



# Gestão da água no amendoal

António Castro Ribeiro

[antrib@ipb.pt](mailto:antrib@ipb.pt)

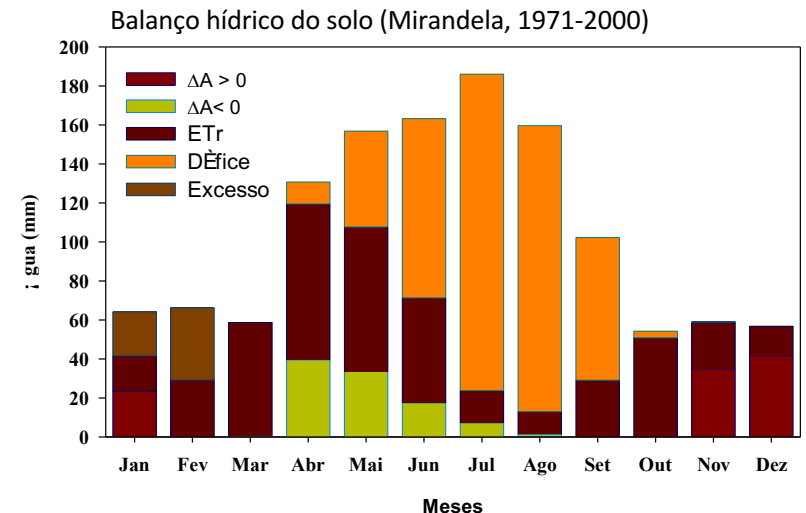
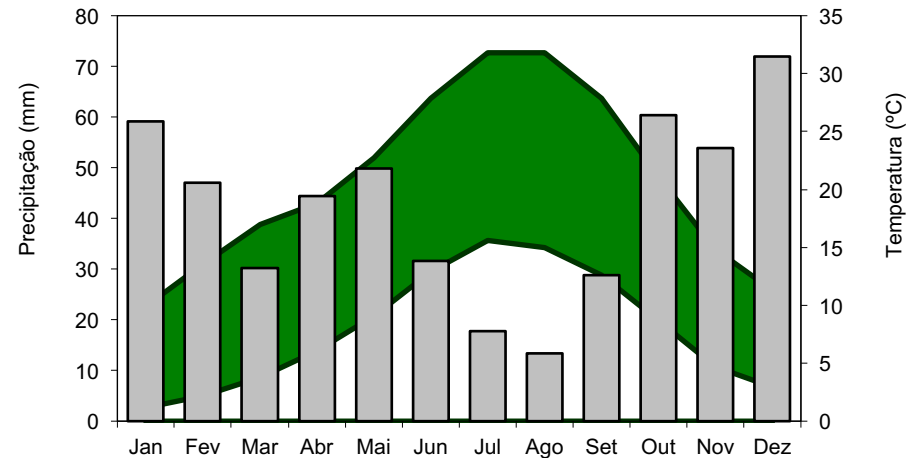


**Grupo Operacional Egis - Estratégias para uma gestão integrada do solo e da água em espécies produtoras de frutos secos**

# Amendoeira nas regiões de clima mediterrânico

- **Exposta a condições desfavoráveis durante o verão:**

- Temperatura elevada;
- Intensidade luminosa elevada;
- Défice de pressão de vapor elevado (humidade do ar muito baixa);
- Limitada disponibilidade hídrica com secas frequentes.





# Amendoeira



*Espécie bem adaptada à  
secura estival*



# Adaptação da amendoeira às condições de secura estival

- ✓ **Controlo sobre a regulação estomática;**
- ✓ **Sistema radicular profundo;**
- ✓ **Senescência foliar;**
- ✓ **Ajustamento osmótico;**
- ✓ **Capacidade de recuperação rápida após stresse hídrico intenso.**





# Efeitos do déficit hídrico na amendoeira

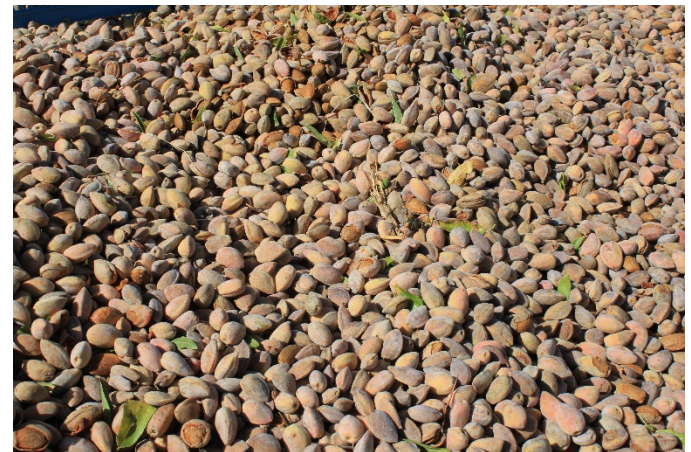
**Período pós-vingamento até fim do crescimento do fruto (Março – Abril)**

- ✓ **Diminuição da área foliar**
- ✓ **Redução do crescimento dos ramos**
- ✓ **Redução do tamanho do fruto**



# Efeitos do déficit hídrico na amendoeira

- **Período entre o fim do crescimento do fruto e a colheita**  
(Maio – Agosto/Setembro)
  - **Senescência foliar precoce**
  - **Redução do peso seco da amêndoa**
  - **Amêndoas de textura mais rugosa**





# Efeitos do défice hídrico na amendoeira

- **Após a colheita**

(Agosto/Setembro – Outubro/Novembro)

- **Afecta a diferenciação dos gomos florais**
- **Redução do número de frutos no ano seguinte**



# Crescimento e desenvolvimento da amendoeira



I



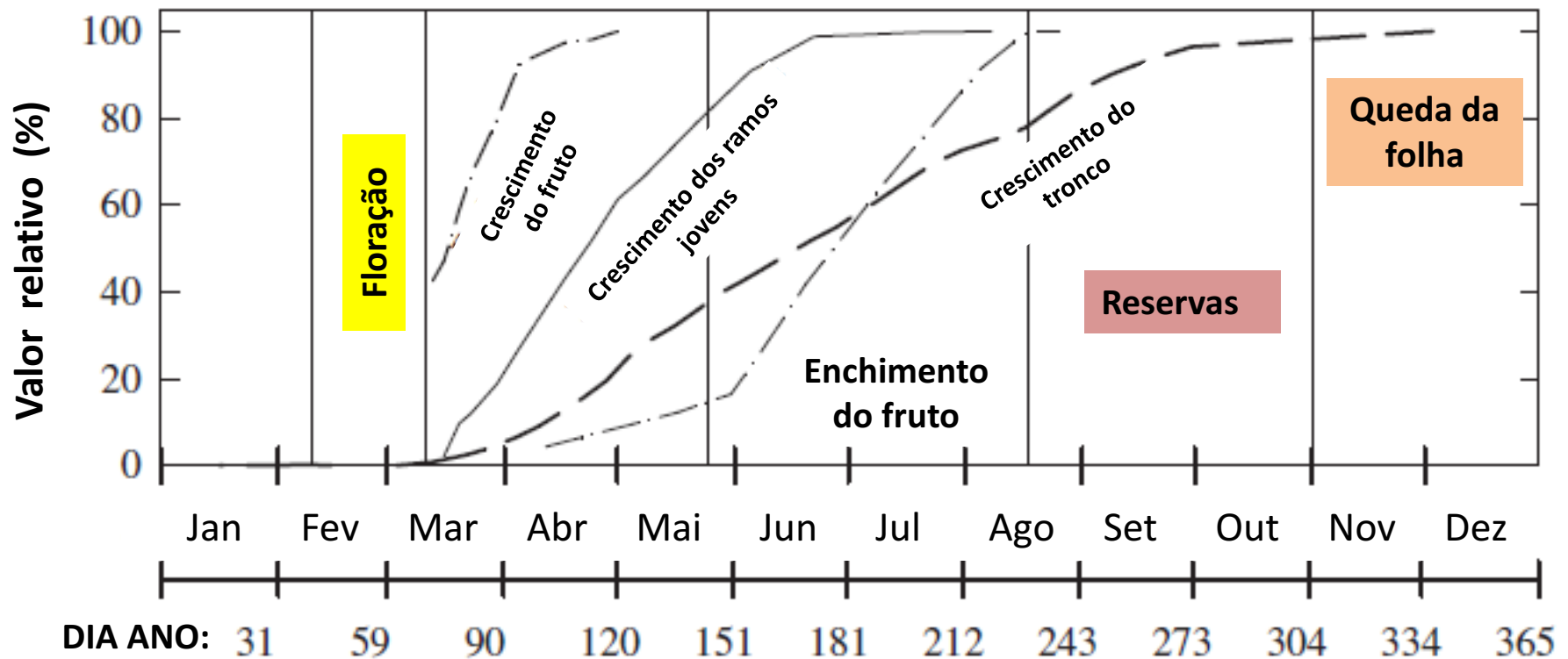
II - III



IV

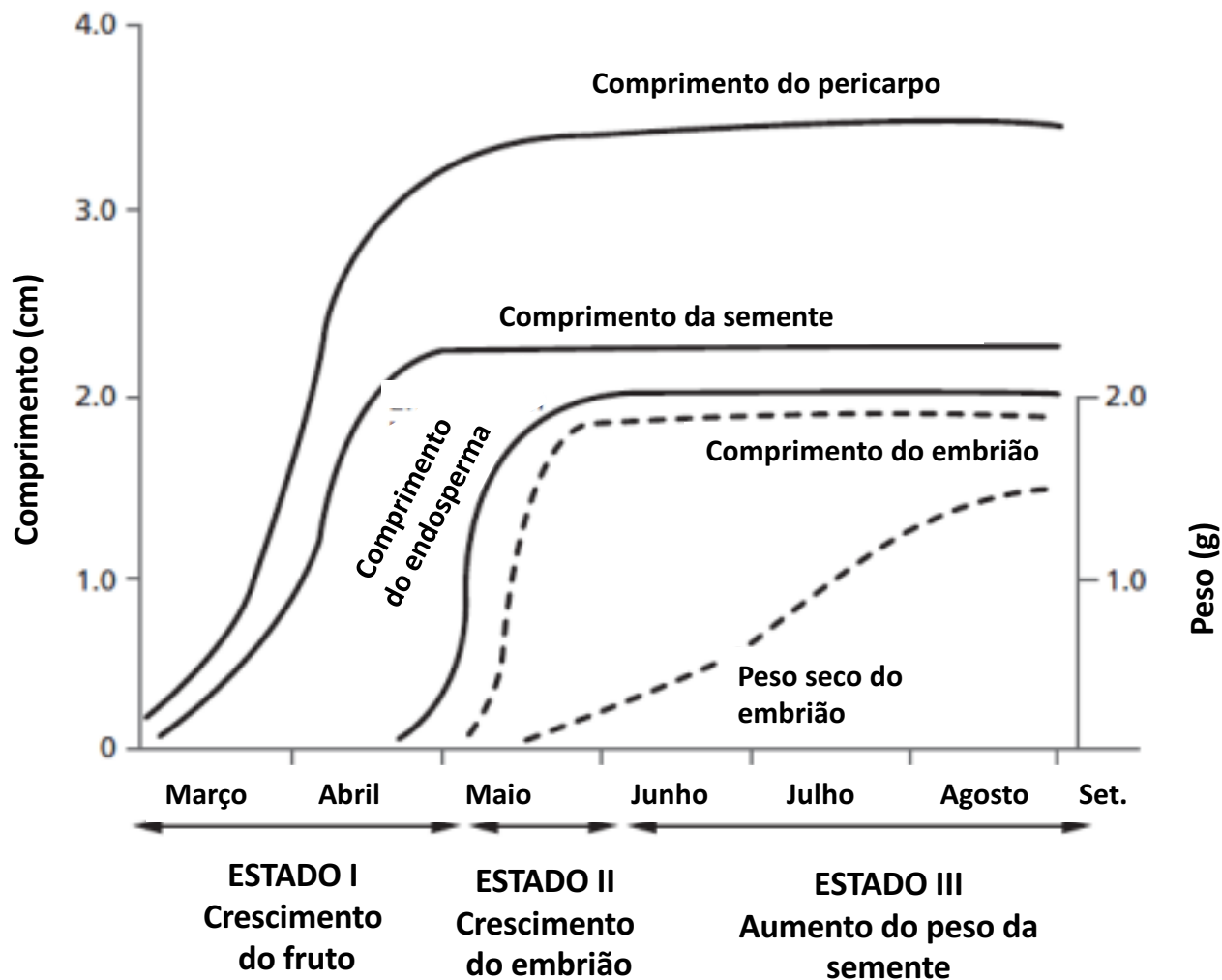


V





# Fases de desenvolvimento da amêndoa



# Gestão da água no amendoal

- Necessidades hídricas





# Necessidades hídricas do amendoal

□ Evapotranspiração da cultura,  $ET_c$

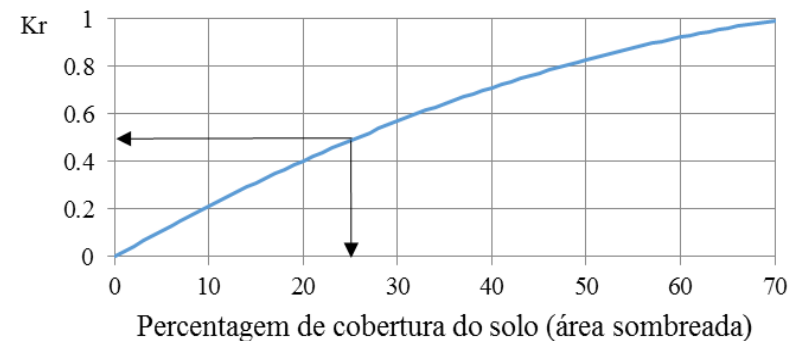
$$ET_c = ET_o \times k_c \times k_r$$

$ET_o$  – Evapotranspiração de referência

$k_c$  – coeficiente cultural

$k_r$  – coeficiente de redução da evapotranspiração

$$K_r = -0,00012 C^2 + 0,0226 C$$



# Necessidades hídricas do amendoal

<http://www.ipma.pt/pt/>



Quem somos | Onde estamos | Conselho científico | Recrutamento | Projetos | eBiblioteca | Enciclopédia ipma | Contactos | English

Pesquisa  ok

Tempo Mar Sismos Clima Pescas e aquacultura Aeronáutica Agricultura Ambiente Navios Espaço

## Notícias



2017 - Início de um ano quente  
2017-11-30

## aqua&amabi



Seminário de apresentação do projecto "AQUA&AMABI"  
2017-11-24

## gelavista



2º Encontro GelAvista  
2017-11-24

## bivalves



1º Seminário sobre "Produção, Controlo e Monitorização de Moluscos Bivalves"  
2017-11-21

## fóssil vivo



Tubarão "pré-histórico" capturado em águas portuguesas  
2017-11-06

## raias

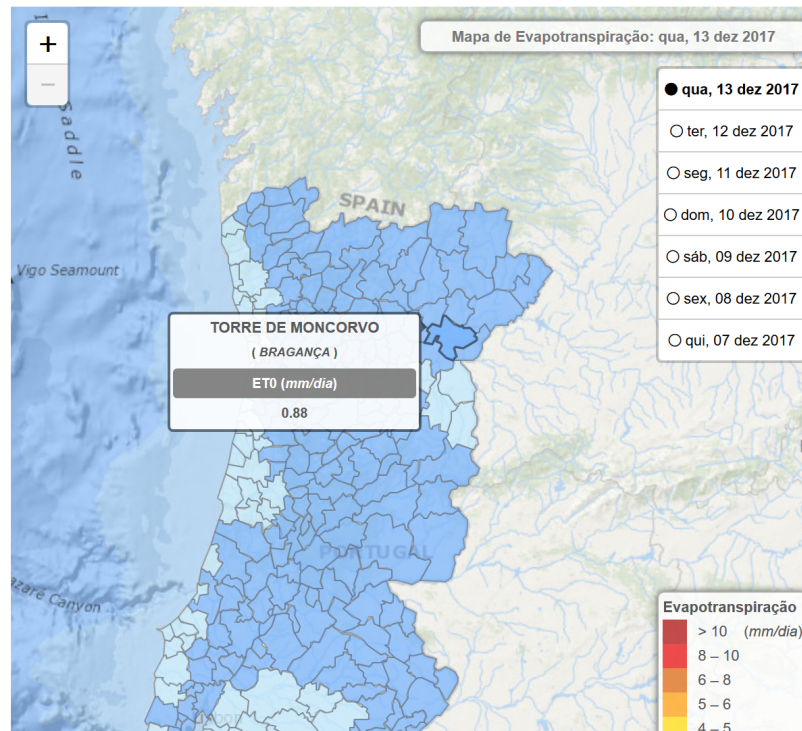


Trabalho de investigação científica, desenvolvido no IPMA, para

IPMA > Agricultura > Evapotranspiração

## Evapotranspiração (ET0) por concelho

Valores diários de evapotranspiração de referência (ET0) – Média por concelho



## Evapotranspiração – ET0

[Mapa dinâmico por concelho](#)

[Mapa estático](#)

## Informação diária

[Amplitude Térmica Diária](#)  
[Temperatura máxima do ar](#)  
[Temperatura média do ar](#)  
[Temperatura mínima do ar](#)  
[Humidade relativa max. do ar](#)  
[Humidade relativa min. do ar](#)  
[Temperatura med. solo, 5 cm](#)  
[Precipitação total](#)

## Informação mensal

[Porcentagem água no solo](#)  
[Radiação Solar Global](#)

## Fruticultura

[Horas de Frio](#)

## Viticultura

[Evapotranspiração para a vinha](#)  
[Temperatura acum. da vinha](#)

## Outra informação

[Agrometeorologia no IPMA](#)  
[Fruticultura e viticultura](#)  
[Índice de Winkler \(IW\)](#)

# Necessidades hídricas do amendoal

- Coeficientes culturais

Meses	Doorenbos e Pruitt (1977)		Fereres e Puech (1981)	Sanden (2007)	Doll e Shackel (2015)	Girona (2006)
	Solo nu	Solo com coberto				
Março	0,50	0,85	0,60	0,59	0,62	0,40
Abril	0,70	0,95	0,71	0,78	0,80	0,65
Maió	0,85	1,05	0,84	0,92	0,94	0,80
Junho	0,90	1,15	0,92	1,01	1,05	0,92
Julho	0,90	1,15	0,96	1,08	1,11	0,96
Agosto	0,90	1,15	0,96	1,08	1,11	1,05
Setembro	0,80	1,10	0,91	1,02	1,06	0,85
Outubro	0,75	0,90	0,79	0,89	0,92	0,60
Novembro	0,65	0,85	-	0,69	0,69	0,40



# Necessidades hídricas do amendoal

## Coeficiente de redução da evapotranspiração

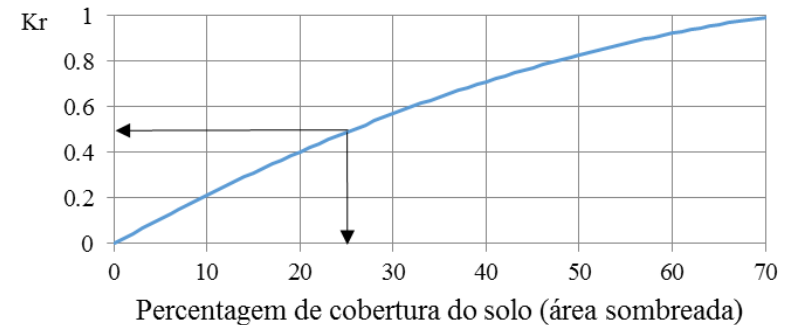
$$K_r = -0,00012C^2 + 0,0226 C$$

## Área sombreada ( $C$ )

$$C = \frac{\pi d^2}{N 400} (\%)$$

$d$  – diâmetro da copa da amendoeira

$N$  – nº de árvores por hectare



# Necessidades hídricas do amendoal

Exemplo de cálculo:

	Amendoal jovem	Amendoal adulto
Diâmetro da copa (m)	1,2	3,0
Densidade de plantação (árvores/ha)	416	416
Evapotranspiração de referência $ET_o$ (mm d <sup>-1</sup> )	6,0	6,0
Coefficiente cultural, $K_c$	0,8	0,8
Cobertura do solo, C (%)	4,7	29,4
Coefficiente de redução da evapotranspiração, $K_r$	0,1	0,56
Evapotranspiração da cultura $ET_c$ (mm d <sup>-1</sup> )	0,5	2,7

1 mm = 10 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>

# Tempo de rega

- **Exemplo:**

- Densidade de plantação ( $a \times b$ ) 6 x 4 m
- Evapotranspiração ( $ET_c$ ) 3 mm/dia
- Caudal dos gotejadores ( $q$ ) 3,6 L/h
- Distância entre rampas de rega 6 metros
- Distância entre os gotejadores 1 metro
- Número de gotejadores por árvore ( $n$ ): 4
- Tempo de rega ( $T$ ):

$$T = \frac{ET_c \times a \times b}{n \times q} = \frac{3 \times 6 \times 4}{4 \times 3,6} = 5 \text{ horas}$$



# Gestão da rega

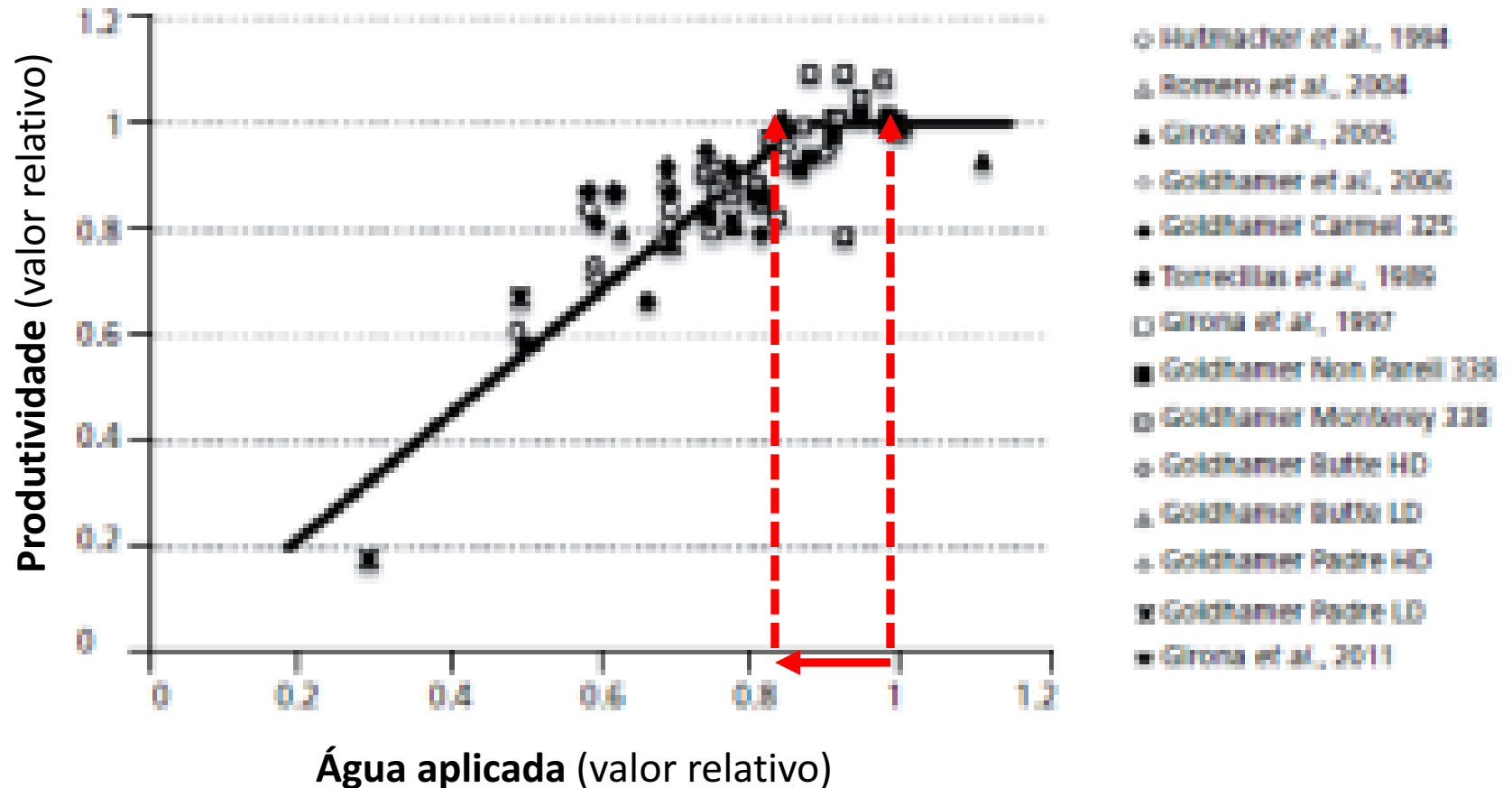
- **Rega deficitária**

- consiste na aplicação de água para satisfazer parte das necessidades hídricas do amendoal
- Ou seja, em vez de aplicar 100% da ETc, aplica-se uma % inferior.

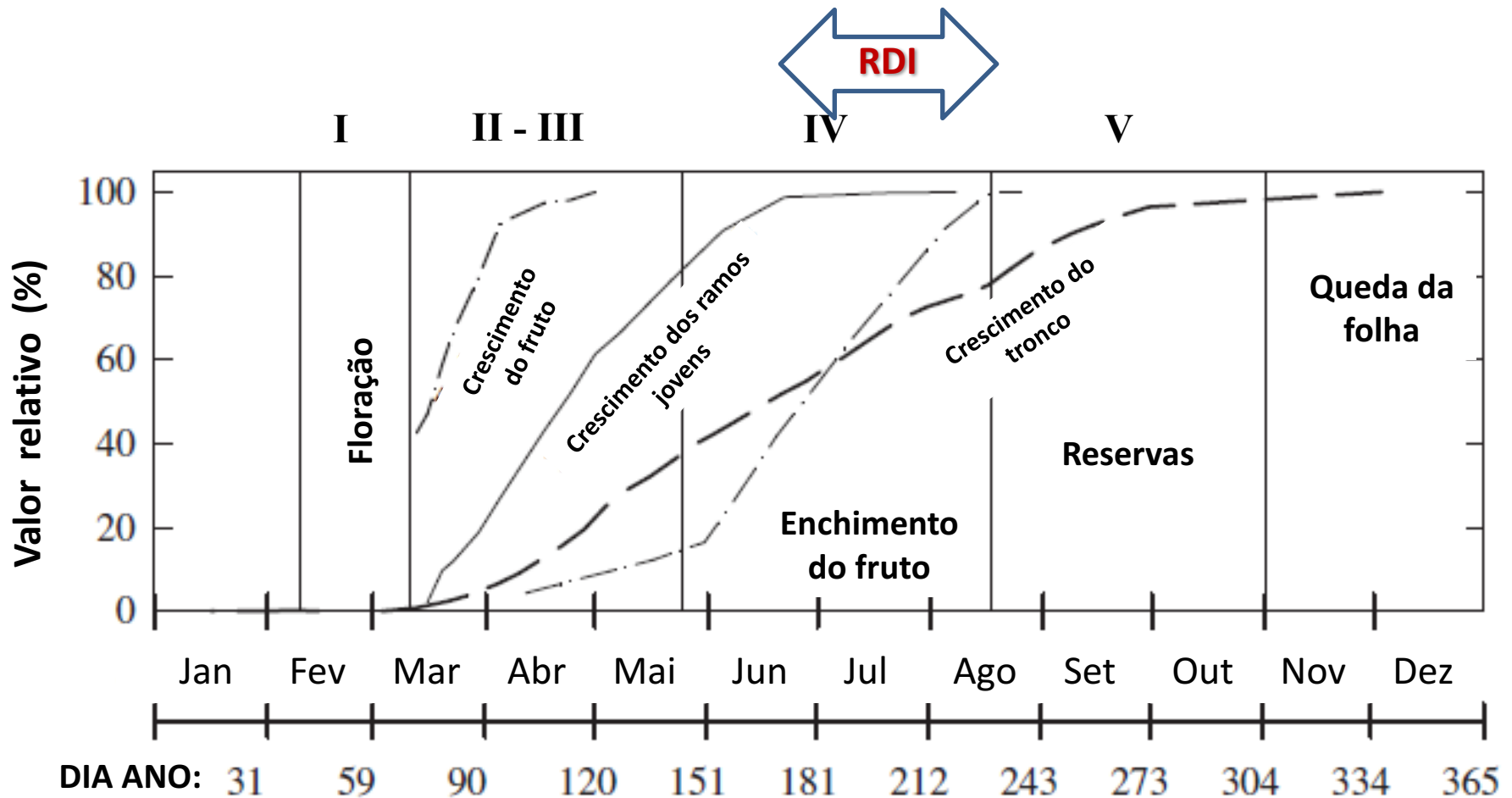
- **Objectivos**

- Redução da quantidade de água aplicada na cultura
- Aumento da produtividade da água
- Controlo do vigor

# Relação entre a produtividade e a água aplicada



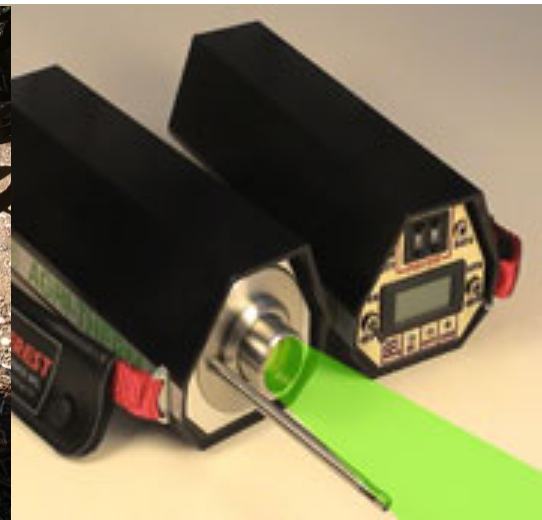
# Quando aplicar a rega deficitária?





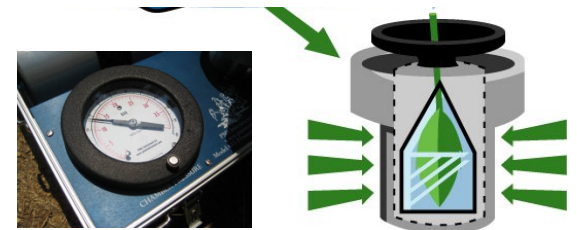
# Controlo do estado hídrico do solo e da amendoeira

- Durante a implementação de estratégias de rega deficitária o controlo do estado hídrico da amendoeira pode ser feito através de várias técnicas:
  - Medição do teor de água e do potencial hídrico do solo
  - Medição do potencial hídrico foliar
  - Medição da temperatura foliar
  - Medição das flutuações do diâmetro do tronco
  - Medição do fluxo da seiva



# Potencial hídrico foliar

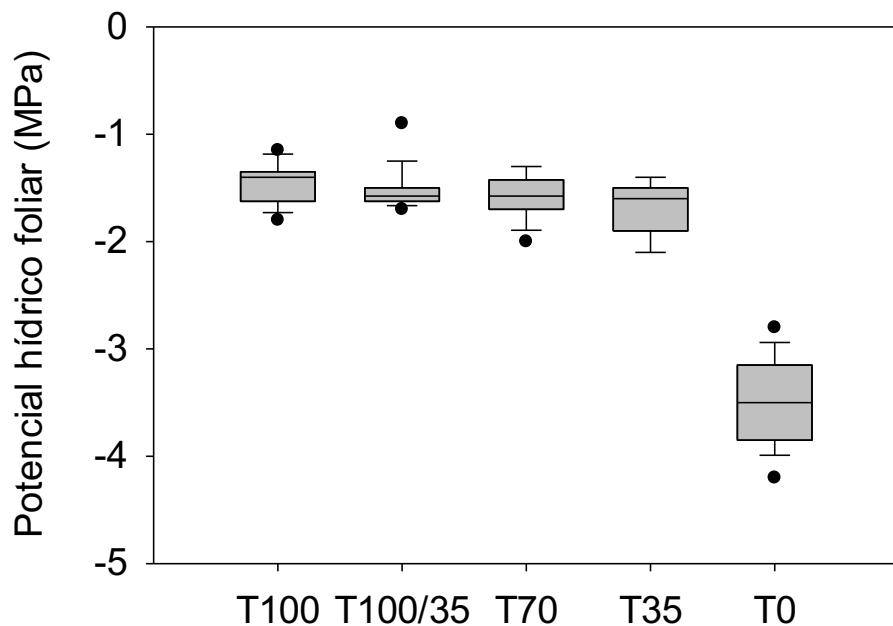
- Potencial hídrico foliar de base
  - Rega plena (-0,2 a -0,8 MPa)
  - Stresse hídrico moderado (-1,0 MPa)
  - Stresse hídrico severo (-1,5 MPa)
- Potencial hídrico do ramo
  - Rega plena (-0,6 a -1,0 MPa)
  - Stresse hídrico moderado (-1,4 a -1,8 MPa)
  - Stresse hídrico severo (-2 a -2,5 MPa)



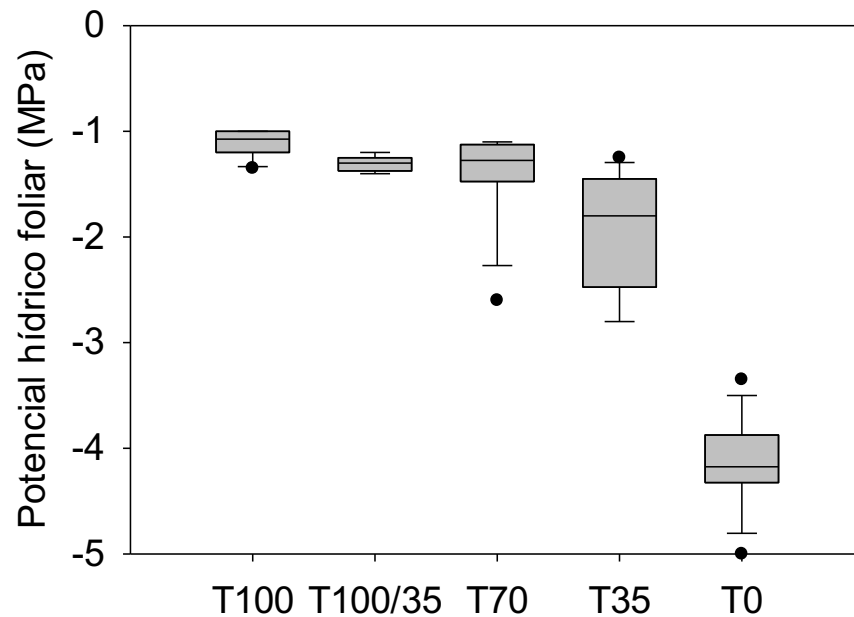
# Potencial hídrico foliar

Alfândega da Fé, Agosto de 2016 e 2017

2016

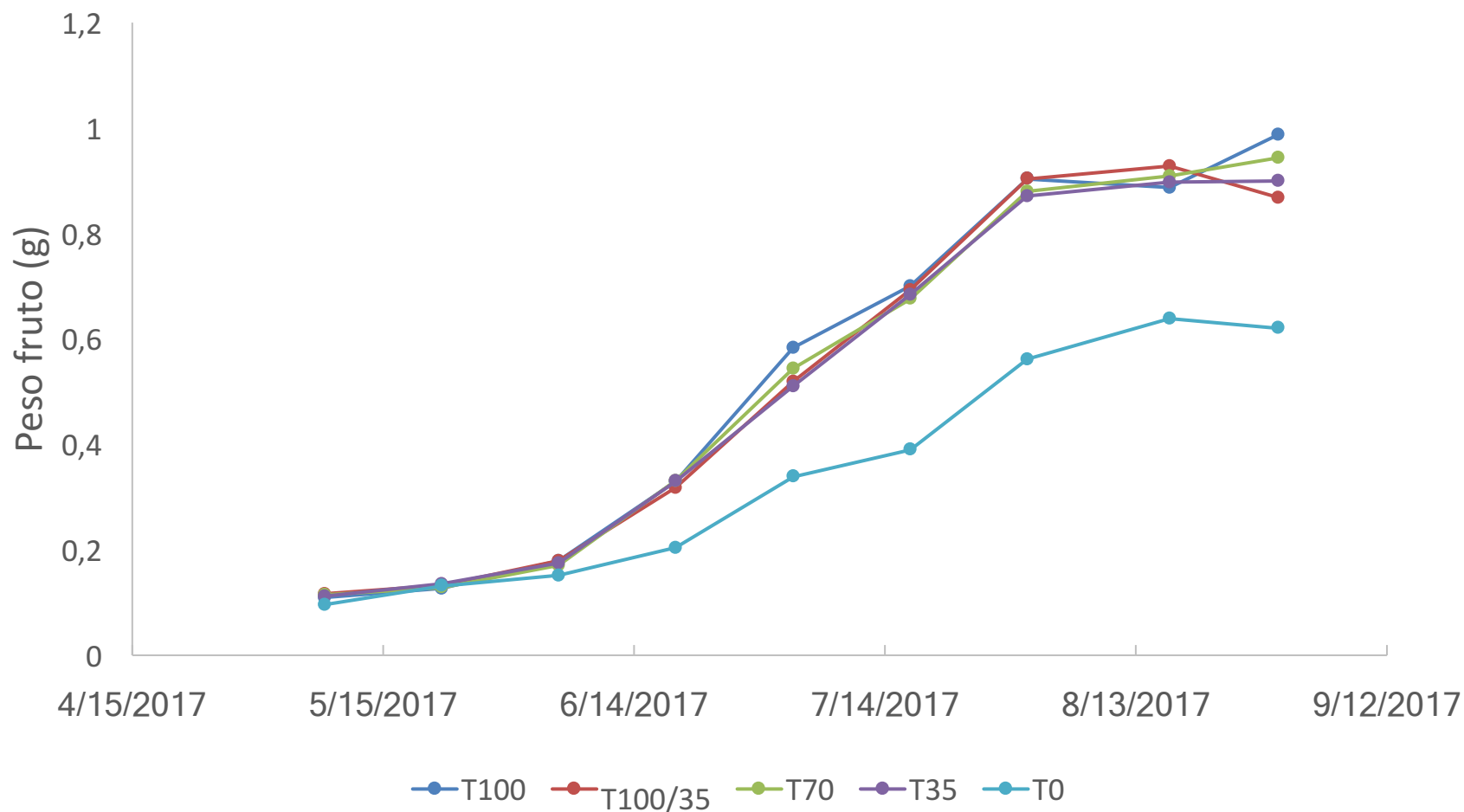


2017



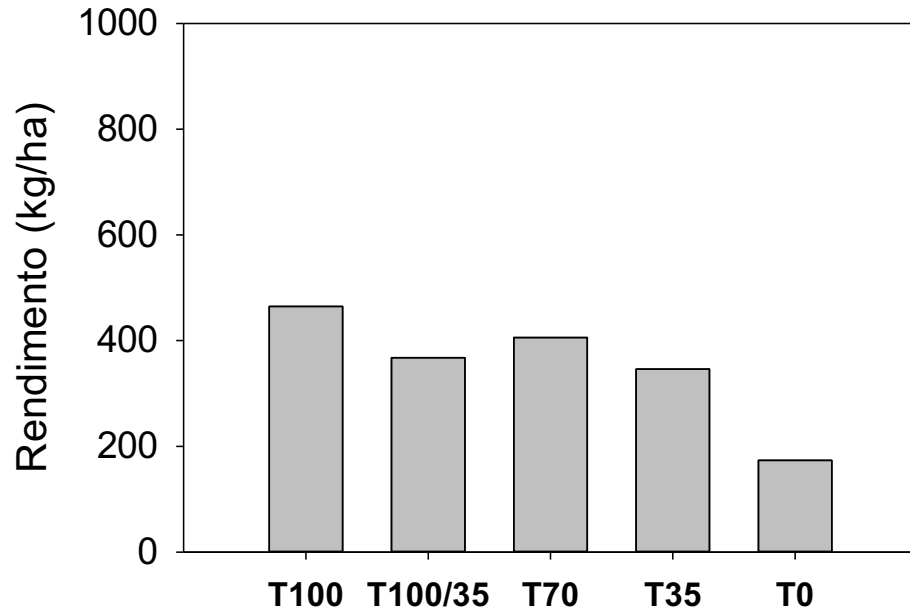


# Acumulação de biomassa no fruto

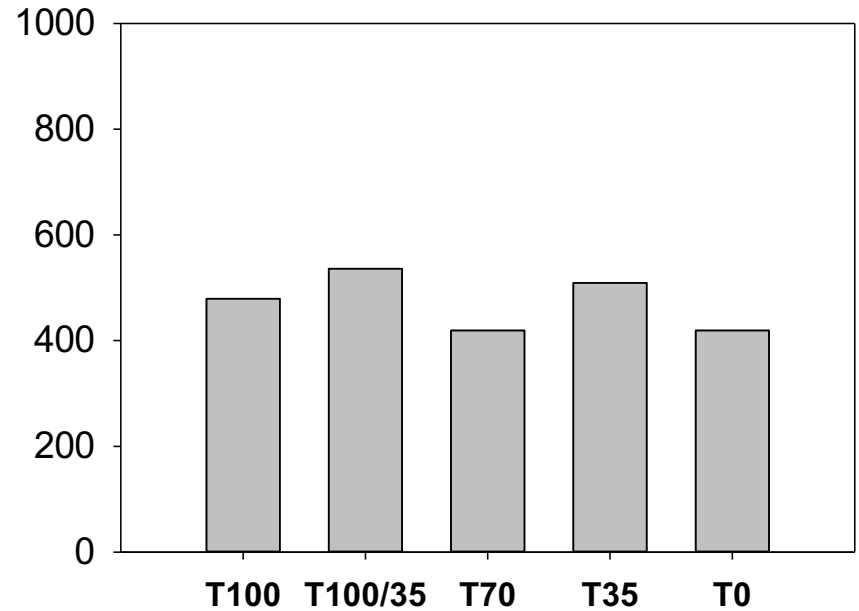


# Rendimento

2016

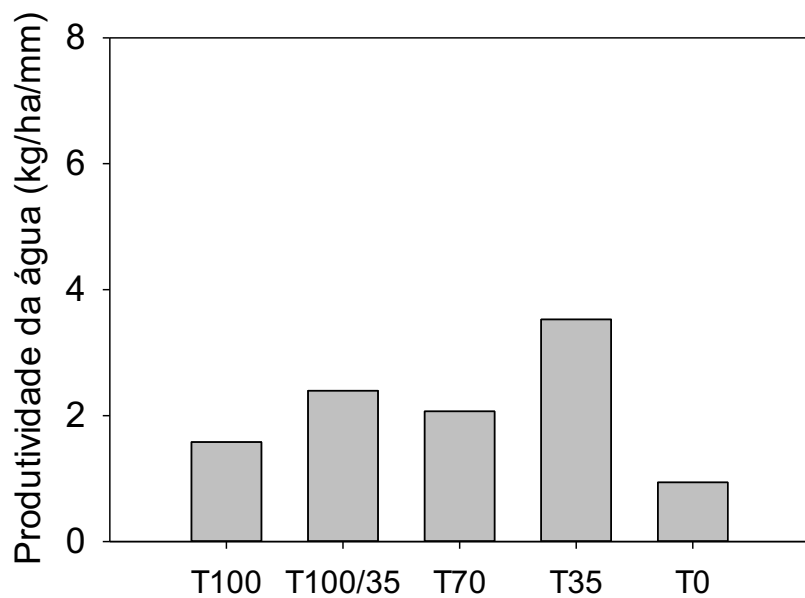


2017

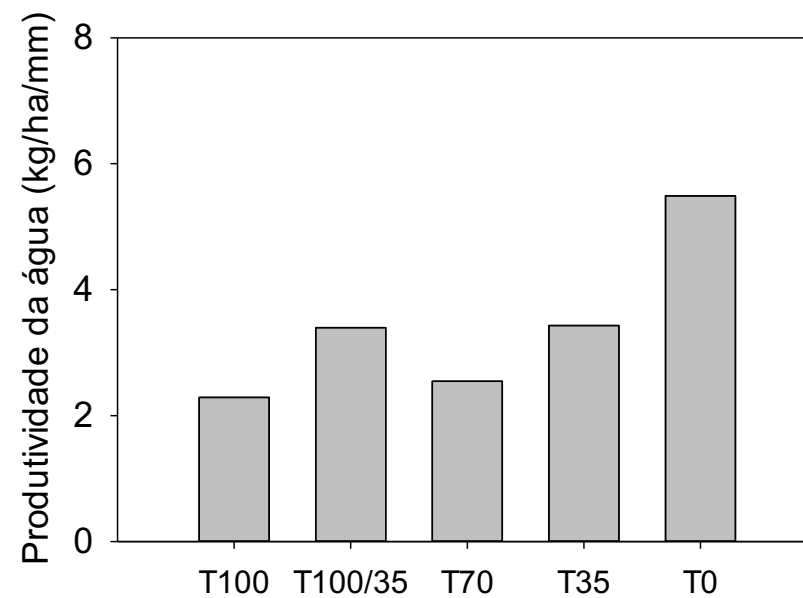


# Produtividade da água

2016



2017



# Considerações Finais

- A precipitação que ocorre no período de Inverno-Primavera é determinante para assegurar **um bom estado hídrico da cultura até ao fim do crescimento do fruto.**
- Nas nossas condições, **sem rega**, apenas os **solos com elevada capacidade utilizável de água** poderão assegurar uma disponibilidade de água adequada até esse estado de desenvolvimento
- Através de ensaios experimentais já se observou o **efeito significativo** do regime hídrico **na melhoria do estado hídrico das amendoeiras** durante o ciclo vegetativo.
- A estratégia de rega deficitária controlada conduziu a uma **maior produtividade da água**, não sendo significativa a diferença de rendimento entre as diferentes estratégias de rega.
- A estratégia de rega deficitária permite **economizar água de rega** face à máxima necessidade da planta **sem efeitos significativos no rendimento**



# Grupo Operacional EGIS

Estratégias para uma gestão integrada do solo e da água  
em espécies produtoras de frutos secos

## Parceiros

- **CNCFS** - Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos
- **INIAV** - Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária IP
- **REFCAST** - Associação Portuguesa da Castanha
- **IPC** - Instituto Politécnico de Coimbra
- **Filipe Rodrigues Pereira**
- **LCN** - Cooperativa dos Lavradores do Centro e Norte, CRL
- **Agro Rio Bom, Lda.**
- **IPV** - Instituto Politécnico de Viseu
- **ARATM** - Associação Regional dos Agricultores das Terras de Montenegro
- **Cooperativa Agrícola de Alfândega da Fé CRL**
- **UTAD** - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
- **ARBOREA** - Associação Agro-Florestal e Ambiental da Terra Fria Transmontana
- **COAMENDOA** - Cooperativa Agrícola de Produtores de Frutos de Casca Rija CRL
- **Soutos os Cavaleiros, CRL**
- **Associação Florestal Vale Douro Norte**
- **Cooperativa Agrícola de Penela da Beira CRL**



# Obrigado pela atenção

António Castro Ribeiro

[antrib@ipb.pt](mailto:antrib@ipb.pt)