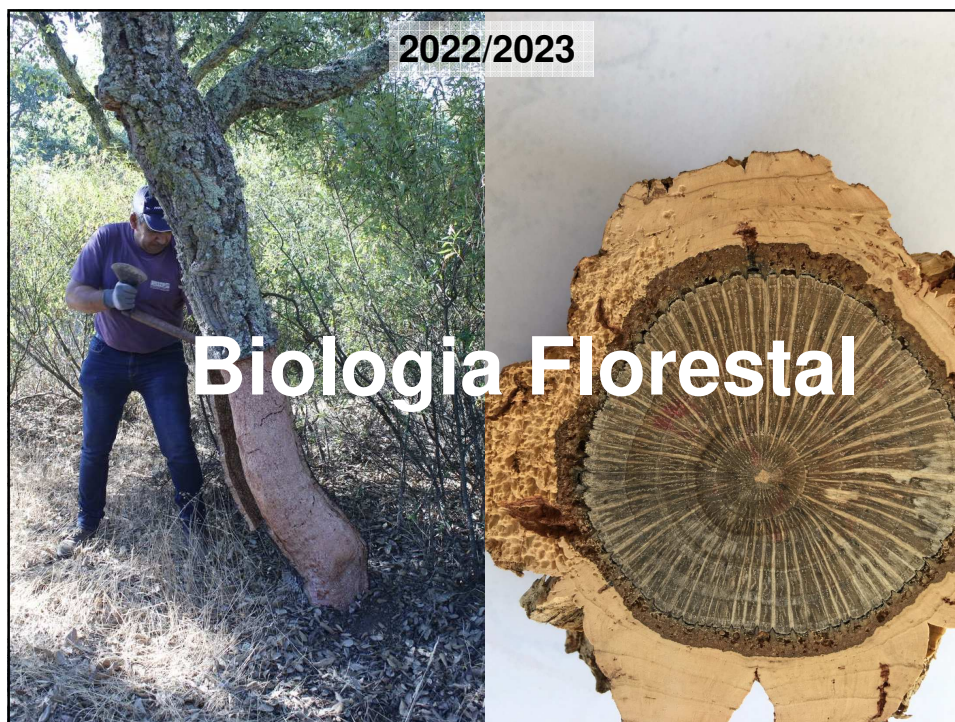




Sumário

1. Apresentação
2. Objectivos
3. Programa
4. Avaliação
5. Calendarização
6. Trabalho prático

Docentes

Responsável pela UC

Maria da Conceição Caldeira
caldmaria@edu.ulisboa.pt



Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Florestal
Coordenadora do Grupo de Ecologia Floreal (ForEco) do Centro de Estudos Florestais
(<https://www.isa.ulisboa.pt/cef/>)

https://www.researchgate.net/profile/Maria_Caldeira
<https://scholar.google.pt/citations?user=fmr6s80AAAAJ&hl=en>
<http://orcid.org/0000-0002-3586-8526>

Gabinete 2.25 (1º andar)
Edifício Prof Mário de Azevedo Gomes

Docentes



Raquel Lobo do Vale



Filipe Costa e Silva



Glória Esquível



Maria Teresa Quilhó



Ricardo Boavida Ferreira

Acompanhamento Aula Práticas

Dr^a Ana Rodrigues – Técnica Superior



O que é a Biologia Florestal?

Quais são as questões que a Biologia Florestal deverá abordar?

Qual é a importância da Biologia Florestal para o nosso curso?

Descrição de um possível programa de Biologia Florestal?

Objectivos

Compreender:

- a forma e estrutura das árvores
- o funcionamento das árvores e sua relação com forma e estrutura
- o funcionamento das árvores e florestas
- a resposta das árvores à variação das condições abióticas e bióticas (e interações)

Biologia Florestal

Objectivos

Compreender

- a resposta das árvores às práticas de gestão silvícola
- a resposta das árvores às alterações climáticas

Regulação hereditária e ambiental do crescimento que opera através dos processos fisiológicos

Hereditary Potentialities

The fields of genetics and molecular biology
Selection and breeding programs, biotechnology
Potential rate of growth, size and longevity of trees
Type of xylem, canopy architecture, depth and extent of root systems

Environmental Factors

The fields of ecology, soil science, biometeorology, etc.
Radiation, temperature, mineral nutrients, water supply, carbon dioxide, competition, pests, silvicultural practices, etc.

Physiological Processes and Conditions

The field of plant physiology
Photosynthesis, carbohydrate and nitrogen metabolism
Respiration, translocation
Plant water balance and effects of growth and metabolism
Growth regulators, etc.

Quantity and Quality of Growth

The fields of arboriculture, forestry, and horticulture
Amount and quality of wood, fruit, or seeds produced
Vegetative versus reproductive growth
Root versus shoot growth

Conceito de Klebs
(1913,1914)

Pallardy 2008

PROGRAMA

Parte 1- Biologia Florestal

- a) **Introdução** – porque existem as árvores? A forma e a função;
- b) **A forma**: A copa: alongamento caulinar; porque as árvores são diferentes; “arquitetura” das copas. Engrossamento do caule e raízes e estrutura da madeira e da casca. Dendrocronologia. Raízes e “sistemas radicais”. O esforço de estar de pé: biomecânica. Hormonas.
- c) **A função**: Crescimento; Fotossíntese, respiração, transporte no floema e redistribuição de assimilados na planta. Transpiração e vulnerabilidade hidráulica do xilema. Produtos do metabolismo secundário – compostos de defesa e VOC's; O processo reprodutivo

Parte 2 – Genética e Melhoramento Florestal

Genética. Evolução e diversidade genética em espécies florestais. Variação geográfica e Regiões de Proveniências.

Biologia Florestal

A **Biologia Florestal** é um tópico **interdisciplinar** que utiliza o conhecimento de muitas das principais ciências biológicas (física, química, matemática) e que é fundamental para outras áreas como a silvicultura e ecologia

A biologia florestal requer familiaridade com tópicos que vão da genética populacional à ciência do ecossistema.

Horário das Aulas

Segunda-feira das 11h00-13h30, sala PF1.8

Quinta-feira das 11h00-13h30, sala PF1.8

AVALIAÇÃO: Frequência

O aproveitamento relativo à frequência da disciplina (**ADMITIDO**) resulta de:

- Frequência a 80% das aulas
- Realização trabalho prático

É necessário ter frequência para poder ir a exame

A avaliação contém duas componentes:

1. **Componente de avaliação contínua**, resulta de:

- A1. Realização de dois testes (exigida classificação igual ou superior a 9,0 valores em cada teste)
- A2. Apresentação e discussão do trabalho prático de grupo

$$\text{Classificação avaliação contínua} = A1 \times 0.70 + A2 \times 0.30$$

Dispensa de exame: classificação igual ou superior a 10,00 valores na média dos dois testes e no trabalho prático

2. Exame final (A3)

Apenas alunos **com frequência** podem realizar exame.

É exigida classificação mínima de **10,00** valores no exame

$$\text{Classificação final} = A3 \times 0.70 + A2 \times 0.30$$

CALENDÁRIO DE AULAS

Semana	Aula	Data		Tipo da aula	Nome	Tema
1	1	19 setembro 2022	segunda-feira	T	Maria Caldeira	Apresentação, regras de avaliação, Apresentação trabalho
	2	22 setembro 2022	quinta-feira	TP	Maria Caldeira	Aula Teórica (Forma e Crescimento das Árvores)/Prática (Instalação do ensaio)
2	3	26 setembro 2022	segunda-feira	TP	Maria Caldeira	Forma e Crescimento das Árvores
	4	29 setembro 2022	quinta-feira	T	Maria Caldeira	Forma/Crescimento árvores
3	5	3 outubro 2022	segunda-feira	TP	Maria Caldeira	Forma/Crescimento árvores
	6	6 outubro 2022	quinta-feira	T	Maria Caldeira	Forma/Crescimento das árvores
4	7	10 outubro 2022	segunda-feira	TP	Raquel	Raízes
	8	13 outubro 2022	quinta-feira	T	Tquilho	Casco
5	9	17 outubro 2022	segunda-feira	TP	Gloria Esquivel	Hormonas
	10	20 outubro 2022	quinta-feira	T	Maria Caldeira	Rhídricas
6	11	24 outubro 2022	segunda-feira	TP	Maria Caldeira	Rhídricas
	12	27 outubro 2022	quinta-feira	T	Maria Caldeira	Fotosíntese
7	13	31 outubro 2022	segunda-feira	TP	Ricardo Ferreira	Compostos Secundários
	1	3 novembro 2022	quinta-feira	T	Maria Caldeira	1º Teste
8	14	7 novembro 2022	segunda-feira	TP	Raquel Lobo do Vale	Nutrição
	15	10 novembro 2022	quinta-feira	T	Maria Caldeira	Fotosíntese
9	16	14 novembro 2022	segunda-feira	TP	Raquel Lobo do Vale	Aula Prática
	17	17 novembro 2022	quinta-feira	T	Maria Caldeira	Aula prática
10	18	21 novembro 2022	segunda-feira	TP	Filipe Costa e Silva	Biologia do Processo Reprodutivo
	19	24 novembro 2022	quinta-feira	T	Filipe Costa e Silva	Biologia do Processo Reprodutivo
11	20	28 novembro 2022	segunda-feira	TP	Filipe Costa e Silva	Genética
	1	1 dezembro 2022	quinta-feira	FERIADO	FERIADO	FERIADO
12	21	5 dezembro 2022	segunda-feira	TP	Filipe Costa e Silva	Genética
	2	8 dezembro 2022	FERIADO	T	FERIADO	FERIADO
13	22	12 dezembro 2022	quinta-feira	T	Filipe Costa e Silva	Genética
	23	15 dezembro 2022	quinta-feira	T	Raquel Lobo do Vale/Maria Caldeira	Apresentação trabalhos

CALENDARIO DE AULAS						
Semana	Aula	Data		Tipo de aula	Nome	tema
1	1	19 setembro 2022	segunda-feira	T	Maria Caldeira	Apresentação, regras de avaliação. Apresentação trabalho
	2	22 setembro 2022	quinta-feira	TP	Maria Caldeira	Aula Teórica (Forma e Crescimento das Árvores)/Prática (instalação do ensaio)
2	3	26 setembro 2022	segunda-feira	TP	Maria Caldeira	Forma e Crescimento das Árvores
	4	29 setembro 2022	quinta-feira	T	Maria Caldeira	Forma/crescimento árvores
3	5	3 outubro 2022	segunda-feira	TP	Maria Caldeira	Forma/crescimento árvores
	6	6 outubro 2022	quinta-feira	T	Maria Caldeira	Forma/crescimento das árvores
4	7	10 outubro 2022	segunda-feira	TP	Raquel	Raízes
	8	13 outubro 2022	quinta-feira	T	Tótilho	Casca
5	9	17 outubro 2022	segunda-feira	TP	Gloria Esquivel	Hormonas
	10	20 outubro 2022	quinta-feira	T	Maria Caldeira	Rhídricas
6	11	24 outubro 2022	segunda-feira	TP	Maria Caldeira	Rhídricas
	12	27 outubro 2022	quinta-feira	T	Maria Caldeira	Fotosíntese
7	13	31 outubro 2022	segunda-feira	TP	Ricardo Ferreira	Compostos Secundários
	14	3 novembro 2022	quinta-feira	T	Maria Caldeira	1º Teste
8	15	7 novembro 2022	segunda-feira	TP	Raquel Lobo do Vale	Nutrição
	16	10 novembro 2022	quinta-feira	T	Maria Caldeira	Fotosíntese
9	17	14 novembro 2022	segunda-feira	TP	Raquel Lobo do Vale	Aula Prática
	18	17 novembro 2022	quinta-feira	T	Maria Caldeira	Aula prática
10	19	21 novembro 2022	segunda-feira	TP	Filipe Costa e Silva	Biologia do Processo Reprodutivo
	20	24 novembro 2022	quinta-feira	T	Filipe Costa e Silva	Biologia do Processo Reprodutivo
11	21	28 novembro 2022	segunda-feira	TP	Filipe Costa e Silva	Genética
	22	1 dezembro 2022	quinta-feira	FERIADO	FERIADO	FERIADO
12	23	5 dezembro 2022	segunda-feira	TP	Filipe Costa e Silva	Genética
	24	8 dezembro 2022	quinta-feira	T	FERIADO	FERIADO
13	25	12 dezembro 2022	segunda-feira	TP	Filipe Costa e Silva	Genética
	26	15 dezembro 2022	quinta-feira	T	Raquel Lobo do Vale/Maria Caldeira	Apresentação trabalhos

Testes

1º teste: 3 de Novembro (quinta-feira)
matéria até 24 Outubro (inclusivé)

2º teste: 1ª data de exame

Trabalho prático

- Entrega trabalho escrito: 14 Dezembro
- Entrega de *power-point*: 14 Dezembro
- Apresentação/discussão: 15 Dezembro

Enviar trabalho por email:

caldmaria@edu.ulisboa.pt

Subject: **trabalho Biologia Florestal**

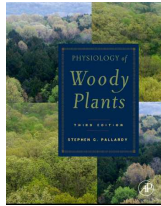
ATENÇÃO

Alunos com estatuto de trabalhador estudante
devem avisar o responsável pelo responsável da
UC

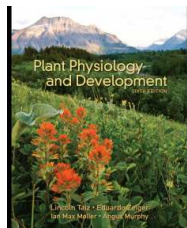
Bibliografia



Alves, A. A., Pereira J.S, Correia, A.V. 2012 **Silvicultura – A gestão dos ecossistemas florestais** Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 597 pp (**capítulos: 1, 3 e 4**)



Pallardy, S. 2008. **Physiology of Woody Plants**, 3rd Ed, Elsevier, San Diego, USA



Taiz, L. & Zeiger, E. (2015) **Plant Physiology**. Sinauer Associates, Inc., Publishers. 6th ed.

Artigos científicos e/ou capítulos de livros fornecidos pelos docentes

APRESENTAÇÃO TRABALHO PRÁTICO DE GRUPO

6 grupos de 4 pessoas

Objectivo principal é o estudo das respostas de plantas jovens de duas espécies florestais, com taxas de crescimento contrastantes – *Eucalyptus globulus* Labill. e *Quercus suber* L. – à seca.

- Trabalho prático (estufa/laboratório)
- Trabalho escrito (max.3000 palavras)
- Apresentação (10 min) e discussão oral

Pretende-se que os alunos:

- Aprendam os rudimentos de uma pesquisa bibliográfica para escreverem o “estado de arte” da área em estudo (introdução, descrição do conhecimento existente sobre o tema);
- Instalem e desenvolvam a experiência descrita em baixo para testar o efeito da seca no crescimento e nos parâmetros fisiológicos de plantas de duas espécies florestais;
- Utilizem técnicas e procedimentos que permitam a caracterização e avaliação das respostas das árvores à seca;
- Analisem os dados (estatística simples) e os apresentem visualmente;
- Interpretem e critiquem os resultados, comparando-os com os resultados obtidos por outros autores (baseando-se em referências bibliográficas);
- Elaborem um relatório com o formato de artigo científico;
- Apresentem e discutam o trabalho oralmente.

1. Grupos

- Este trabalho será realizado em grupo (6 grupos de 4 alunos).
- Todos os elementos de cada grupo deverão participar activamente na pesagem e rega semanal das plantas e em todas as medições calendarizadas, bem como na interpretação e discussão dos resultados.
- Na parte escrita os alunos deverão incluir uma secção (**Contribuição de cada autor**) em que devem declarar qual a contribuição de cada elemento do grupo no trabalho.

Serão utilizadas plantas de:

- *Eucalyptus globulus* Labill com 6 meses de idade
- *Quercus suber* L com 7 meses de idade

Cada grupo deverá utilizar:

- quatro plantas por tratamento e por espécie

Assim, cada grupo utilizará um **total de 16 plantas**, oito de *E. globulus* e oito de *Q. suber*.



Tratamentos

- **Rega (R):**

As plantas serão mantidas à capacidade de campo, ou seja, com disponibilidade máxima de água.

Este tratamento será conseguido através de regas semanais, em que a água utilizada pelas plantas, em cada semana, será reposta na totalidade, ou seja, será regada até se verificar saída de água em excesso.



- **Seca (S):**

As plantas deixarão de ser regadas após primeira semana de instalação do ensaio.

Instalação do ensaio (22 setembro)

- Envasamento das plantas, utilizando uma mistura de areia e de substrato (turfa e vermiculite, proporção de 2:1), desfazendo com cuidado parte do torrão que envolve a raiz de cada planta. Serão utilizados vasos com volume de 2 l.
- As plantas serão envasadas dentro de um saco de plástico branco (onde devem ser feitos buracos para a água escoar), que taparão a superfície de cada vaso (evitar evaporação da água a partir da superfície do vaso).



Instalação do ensaio

- Distribuir aleatoriamente as plantas pelos grupos e pelos tratamentos;
- Identificação dos vasos. Cada vaso deverá ser identificado com o número do grupo, o tratamento e número da planta;
- Na instalação do ensaio, todos os vasos serão regados abundantemente (até que a água comece a sair pelo fundo do vaso)
 - Esperar que toda a água em excesso saia e registrar o peso (depois do almoço).



Medições iniciais das plantas

- Altura total (da base ao ápice caulinar-gomo vegetativo). Marcar com caneta permanente a posição em que a altura foi medida para que as medições subsequentes sejam feitas todas a partir dessa posição;
- Diâmetro da base (cruzados: duas medições perpendiculares, na mesma posição/marca em que foi medida a altura)
- Número de folhas
- Número de ramos

Quinta-feira, 22 de Setembro

1. Envasar plantas (16 plantas)

2. Identificar plantas (grupo e tratamento):

Nº grupo
Q (Quercus) ou E (Eucalyptus)
Número planta
R (rega) ou S (seca)

3. Regar plantas:

- regar abundantemente e deixar escoar a água em excesso durante 1 hora
- pesar vaso húmido (à capacidade de campo) (depois do almoço)

Quinta-feira, 22 de Setembro

Organização dos grupos

- **Grupos 1,2 e 3:** 11h – 12h10
- **Grupos 4,5 e 6:** 12h15 – 13h30

Dr^a Ana Rodrigues – Técnica Superior



D^a Lourdes Marçal – Técnica Operacional

CALENDARIZAÇÃO DO TRABALHO

Tarefas	22-Sep	29-Sep	06-Oct	13-Oct	20-Oct	27-Oct	03-Nov	10-Nov	14-Nov	17-Nov	24-Nov	14-Dez	15-Dez
Instalação do Ensaio	X												
Pesar Vasos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Rega	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Biometria (alturas, diâmetros, nº folhas e ramos)	X				X					X			
Índice de Clorofila	X								X				
Trocas gasosas (Fotossíntese e Condutância estomática)									X				
Fluorescência									X				
Potencial hídrico foliar (madrugada)									X				
Teor relativo em água foliar (incluindo pesagem)									X				
Área foliar específica (incluindo pesagem)									X				
Amostragem de biomassa (incluindo pesagem)										X			
Entrega trabalho escrito												X	
Entrega "power-point"												X	
Apresentação oral													X

Tarefas semanais

- Pesagem dos vasos (estimativa água transpirada)
- Rega dos vasos das plantas do tratamento **Rega**
- Registrar qualquer informação que pareça relevante, por exemplo se alguma planta se encontra em mau estado ou se morreu.



MEDIÇÕES FISIOLÓGICAS (14 DE NOVEMBRO)

- Potencial hídrico foliar de madrugada- medido com uma câmara de pressão do tipo *Scholander* numa folha retirada de cada planta (PMS 1000, PMS Instruments, Corvallis, Oregon, OR, EUA).
- Taxa de fotossíntese e condutância estomática - avaliada com medidor portátil de fotossíntese numa folha por planta (Li-6400XT, Li-Cor Inc, Nebraska, EUA);
- Conteúdo em clorofila – estimada com o SPAD- 502 Chlorophyll Meter (também medido a 7 Out, 4 e 18 de Novembro);
- Eficiência do fotossistema II (Fluorescência da clorofila *a*) – FluorPen FP100;
- Área foliar específica
- Teor relativo em água



$$TRA (\%) = \frac{(PF - PS)}{(PT - PS)} \times 100$$

Biomassa da parte aérea e radicular (17 novembro)

As plantas serão retiradas dos vasos com cuidado e serão separadas em folhas, caule e ramos, e raízes. Para separar as raízes ter-se-á que fazer lavagem do torrão retirando o substrato, tendo o cuidado de não perder material. A área foliar será determinada com base no peso seco das folhas e da área foliar específica.

A biomassa de cada órgão deverá ser colocada em caixas de alumínio identificadas com número do grupo, planta e tratamento e deverão ser colocadas na estufa, a 65 °C, durante 72h e o seu peso seco obtido após esse período.



DATAS IMPORTANTES

- **14 de dezembro:** Entrega do trabalho escrito
- **14 de dezembro:** entrega da apresentação (*power-point*)
- **15 de dezembro:** apresentação dos trabalhos

Estrutura do trabalho escrito

- Título
- Autores (nome, nº de aluno, número do grupo)
- Introdução
- Estado de Arte
- Materiais e métodos
- Resultados
- Discussão e Conclusão
- Referências bibliográficas
- Contribuição de cada autor

Estrutura do trabalho

Título

- Claro, sucinto

Estrutura do trabalho

Introdução (um/dois parágrafo)

- Qual é o problema (importância do tema, razão pela qual se está a fazer o trabalho)
- Objectivo do trabalho
- Hipóteses subjacentes

Estrutura do trabalho

Estado de Arte

- Recorrendo a referências bibliográficas (artigos científicos) fazer um resumo do que se sabe sobre a resposta destas duas espécies à seca

Sempre que se faz uma afirmação que não é conhecimento comum deve-se citar a fonte dessa informação



Estrutura do trabalho

Materiais e Métodos (sumarizado)

- delineamento experimental (p. ex., número de plantas por espécie e tratamento, descrever tratamentos)
- materiais e metodologias utilizadas (de forma sumária)
- análise de dados utilizada (estatística)

Estrutura do trabalho

Materiais e Métodos

Os métodos devem fornecer suficiente informação de forma a que se compreenda:

- o delineamento do estudo para responder às questões e hipóteses colocadas;
- avaliar se a metodologia utilizada e análise de dados é a mais apropriada

Estrutura do trabalho

Resultados

- Descrever os resultados num ou mais parágrafos, nunca apresentando uma lista longa de números
- Apresentar os resultados próximos de uma tabela ou figura (e referi-la no texto)

Resultados

Uma tabela consiste em colunas com números ou palavras.

Devem ser referidas como “Tabela 1” e numeradas sequencialmente pela ordem que aparecem no texto

A legenda de uma tabela deve aparecer **por cima** da Tabela

Table 1 Temporal changes of vegetation patch-types (% of total number of sampling units) and net changes from 1958 to 2002

	1958	1972	1985	1995	2002	Net changes 1958–2002
Forests	29.9	26.8	31.1	29.3	24.5	–22
Savannas	19.7	24.9	21.5	21.1	18.6	–5.9
Shrublands	15.6	33.8	28.1	27.9	32.4	+51.9
Grasslands	27.9	4.8	3.9	3.6	6.3	–342.9
Others	6.8	9.8	15.4	18.1	18.1	+62.4

Acacio et al. (2009).

Resultados

Uma fotografia, desenho ou gráfico ou outra ilustração designa-se por figura. Deve ser referida como “Figura 1” (ou 2, 3, etc) no texto e na legenda.

A legenda deve aparecer **por baixo** da figura.

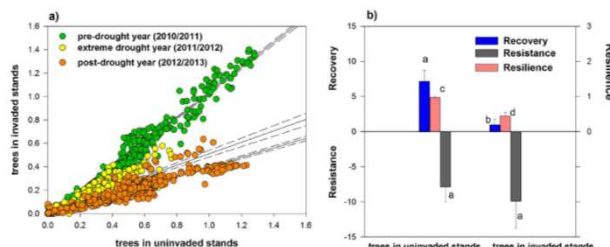


Figure 4. Relation between tree transpiration in invaded and uninvaded stands during the three hydrological years and resilience, resistance and recovery from extreme drought. (a) Green, yellow and orange symbols represent tree transpiration (mm day⁻¹) in the pre-drought, extreme drought, and post-drought year. All regression lines were significant ($p < 0.001$ for all; r^2_{adj} of 0.97, 0.59, 0.86, for pre-drought, drought and post-drought years, respectively), and 95% confidence intervals are given (dotted lines) (b). Tree resilience, resistance (m³) and recovery (m³) after an extreme drought in trees in uninvaded and invaded stands. Tree resistance of zero represents the maximum resistance of trees to the extreme event. Different letters denotes differences at $p < 0.05$ between invaded and uninvaded stands (non-parametric Mann-Whitney U Tests, $n = 4$).

Caldeira et al. 2015

Estrutura do trabalho

Discussão

- Esta é a parte mais importante do seu trabalho onde deve analisar e explicar os seus resultados;
- Ligue os seus resultados às suas hipóteses originais
- Explique as observações experimentais em termos específicos

NÃO FAÇA afirmações como:

"A reacção foi mais rápida porque a taxa de reacção foi superior"

São redundantes, e não explicam nada

Estrutura do trabalho

Discussão

- Discuta possíveis fontes de erro e como podem afectar os seus resultados
- Compare os seus resultados com outros semelhantes publicados (importância de uma boa revisão bibliográfica!)

Estrutura do trabalho

Conclusões

- Retire conclusões – parágrafo sucinto

Lista de referências bibliográficas (só aquelas que são citadas no trabalho – usar pelo menos 2 artigos)

ORCID

Elsa Fogelström  <https://orcid.org/0000-0002-5755-849X>

REFERENCES

- Ågren, J., Oakley, C. G., Lundemo, S., & Schamske, D. W. (2017). Adaptive divergence in flowering time among natural populations of *Arabidopsis thaliana*: Estimates of selection and QTL mapping. *Evolution*, 71(3), 550–564. <https://doi.org/10.1111/evo.13126>
- Austen, E. J., Rowe, L., Stinchcombe, J. R., & Forrester, J. R. (2017). Explaining the apparent paradox of persistent selection for early flowering. *New Phytologist*, 215(3), 929–934. <https://doi.org/10.1111/nph.14580>
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Bennington, C. C., & McGraw, J. B. (1995). Phenotypic selection in an artificial population of *Impatiens pallida*: The importance of the invisible fraction. *Evolution*, 49(2), 317–324. <https://doi.org/10.2307/2410342>
- Burgess, K. S., Etterson, J. R., & Galloway, L. F. (2007). Artificial selection shifts flowering phenology and other correlated traits in an autotetraploid herb. *Heredity*, 99(6), 641–648. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6801043>
- Canty, A., & Ripley, B. (2017). *boot: bootstrap R (S-plus) functions. R package version 1.3-20*.
- Collin, C. L., & Shykoff, J. A. (2010). Flowering phenology and female fitness: Impact of a pre-dispersal seed predator on a sexually polymorphic species. *Plant Ecology*, 201(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s11292-009-9140-7>
- Fox, J., & Weisberg, S. (2011). *An R companion to applied regression* (2nd ed.). Retrieved from <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion>
- Franks, S. J., Sim, S., & Weis, A. E. (2007). Rapid evolution of flowering time by an annual plant in response to a climate fluctuation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(4), 1278–1282. <https://doi.org/10.1073/pnas.0608379104>
- Galloway, L. F., Watson, R. H. B., & Prendeville, H. R. (2018). Response to joint selection on germination and flowering phenology depends on the direction of selection. *Ecology and Evolution*, 8(15), 7688–7696. <https://doi.org/10.1002/ece3.4334>
- Geber, M. A., & Griffen, L. R. (2003). Inheritance and natural selection on functional traits. *International Journal of Plant Sciences*, 164(S3), S21–S42. <https://doi.org/10.1086/368233>
- Grafen, A. (1988). On the uses of data on lifetime reproductive success. In T. H. Clutton-Brock (Ed.), *Reproductive success: Studies of individual variation in contrasting breeding systems* (pp. 454–471). Chicago: University of Chicago Press.
- Hadfield, J. D. (2008). Estimating evolutionary parameters when viability selection is operating. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1635), 723–734. <https://doi.org/10.1098/rspb.2007.1013>
- Hadfield, J. D. (2010). MCMC methods for multi-response generalized linear mixed models: The MCMCglmm R package. *Journal of Statistical Software*, 33(2), 1–22. <https://doi.org/10.18637/jss.v033.i02>
- Hadfield, J. D., Wilson, A. J., Garant, D., Sheldon, B. C., & Kruuk, L. E. B. (2010). The misuse of BLUP in ecology and evolution. *The American Naturalist*, 175(1), 116–125. <https://doi.org/10.1086/648604>
- Harder, L. D., & Johnson, S. D. (2009). Darwin's beautiful contrivances: Evolutionary and functional evidence for floral adaptation. *New*

Contribuição dos autores

Todas as pessoas listadas como autor devem respeitar ter contribuído substancialmente para o trabalho.

Liste a contribuição específica de cada autor.

Author Contributions

M.C.C. and C.W. conceived the experimental design; J.G.P. performed meteorological analyses; M.C.C. and M.N.B. performed resilience and statistical analyses; M.C.C., T.S.D. and X.L. did field instrumentation; M.C.C., X.L. and T.S.D. performed main field work; M.C.C., C.W., M.N.B. and J.G.P wrote the manuscript.

Caldeira *et al.* 2015

Fazer revisão bibliográfica

Alguma bibliografia (disponível no Fenix)

Aranda I, Pardos M, Puértolas J, Jiménez MD, Pardos JA. Water-use efficiency in cork oak (*Quercus suber*) is modified by the interaction of water and light availabilities. 2007. *Tree Physiol.* 27(5):671-7. doi: 10.1093/treephys/27.5.671.

Chaves MM, Maroco JP, Pereira JS. 2003. Understanding plant responses to drought - from genes to the whole plant. *Funct Plant Biol.* 30(3):239-264. doi: 10.1071/FP02076.

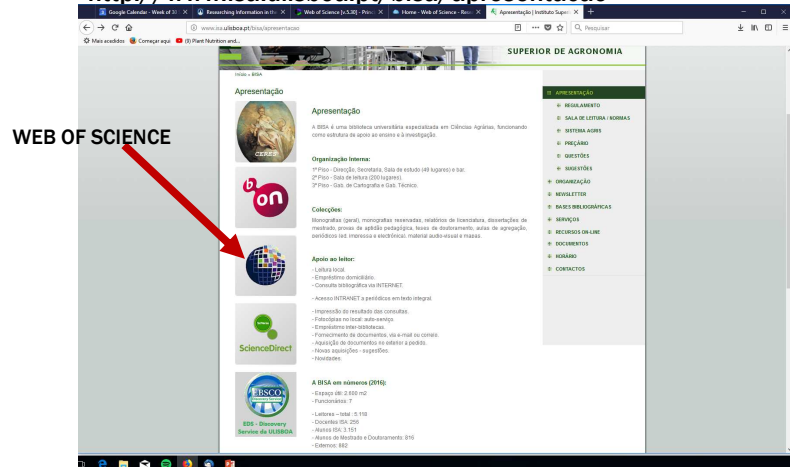
Ramírez-Valiente JA, Aranda I, Sánchez-Gómez D, Rodríguez-Calcerrada J, Valladares F, Robson TM. 2018. Increased root investment can explain the higher survival of seedlings of 'mesic' *Quercus suber* than 'xeric' *Quercus ilex* in sandy soils during a summer drought. *Tree Physiology* 39, 64-75. doi.org/10.1093/treephys/tpy084

Vaz M, Pereira JS, Gazarini LC, David TS, David JS, Rodrigues A, Maroco J, Chaves MM. 2010. Drought-induced photosynthetic inhibition and autumn recovery in two Mediterranean oak species (*Quercus ilex* and *Quercus suber*). *Tree Physiol.* 30(8):946-56. doi: 10.1093/treephys/tpq044.

Assessing the Web of Knowledge

In the main page of ISA: go to “Biblioteca do ISA (BISA)”

<http://www.isa.ulisboa.pt/bisa/apresentacao>



<http://apps.who.int/iris/handle/10665/187011>