

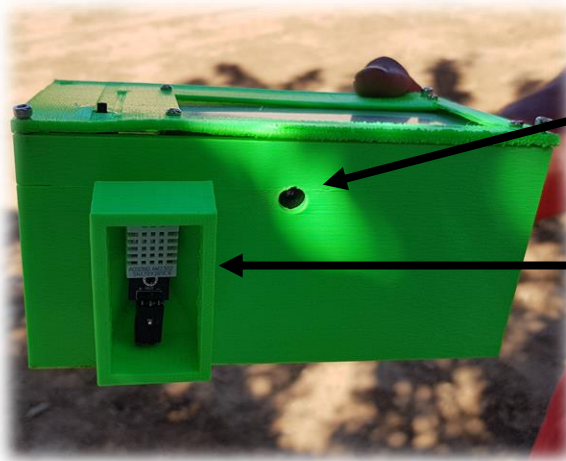


NWSBs obtidas em diferentes variedades de amendoeiras

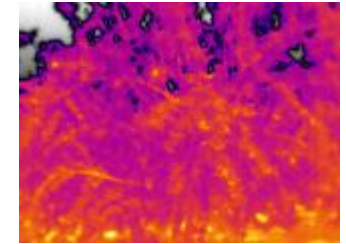


Os resultados mostram uma boa robustez da tecnologia, mesmo que indicam a necessidade de obter diferentes funções pra cada uma das variedades

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

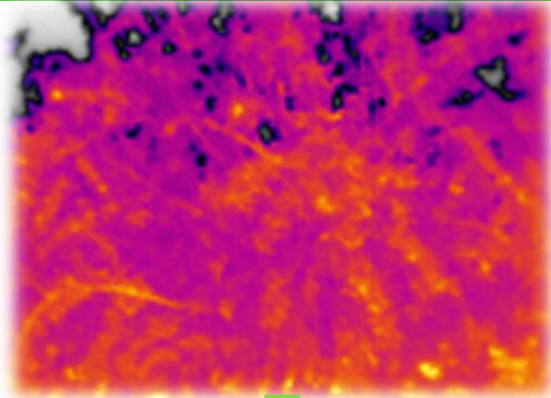


Câmara de infravermelhos

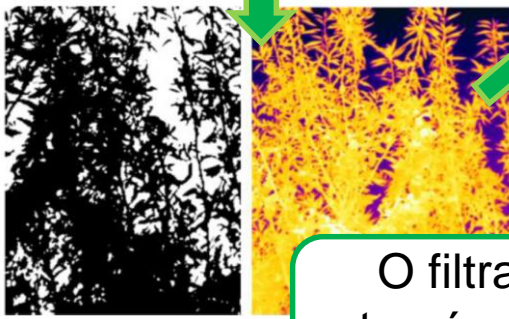


Sensores de humidade e temperatura do ar

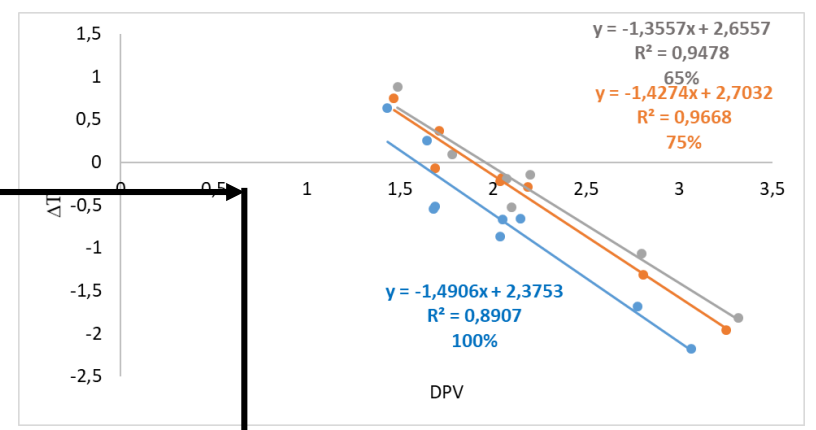
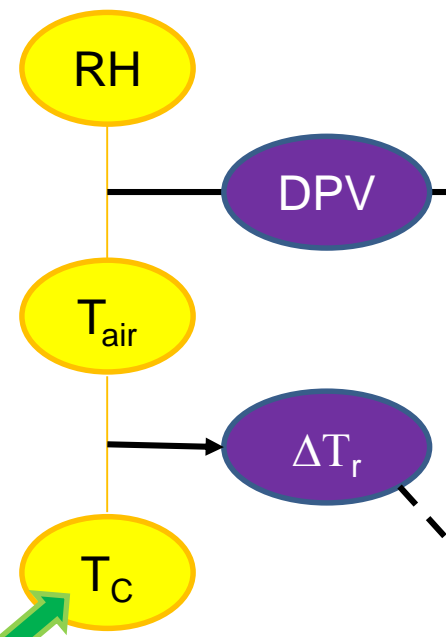
3. NOVAS TECNOLOGÍAS PARA MELHORAR A TOMADA DAS DECISÕES: A FOLHA É O ESPELHO DA ÁRVORE

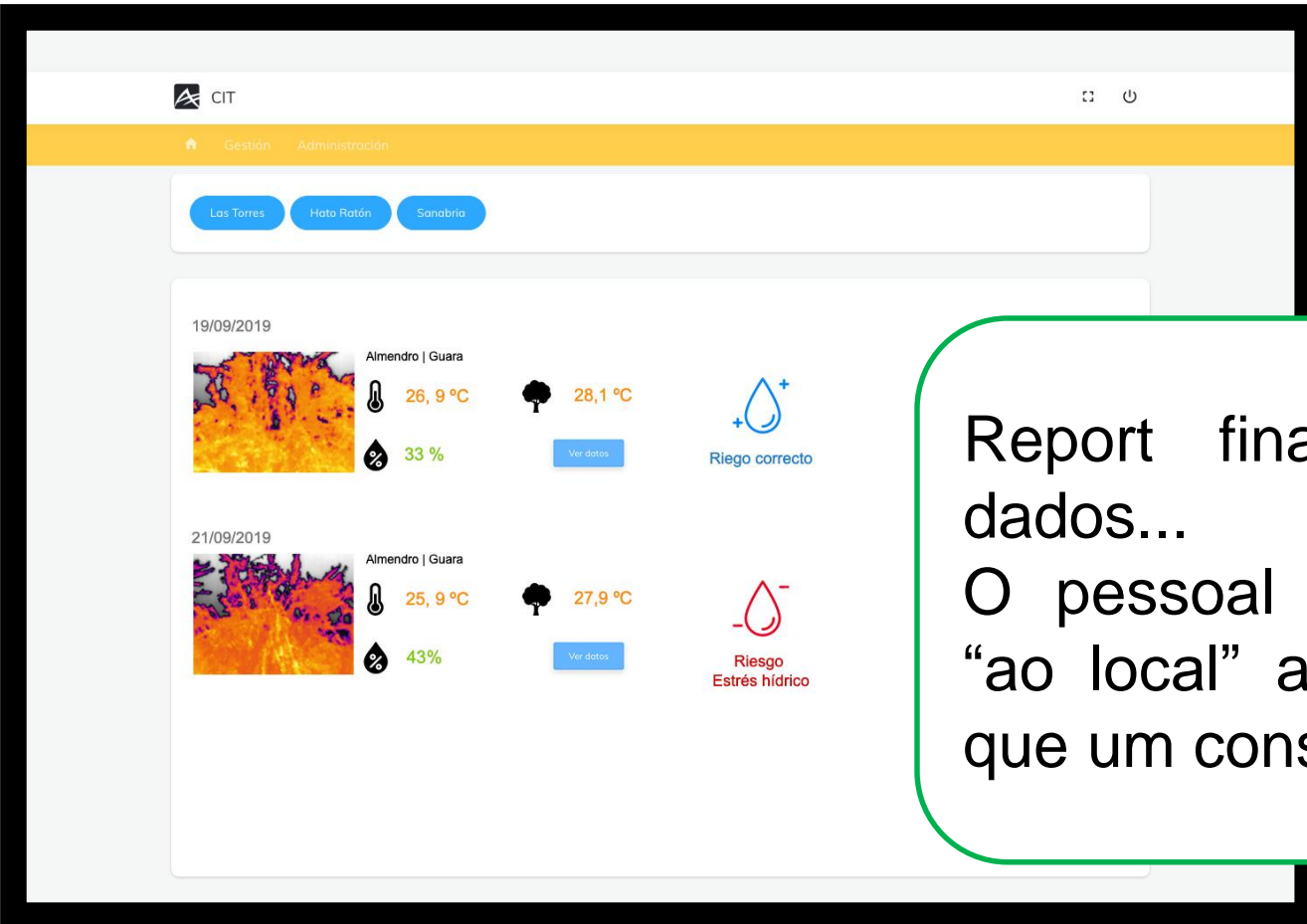


A imagem é uma matriz de dados



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

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. Cobertos vegetais
na agricultura de
montanha

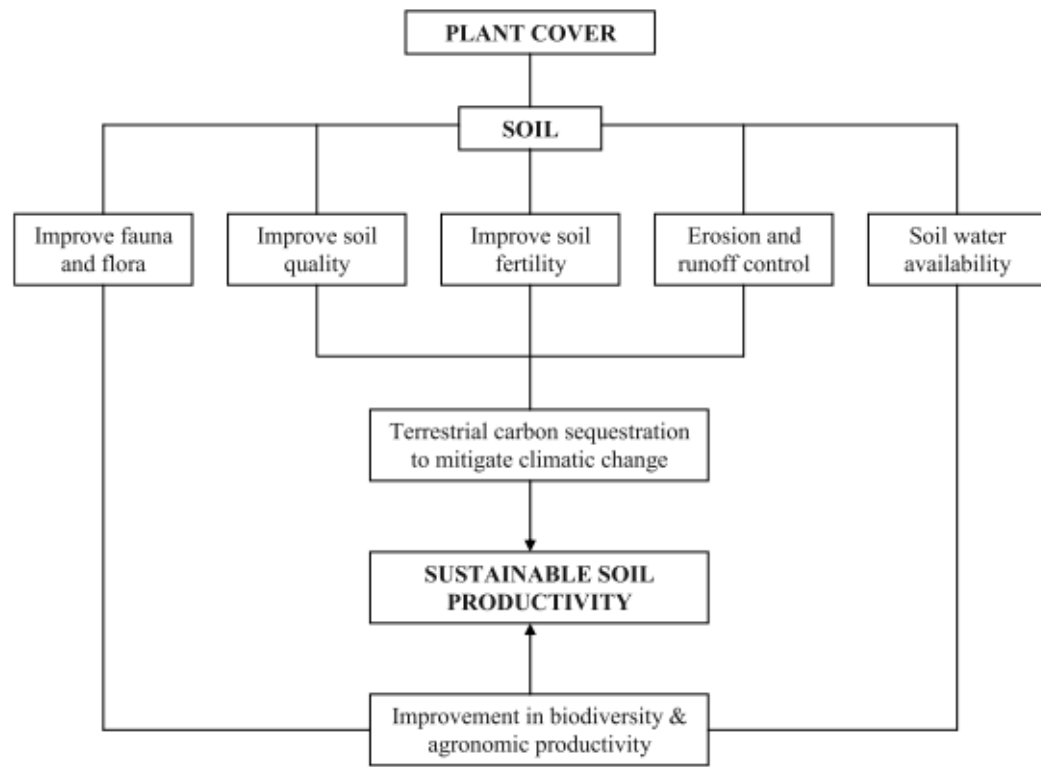
Novas culturas

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





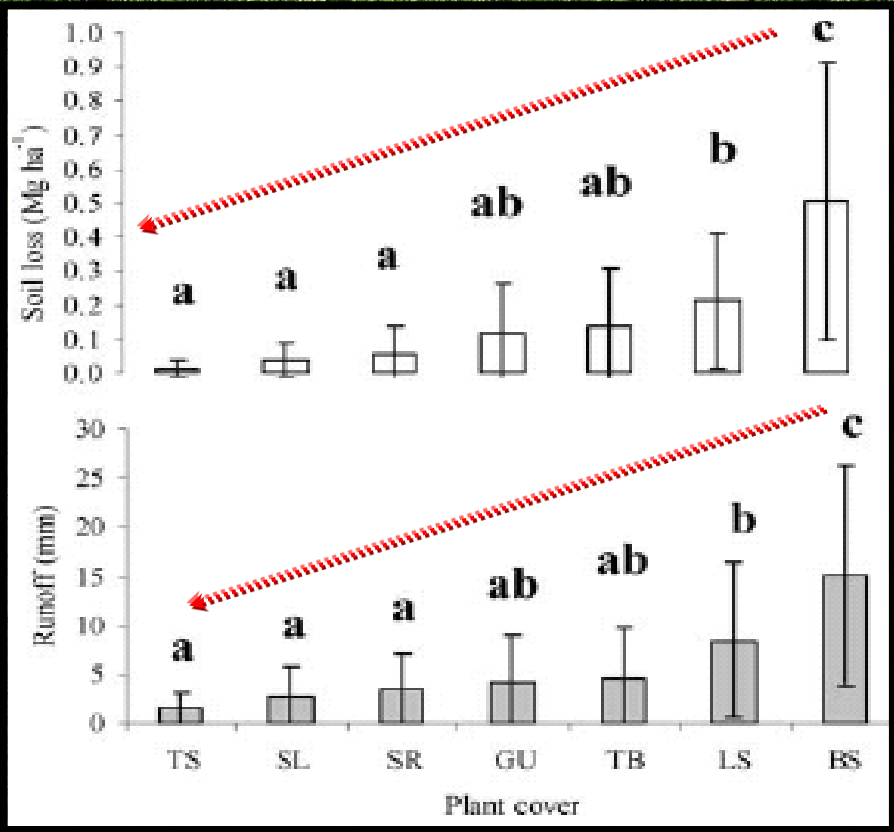
***Prunus dulcis* Mill cv. Desmayo Langueta**

Superfície 144 m², 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

Nutrition Quality Parameters of Almonds as Affected by Deficit Irrigation Strategies

Leontina Lipan¹, Alfonso Moriana^{2,3}, David B. López Lluch⁴, Marina Cano-Lamadrid¹, Esther Sendra¹, Francisca Hernández¹, Laura Vázquez-Araújo^{6,7}, Mireia Corell^{2,3} and Ángel A. Carbonell-Barrachina^{1,*}

Contents lists available at ScienceDirect

Agricultural Water Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/agwat

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

Leontina Lipan¹, María J. Martín-Palomo^{b,c}, Lucía Sánchez-Rodríguez², Marina Cano-Lamadrid¹, Esther Sendra¹, Francisca Hernández¹, Francisco Burló³, Laura Vázquez-Araújo^{6,7}, Luis Andreu^{b,c}, Ángel A. Carbonell-Barrachina^{1,*}

Sensory Profile and Acceptability of HydroSOSustainable Almonds

Leontina Lipan¹, Marina Cano-Lamadrid¹, Mireia Corell^{2,3}, Esther Sendra¹, Francisca Hernández⁴, Laura Stan⁵, Dan Cristian Vodnar⁵, Laura Vázquez-Araújo^{6,7} and Ángel A. Carbonell-Barrachina^{1,*}



- 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



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

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

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>> 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
		3
Soil Management	<i>Plant cover</i>	5
	<i>No tillage</i>	2
Water quality monitoring	<i>Yes</i>	1
Water Use Efficiency	<i>> 6 kg m⁻³</i>	5
	<i>3-6 kg m⁻³</i>	2
	<i>< 3 kg m⁻³</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>>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*