

# Biologia Florestal

## Fenologia

Raquel Lobo-do-Vale  
raqueldvale@isa.ulisboa.pt

## Fenologia

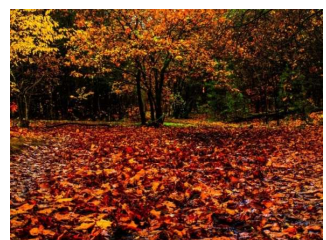
- **Fenologia** é o estudo da sequência anual das fases periódicas da vida das plantas em função das condições ambientais
- Característica altamente adaptativa ao meio
  - é um indicador importante das respostas dos ecossistemas às alterações climáticas



Abrolhamento



Floração



Senescência das folhas

## Fenologia

---

### ■ Varia com:

- Espécie
- Origem geográfica
- Proveniência
  - As árvores manifestam adaptação ao clima do local de origem

## Fenologia

---

### ■ Factores externos que afectam o crescimento (nas regiões de clima temperado ou Mediterrânico)

- **Rebentação / Abrolhamento**
  - Fotoperíodo
  - Temperatura do ar e do solo (graus-dia ⇌ calor acumulado)
  - Satisfação das necessidades em frio
- **Alongamento**
  - Luz
  - Água
  - Temperatura
  - Nutrientes

## Fenologia

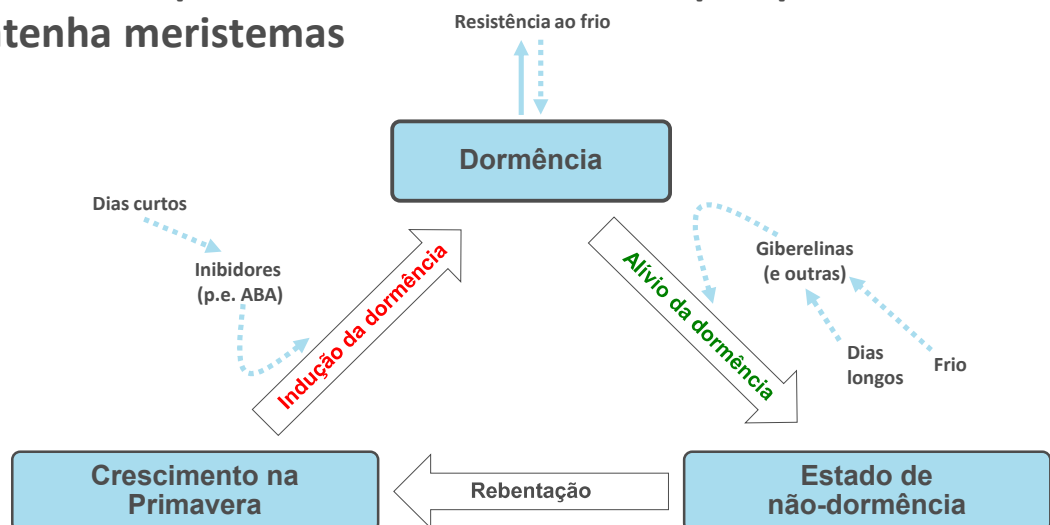
- A paragem sazonal de crescimento sob a forma de **dormência** faz parte da estratégia adaptativa das árvores
- Durante o crescimento das árvores a tolerância ao stress é mínima
- O crescimento inicia-se quando termina o perigo de ocorrência de geada
  - p.e. fotoperíodo, temperatura do ar



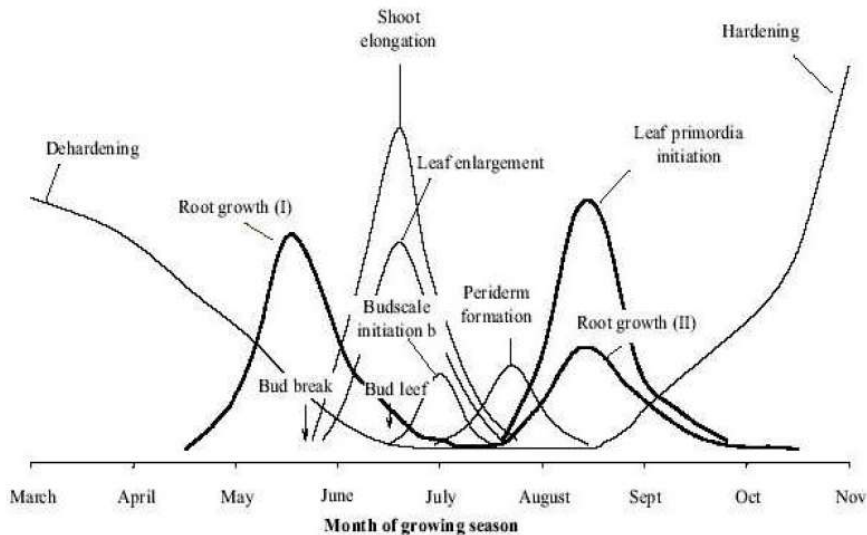
Gomo de faia

## Dormência

- A suspensão temporária do crescimento de qualquer estrutura que contenha meristemas



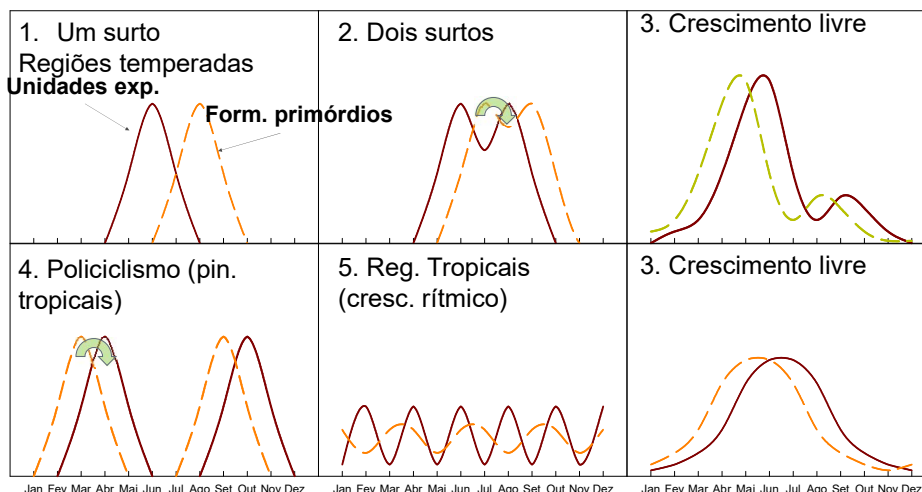
## Estação de crescimento



Esquema dos processos de crescimento de uma folha da zona temperada durante uma estação de crescimento. As linhas representam a intensidade relativa do processo representado

## Padrões fenológicos

Expansão de unidades caulinares



### 1. Surto de crescimento único

- crescimento fixo surgido de um gomo hibernante
- ex.: carvalho-americano

### 2. Dois surtos

- surto de crescimento a que se segue um segundo surto de crescimento
- ex.: castanheiro-da-índia

### 3. Crescimento livre

- ex.: eucalipto

### 4. Policiclismo

- vários surtos
- ex.: cedro-australiano

### 5. Crescimento rítmico

- ex.: castanheiro-do-pará

## Abrolhamento (budbreak)

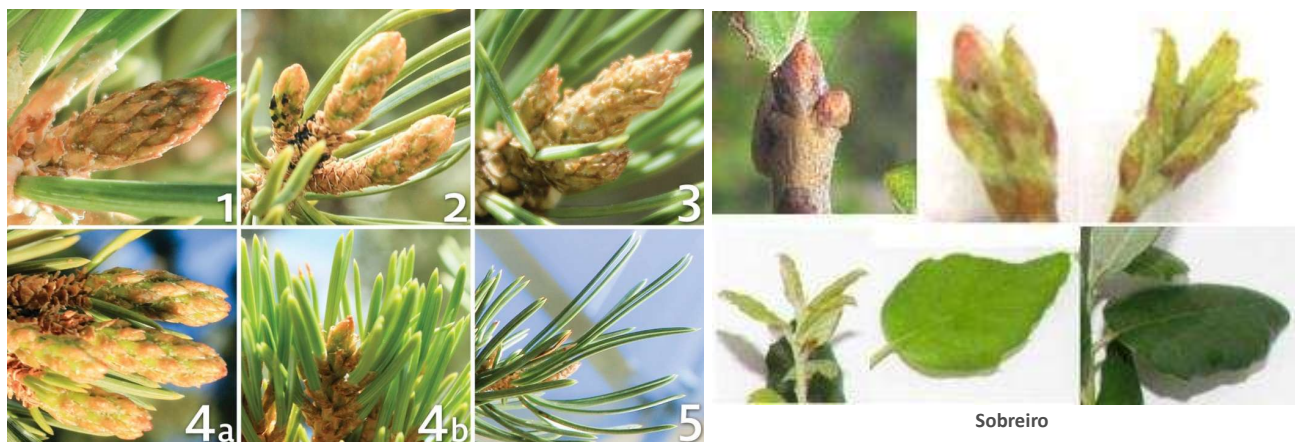
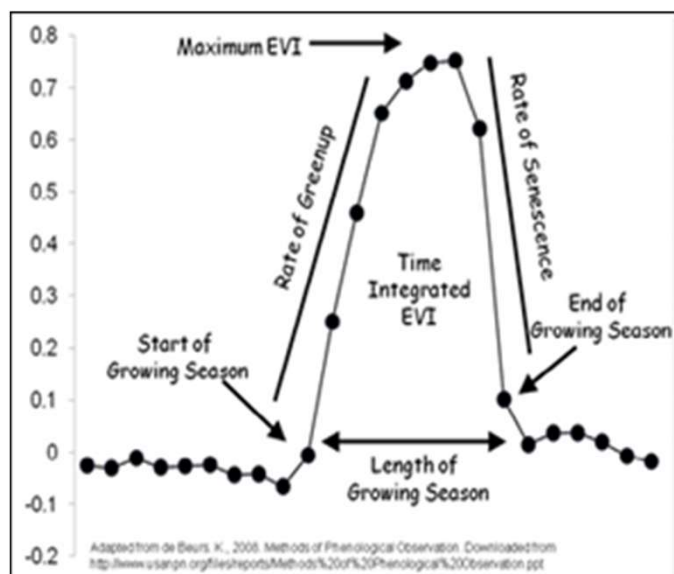


Fig S3. Phenological phases in our classification scheme for piñon pine: 1) bud dormant and unchanged in size, 2) bud swelling or growth observed, 3) needle scales open (budbreak), 4) new needle emergence and growth (both early (4a) and later (4b) examples of this stage are shown), 5) needle pairs separate.

Varela & Valdivieso 2011

## Duração da estação de crescimento



- Growing season length
- EVI
  - Enhanced vegetation index
- Espécies caducifólias

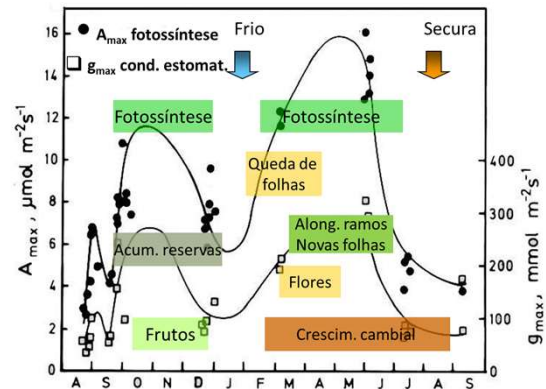
<http://harvestchoice.org/labs/measuring-growing-seasons>

## Sincronização

### ■ O início da actividade cambial está coordenado com a fenologia da rebentação dos gomos

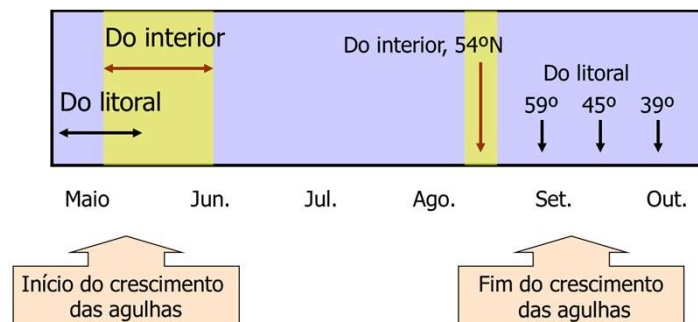
- Importância da reconstituição do transporte de água

Exemplo do sobreiro



## Proveniência

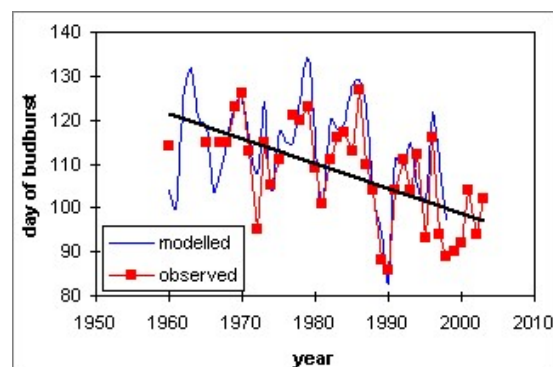
- ### ■ O início e o fim do período de crescimento das agulhas de proveniências de *Pinus contorta* originárias do litoral e do interior da área de distribuição natural nos EUA, plantadas na mesma localidade da Escócia. A latitude de origem está indicada no gráfico.



## Fenologia e Alterações climáticas

### ■ Temperaturas mais elevadas

- abrolhamento e floração mais cedo na Primavera
- maior risco de danos por geadas



Abrolhamento em carvalhos no Reino Unido

[www.forestry.gov.uk](http://www.forestry.gov.uk)

## Fenologia e alterações climáticas

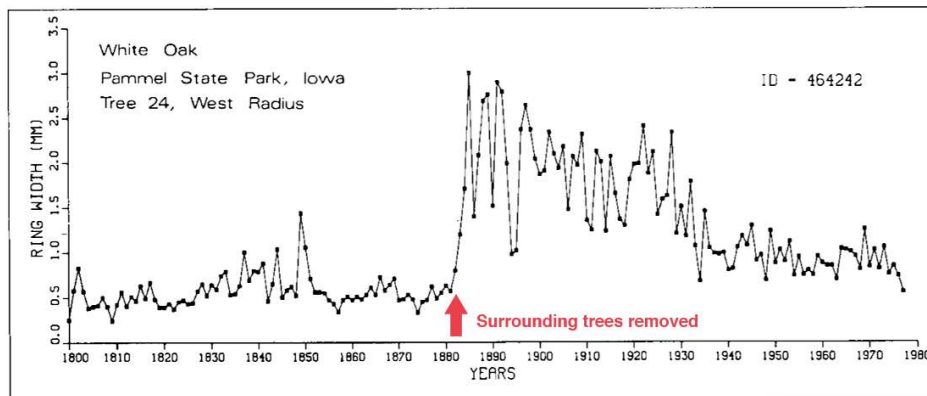
### ■ Mas pode depender de outros fatores como das espécies em causa e das zonas geográficas

#### ■ Por exemplo,

- Em zonas mais frias, o aquecimento pode originar abrolhamento e floração mais cedo na Primavera
- Em zonas mais quentes pode atrasar o abrolhamento por as espécies não conseguirem as horas de frio necessárias para a vernalização

## Crescimento

- Nesta figura observa-se a variação da espessura dos anéis de crescimento de um carvalho branco (*Quercus alba*) entre 1800 e 1980.
- A que tipo de acontecimento poderá corresponder a seta vermelha?



Blasing and Puvik 1983

## Caso de estudo

Biogeosciences, 16, 1265–1279, 2019  
<https://doi.org/10.5194/bg-16-1265-2019>  
© Author(s) 2019. This work is distributed under  
the Creative Commons Attribution 4.0 License.



Biogeosciences  
Open Access  
EGU

### Drought reduces tree growing season length but increases nitrogen resorption efficiency in a Mediterranean ecosystem

Raquel Lobo-do-Vale<sup>1</sup>, Cathy Kurz Besson<sup>2</sup>, Maria Conceição Caldeira<sup>1</sup>, Maria Manuela Chaves<sup>3</sup>, and João Santos Pereira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa,  
Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisbon, Portugal



## Cork oak (*Quercus suber*)

### ■ Evergreen tree species

- Particular leafing phenology

### ■ Adapted to drought

### ■ Very resilient

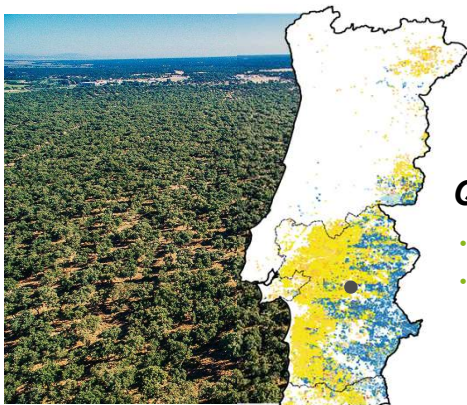
- Until when?

### ■ Corky bark

- High economic importance



## Experimental site



ICNF, 6<sup>o</sup> Forest Inventory



### ***Quercus suber***

- Seeds planted in 1988
- 15 randomly selected trees were chosen from monitoring

# Phenology (Spring)

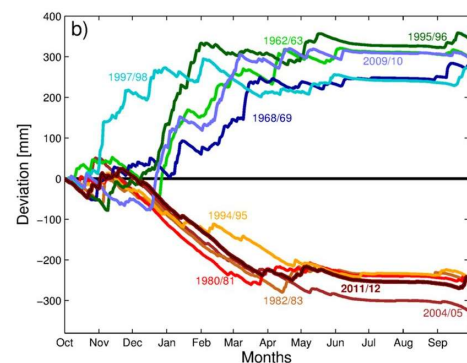
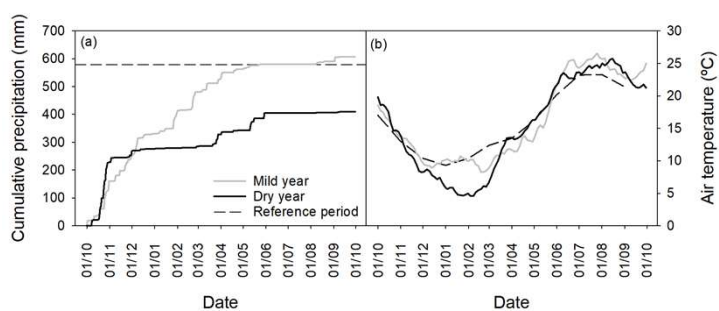
## ■ Phenophases (vegetative)

- Bud development
- Budburst
- Shoot elongation
  - shoot length and number of leaves
- Trunk growth
  - dbh increment or basal area increment (BAI)
- Litterfall
  - Nitrogen resorption efficiency

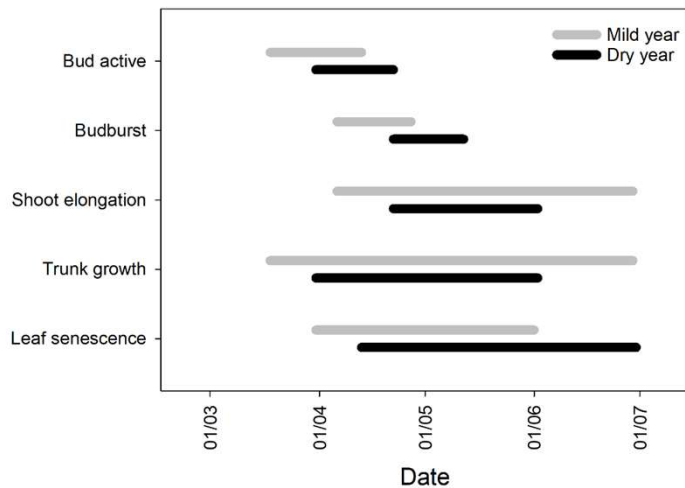


Varela & Valdivieso 2011

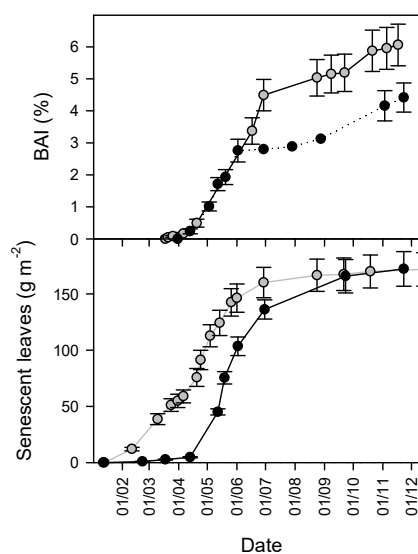
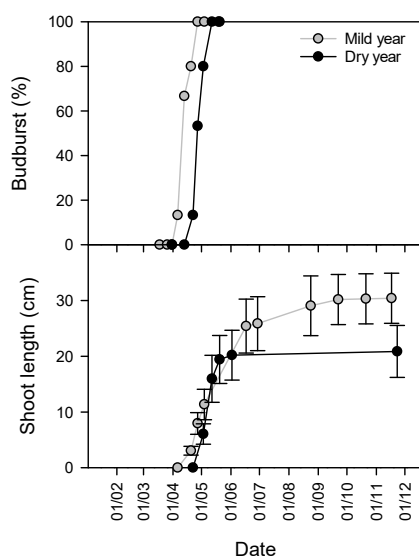
## Condições meteorológicas



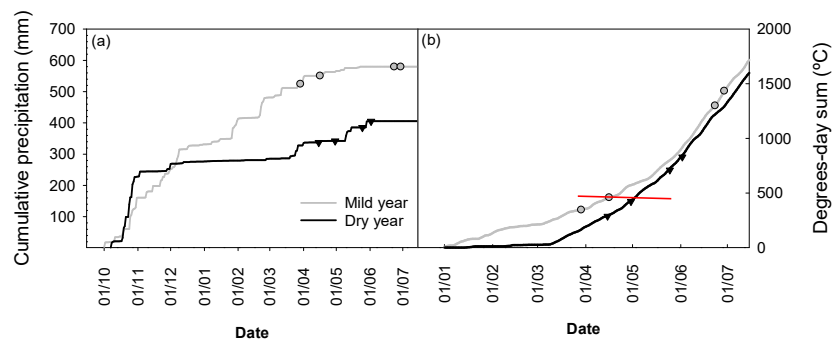
## Ocorrência e duração das fases fenológicas



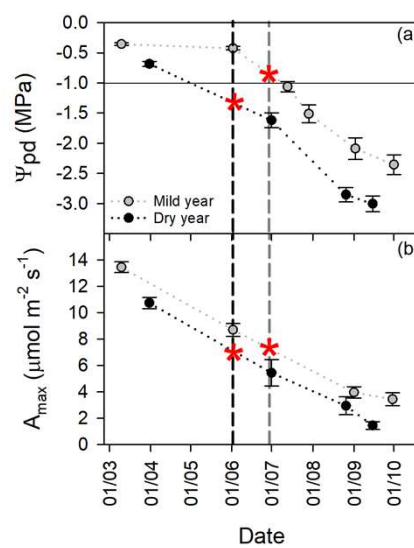
## Dinâmica das fases fenológicas



## Abrolhamento: efeito da temperatura

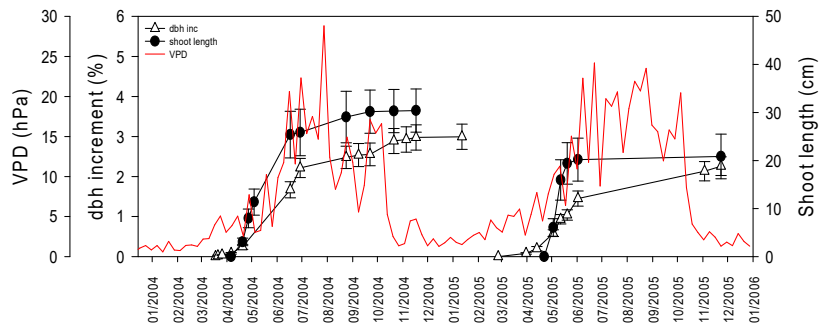


## Desencadeadores da cessação do crescimento

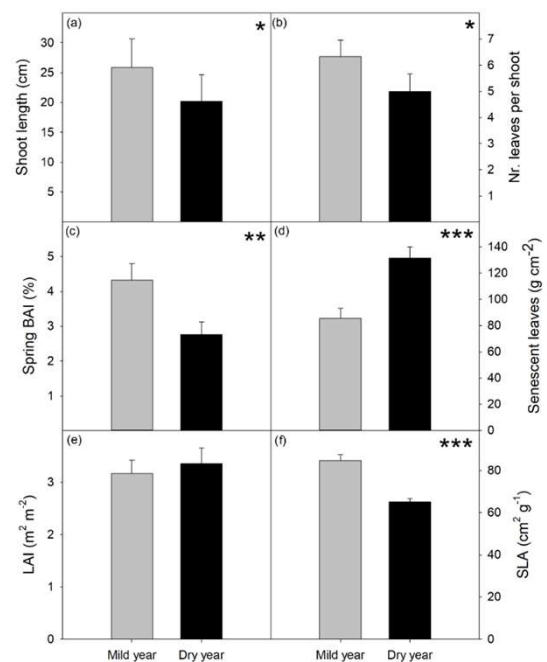


# Causas (*triggers*) da cessação do crescimento

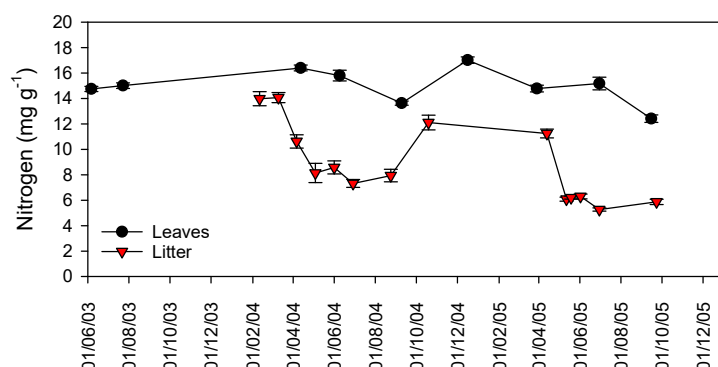
## VPD – déficit de pressão de vapor



# Crescimento

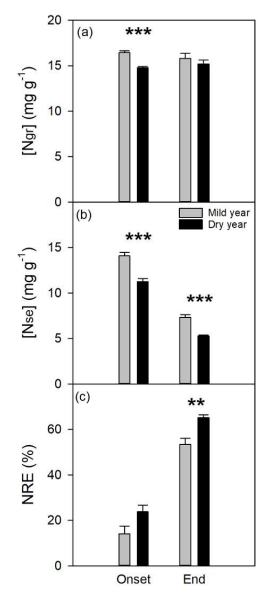


## Eficiência da retranslocação do azoto



$$NRE(\%) = ([N_{gr}] - [N_{se}]) / [N_{gr}] \times 100, \quad (1)$$

where  $[N_{gr}]$  was the N content in green leaves and  $[N_{se}]$  was N content of senescent leaves.



## Conclusões

- A temperatura determinou a data do abrolhamento
- A disponibilidade de água determinou as outras fases vegetativas
- A seca reduziu grandemente a duração da estação de crescimento
- O crescimento do tronco foi o mais afectado
- O menor redução no alongamento dos ramos é indicativo de que a área foliar e, por consequência a assimilação de carbono, é favorecida no sobreiro
- A eficiência da retranslocação do azoto aumentou notavelmente em resposta à seca

### Contudo,

- São necessários mais estudos para destringir as relações complexas entre a precipitação e a temperatura