

# **Contributo para a Optimização da Produção em Viveiro de *Retama sphaerocarpa* (L.) Boissier**

**André de Moraes Dorotêa Fabião**

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em  
**Gestão e Conservação de Recursos Naturais**

Orientador: Doutora Maria Helena Reis de Noronha Ribeiro de Almeida

**Júri:**

Presidente:

Doutora Maria Teresa Marques Ferreira da Cunha Cardoso, Professora Associada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Vogais:

Doutora Maria Helena Reis de Noronha Ribeiro de Almeida, Professora Associada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Doutora Ana Maria da Silva Monteiro, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

*A Ática actual pode ser descrita como uma mera relíquia do que antes foi. O solo das terras altas tem-se movimentado para longe delas, e o que resta é como um esqueleto de um corpo emaciado pela doença. Perdeu-se todo o solo fértil, restando um país de pele e osso. Originalmente as montanhas de Ática encontravam-se cobertas por densas florestas: belas árvores produziam madeira adequada para cobrir os tectos dos maiores edifícios; os telhados construídos com esta madeira ainda existem... Algumas montanhas que não há muito tempo atrás ainda possuíam árvores hoje em dia contém apenas alimento para as abelhas. A precipitação anual não se desperdiçava como nos tempos actuais, onde flui livremente sobre a superfície nua do solo até atingir o mar. Ela era absorvida pelo solo e armazenada... desse modo, o escoamento das terras altas era captado e descarregado através de incontáveis nascentes e rios de caudal abundante. Como testemunhas disto, ainda permanecem santuários junto das fontes de água agora secas.*

Platão, *Crítias* III (cit. por Thirgood, 1981).

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora, Professora Maria Helena Almeida, agradeço a oportunidade de realizar este trabalho, assim como todo o apoio, disponibilidade e orientação proporcionados.

À Carla Faria agradeço o precioso auxílio, paciência e tempo dispendidos ao longo deste trabalho.

Aos restantes funcionários do Viveiro Florestal do Instituto Superior de Agronomia, por todo o esforço e simpatia demonstrados ao longo deste trabalho.

Ao sector das Tecnologias Florestais do Departamento de Ciências do Ambiente, Território e Recursos Naturais, em especial na pessoa do Eng.º Jorge Gominho, por amavelmente terem cedido muita da água destilada utilizada nos ensaios.

Ao António Correia, por ter gentilmente disponibilizado as sementes colhidas em Janeiro de 2008, utilizadas no ensaio com semente conservada, bem como por todo o apoio e aconselhamento estatístico informal.

À Rita Moreira, pela disponibilidade, boa disposição e auxílio sempre pronto.

À Ana Mendes, à Ana Silva e à Marta Carneiro por todo o apoio e compreensão.

À Regina, a minha metade, pelo incentivo, paciência e disponibilidade que sempre demonstrou.

Aos meus Pais e restante família, por todo o apoio, confiança e orientação proporcionados ao longo desta caminhada.

---

## RESUMO

O objectivo do presente trabalho consistiu na optimização dos métodos de produção em viveiro de *Retama sphaerocarpa*. Realizaram-se dois ensaios de propagação seminal, um com semente conservada (1 e 2 anos) e outro com semente fresca. Determinou-se a taxa de germinação e o índice de vigor da germinação através da quebra de dormência do tegumento por escarificação recorrendo a: i) ácido sulfúrico, concentração de 96%, durante 60 minutos e ii) água a 80°C durante 30 segundos. Testou-se também a influência tempo de conservação e do indivíduo na taxa de germinação e no vigor germinativo. O tratamento pré-germinativo mais eficaz foi a escarificação das sementes com ácido sulfúrico, com taxas de germinação superiores a 70% e vigor muito rápido para a semente fresca e para a semente com 1 ano de conservação. As sementes com 2 anos de conservação apresentaram taxas de germinação significativamente inferiores às das sementes com 1 ano de conservação. Verificou-se também que as características individuais dos progenitores podem influenciar significativamente o sucesso da germinação. Confirmou-se a viabilidade técnico-económica da produção de plantas da espécie por via seminal.

**Palavras-chave:** *Retama sphaerocarpa*; restauro de ecossistemas; Mediterrâneo; viveiro; propagação seminal; germinação.

## Optimization of nursery production of *Retama sphaerocarpa*

### Abstract

The aim of this study was to optimize nursery production of *Retama sphaerocarpa*. Two seed propagation tests were performed, one with stored seed (1 and 2 years) and other with fresh seed. Germination rate and vigor index were determined for both tests, which were carried out by subjecting the seeds to scarification by two agents, sulfuric acid (96% concentration) and hot water (80°C), the former for 60 minutes and the latter for 30 seconds, plus an untreated control. Influence of seed conservation period and of parent individuals on germination rate and vigor was also tested. The scarification of seeds using sulfuric acid was found to be the best production method for this species, clearly evident by the highest germination rates (>70%) and the very fast vigor index obtained for fresh and 1 year stored seed. Seed with 2 years of storage showed significant lower germination results than seeds with 1 year of storage. Differences between individuals were also evident and could influence germination success. The technical and economical viability for seed production of this species was confirmed.

**Key-words:** *Retama sphaerocarpa*; ecosystem restoration; Mediterranean; nursery; seed propagation; germination.

---

## Optimization of nursery production of *Retama sphaerocarpa*

### Extended abstract

Arid and semi-arid regions are very sensitive to anthropogenic disturbance and degradation. In the Mediterranean area, human induced forest destruction has been traditionally the main factor of ecosystem degradation. It started more than 8000 years ago, causing hydrological disturbance and widespread soil erosion. After such a long time span of resource depletion, successful ecological restoration demands plant species diversity and the return of autochthonous *taxa*. However, there is insufficient knowledge about natural and artificial regeneration of Mediterranean small trees and shrubs, especially in what concerns the best nursery techniques for their seedling production species. Within such context, the aim of this study was to improve the knowledge on propagation of *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss., an autochthonous *Fabaceae* family shrub that is common in several areas of the Western Mediterranean and particularly in Portugal. Owing to the capability of this species for ecological restoration, low maintenance Mediterranean gardens and energy production from biomass, the objectives of the experiment included the optimization of nursery seedling production techniques, testing the hypothesis of feasibility under a commercial perspective.

Two seed propagation tests were performed in germination chambers, one with stored seed (1 and 2 years storage time) and other with fresh seed. Germination rate and vigor index were determined for both tests, which were carried out by subjecting the seeds to scarification by two agents, sulfuric acid 96% concentration and hot water (80°C), the former for 60 minutes (in the dark) and the latter for 30 seconds, plus an untreated control. Influence of seed storage time (first test) and of parent individuals (second test) on germination rate and vigor was also tested.

Data analysis was carried out using SPSS 18 (PASW Statistics, Release 18.0.0, 2009; ©SPSS Inc.). Data normality and homogeneity of variances were tested using, respectively, the D'Agostino-Pearson test and Levene's test. Data was non-normal, and data transformation didn't correct the problem. Therefore, non-parametric Kruskal-Wallis H and Mann-Whitney U tests were used to test for differences between treatments in germination rate and vigor index.

The scarification of seeds using sulfuric acid was found to be the best pre-germination treatment for this species, clearly evident by the highest germination rate (>70%) and very fast vigor index. This may be due to the better efficiency of the acid on the degradation of the hard seed coat. It is apparent that scarification improves germination velocity, because control treatments have showed much lower vigor indexes. Thus, the importance of scarification goes beyond the improvement of germination rate, being also very efficient as a tool to accelerate germination velocity. Seed stored for 2 years showed significant lower

germination results than seeds with 1 year of storage. Differences between individuals were also evident, suggesting the importance of developing future studies focusing on the influence of seed parent selection in the success of seedling production. It was evident that some individuals responded very well to scarification using sulfuric acid, but showed very poor results when hot water was used (individuals 8 and 9). This suggests that some individuals do have a thicker seed coat, reducing hot water efficiency in breaking physical dormancy.

Germination success was influenced by fungal contamination of the seeds, leading to the need to remove from the experiment a high percentage of seeds, after observation of fungus development. Contamination was more frequent in the stored seed test, with seed removal percentages for the 2 year stored material reaching more than 40% for the hot water treatment. The problem was particularly severe in the hot water treatment, especially with the seeds stored for 2 years and in some individuals (individuals 1 and 5). This may indicate distilled water contamination or problems with the disinfection of the recipient used for the hot water bath. Additionally, seed storage conditions may have been a contributing factor.

As conclusions of this study, it must be stressed that uniformity of seed lots (particularly regarding the maturation status of the seeds) and aseptic conditions seem to be fundamental for the success of the nursery production of this species. Other than that, plant production with common nursery techniques is not particularly troublesome, only demanding adequate seed scarification to break the dormancy of the hard seed coat. Future demand for *Retama sphaerocarpa* seedlings is expected to grow, thus justifying development of its commercial nursery production. The results obtained within the present study are indicative of good perspectives for that production.

---

**ÍNDICE**

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. ENQUADRAMENTO .....	1
1.2. A VEGETAÇÃO MEDITERRÂNEA .....	1
1.3. A DEGRADAÇÃO DAS FLORESTAS MEDITERRÂNEAS .....	2
1.4. A RECUPERAÇÃO DOS ECOSISTEMAS APÓS PERTURBAÇÃO .....	3
1.5. BREVE RESENHA SOBRE O PROCESSO GERMINATIVO DAS SEMENTES .....	5
1.6. LIMITAÇÕES À PROPAGAÇÃO SEMINAL ARTIFICIAL DE ESPÉCIES MEDITERRÂNEAS ARBUSTIVAS .....	7
1.7. A BIOMASSA VEGETAL COMO FONTE DE PRODUÇÃO DE ENERGIA .....	7
1.8. A RETAMA SPHAEROCARPA (L.) BOISSIER .....	8
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>10</b>
2.1. ENSAIO DE SEMENTE CONSERVADA .....	10
2.2. ENSAIO DE SEMENTE FRESCA .....	12
2.3. ANÁLISE DE DADOS .....	14
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>15</b>
3.1. ENSAIO DE SEMENTE CONSERVADA .....	15
3.2. ENSAIO DE SEMENTE FRESCA .....	20
3.3. DISCUSSÃO .....	26
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>30</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>31</b>
<b>6. ANEXOS .....</b>	<b>35</b>



---

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1. Percentagem de sementes de <i>Retama sphaerocarpa</i> que germinaram após 28, 56 e 133 dias (final do ensaio) e vigor germinativo (C1: semente com 1 ano de conservação; C2: semente com 2 anos de conservação; TA: testemunha; TB: Ácido Sulfúrico; TC: água quente).....	15
Quadro 2. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas nas taxas de germinação entre os dois períodos de conservação e entre os três tratamentos pré-germinativos após 133 dias de ensaio ( $p\text{-value} = 0,05$ ). .....	16
Quadro 3. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas no índice de vigor entre os dois períodos de conservação e entre os três tratamentos pré-germinativos após 133 dias de ensaio ( $p\text{-value} = 0,05$ ).....	17
Quadro 4. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas nas taxas de germinação entre os dois períodos de conservação e entre os três tratamentos pré-germinativos após 56 dias de ensaio ( $p\text{-value} = 0,05$ ). 18	
Quadro 5. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas nas taxas de germinação entre os dois períodos de conservação e entre os três tratamentos pré-germinativos após 28 dias de ensaio ( $p\text{-value} = 0,05$ ). 20	
Quadro 6. Percentagem de sementes de <i>Retama sphaerocarpa</i> que germinaram após 28 e 56 dias de ensaio (resultados agrupados por tratamento) (TA: testemunha; TB: Ácido Sulfúrico; TC: água quente).....	21
Quadro 7. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas nas taxas de germinação entre os três tratamentos pré-germinativos após 56 dias de ensaio ( $p\text{-value} = 0,05$ ).....	21
Quadro 8. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas no índice de vigor entre os três tratamentos pré-germinativos após 56 dias de ensaio ( $p\text{-value} = 0,05$ ). ....	22
Quadro 9. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas nas taxas de germinação entre os três tratamentos pré-germinativos após 28 dias de ensaio ( $p\text{-value} = 0,05$ ).....	23
Quadro 10. Percentagem de sementes de <i>Retama sphaerocarpa</i> que germinaram após 28 e 56 dias de ensaio (resultados agrupados por indivíduo). ....	24
Quadro 11. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas nas taxas de germinação entre os diferentes indivíduos, após 56 dias de ensaio ( $p\text{-value} = 0,05$ ). Por questões de economia de espaço, apenas se indicam os pares de indivíduos onde se verificou a existência de diferenças significativas.....	24
Quadro 12. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas no índice de vigor entre os diferentes indivíduos, após 56 dias	

de ensaio (*p-value* = 0,05). Por questões de economia de espaço, apenas se indicam os pares de indivíduos onde se verificou a existência de diferenças significativas..... 25

Quadro 13. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas nas taxas de germinação entre os diferentes indivíduos, após 28 dias de ensaio (*p-value* = 0,05). Por questões de economia de espaço, apenas se indicam os pares de indivíduos onde se verificou a existência de diferenças significativas..... 26

## Lista de figuras

Figura 1. Principais limitações ao estabelecimento da vegetação em ambientes mediterrâneos (Adaptado de Vallejo, 2009).....	4
Figura 2. Caules e flores de <i>R. sphaerocarpa</i> (Fonte: <a href="http://commons.wikimedia.org">http://commons.wikimedia.org</a> ).....	8
Figura 3. Maciço de <i>R. sphaerocarpa</i> em cristas rochosas do perímetro florestal da contenda, evidenciando-se o tom amarelo das flores (Fotografia: António Fabião). ....	8
Figura 4. Vagens de <i>R. sphaerocarpa</i> . ....	9
Figura 5. Sementes de <i>R. sphaerocarpa</i> . ....	9
Figura 6. Esboço cartográfico da distribuição de <i>Retama sphaerocarpa</i> (L.) Boissier em Portugal (Adaptado de Flora Digital de Portugal, 2007). ....	9
Figura 7. Esboço cartográfico com a localização geral das áreas de colheita da semente de <i>R. sphaerocarpa</i> utilizada no ensaio de semente conservada. ....	10
Figura 8. Disposição dos diferentes tratamentos e respectivas repetições nos tabuleiros da câmara de germinação. ....	11
Figura 9. Fotografia aérea parcial da Tapada da Ajuda, com a localização aproximada (marcador amarelo com código alfanumérico) dos nove indivíduos de <i>R. sphaerocarpa</i> de onde foi recolhida a semente utilizada no ensaio de semente fresca. ....	13
Figura 10. Germinação acumulada de sementes conservadas. A barra representa o erro padrão. ....	15
Figura 11. Percentagem de sementes germinadas no final do ensaio, agrupadas por tratamento pré-germinativo e por período de conservação. As barras negras indicam o erro padrão e as letras indicam a existência (ou não) de diferenças significativas, com um nível de significância de 5%. ....	17
Figura 12. Vigor agrupado por tratamento pré-germinativo e por período de conservação. As barras negras indicam o erro padrão e as letras indicam a existência (ou não) de diferenças significativas, com um nível de significância de 5% %. ....	18
Figura 13. Percentagem de sementes germinadas após 56 dias de ensaio, agrupadas por tratamento pré-germinativo e por período de conservação. As barras negras indicam o erro padrão e as letras indicam a existência (ou não) de diferenças significativas, com um nível de significância de 5%. ....	19
Figura 14. Percentagem de sementes germinadas após 28 dias de ensaio, agrupadas por tratamento pré-germinativo e por período de conservação. As barras negras indicam o erro padrão e as letras indicam a existência (ou não) de diferenças significativas, com um nível de significância de 5%. ....	20
Figura 15. Germinação acumulada de sementes frescas. A barra representa o erro padrão. ....	21
Figura 16. Percentagem de sementes germinadas após 56 e 28 dias de ensaio, agrupadas por tratamento pré-germinativo. As barras negras indicam o erro padrão e as letras indicam a existência (ou não) de diferenças significativas, com um nível de significância de 5%. ....	22

- 
- Figura 17. Vigor agrupado por tratamento pré-germinativo. As barras negras indicam o erro padrão e as letras indicam a existência (ou não) de diferenças significativas, com um nível de significância de 5%..... 23
- Figura 18. Percentagem de sementes germinadas após 56 e 28 dias de ensaio, agrupadas por indivíduo. As barras negras indicam o erro padrão e as letras indicam a existência (ou não) de diferenças significativas, com um nível de significância de 5% (I: Indivíduo)..... 25
- Figura 19. Índice de vigor da germinação por indivíduo. As barras vermelhas indicam o erro padrão e as letras indicam a existência (ou não) de diferenças significativas, com um nível de significância de 5% (I: Indivíduo). ..... 26
- Figura 20. Ensaio com semente conservada: percentagem de sementes retiradas devido a infecção fúngica em cada tratamento (C1: semente com 1 ano de conservação; C2: semente com 2 anos de conservação; TA: testemunha; TB: Ácido Sulfúrico; TC: água quente)..... 28
- Figura 21. Ensaio com semente fresca: percentagem de sementes retiradas devido a infecção fúngica por indivíduo e por tratamento (I: Indivíduo; TA: testemunha; TB: Ácido Sulfúrico; TC: água quente).29

**LISTA DE ABREVIATURAS**

ISTA – International Seed Testing Association.

ANOVA – Análise de variância.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Enquadramento

O piorno-amarelo (*Retama sphaerocarpa* (L.) Boissier) é uma espécie com elevado interesse para o restauro de solos degradados, em resultado da sua tolerância à secura, à simbiose do seu sistema radicular com bactérias fixadoras de azoto e também devido à sua importância nalgumas comunidades de plantas de zonas áridas e semi-áridas (Benayas *et al.*, 2002; Caravaca *et al.*, 2003). Possui também um elevado potencial como espécie cultivada para produção de biomassa para fins energéticos e ainda como espécie constituinte de jardins Mediterrâneos de baixa manutenção (Ruiz de la Torre *et al.*, 1996; Barceló e Parera, 2005).

Como acontece com muitas espécies arbustivas Mediterrâneas (Piotto e Di Noi, 2003), a bibliografia disponível referente à propagação desta espécie é escassa e/ou pouco pormenorizada. Tal situação torna-se ainda mais séria devido ao facto desta espécie apresentar dormência física da semente (Pugnaire *et al.*, 2006), dificultando o processo de germinação em ambiente artificial. Na escassa bibliografia disponível, Lopez *et al.* (1999) refere taxas de germinação (após 30 dias) de 40-47% (1 minuto em água a 100°C), 97-100% (60 minutos em ácido sulfúrico, concentração 96%) e de 0% (semente não tratada), para semente do ano, armazenada em sacos de papel à temperatura ambiente. Por outro lado, Ruiz de la Torre *et al.* (1996) refere taxas de germinação (não referindo o período de tempo decorrido) de 75-85% (30 segundos em água quente a 80°C) e de 35% (semente não tratada).

Desta forma, pretende-se com este trabalho contribuir para a optimização da produção em viveiro de *Retama sphaerocarpa*, de modo a, por um lado, facilitar a utilização desta espécie em acções de restauro de ecossistemas Mediterrâneos, e, por outro, potenciar a sua utilização como cultura bioenergética. Os objectivos a atingir consistem em:

- a. Testar uma ou mais técnicas de tratamento pré-germinativo das sementes que possibilitem a optimização da sua capacidade germinativa.
- b. Avaliar a utilização de semente conservada na viabilidade na capacidade germinativa.
- c. Determinar a influência do indivíduo na resposta aos tratamentos pré-germinativos.

### 1.2. A vegetação Mediterrânea

As principais características climáticas que dominam a fisionomia das formações vegetais Mediterrâneas são a concentração das chuvas nas estações menos quentes e a longa secura Estival (Ribeiro, 1998; Blondel e Aronson, 1999). Este período de Verão bem definido imprime à vegetação herbácea um carácter estépico e explica a dominância de árvores e arbustos de folha perene, determinando também inúmeras adaptações xerofíticas (Ribeiro, 1998).

Muitas espécies vegetais Mediterrâneas apresentam adaptações de ajustamento à *secura*, como, por exemplo, redução da superfície foliar, folhas coriáceas, aceradas, cobertas de verniz na página superior ou de pêlos na inferior (Ribeiro, 1998).

A flora Mediterrânea é simultaneamente antiga e diversificada, convivendo desde longa data com a presença humana, e suas queimadas, arroteias, culturas e rebanhos (Thirgood, 1981; Ribeiro, 1998; Blondel e Aronson, 1999). Essa intervenção humana, conjugada com as já referidas limitações ambientais, resultou na degradação de grandes áreas do ecossistema Mediterrâneo, transformando zonas florestais em diferentes tipos de formações vegetais arbustivas (Ribeiro, 1998; Blondel e Aronson, 1999). As duas formas mais frequentes resultantes dessa transformação são designadas por *maquis* (ou mato alto) e *garrigue* (ou mato baixo) (Ribeiro, 1998).

Segundo vários autores (e.g. Thirgood, 1981; Ribeiro, 1998; Blondel e Aronson, 1999), o *maquis* é uma floresta degradada, típica de solos siliciosos, onde anteriormente predominava o sobreiro. Consiste num matagal contínuo e frequentemente impenetrável, que pode atingir os 3 a 5 metros de altura, onde dominam as urzes arbóreas e as cistáceas. Ainda segundo os mesmos autores, o *garrigue* é uma formação vegetal mais aberta, característica de solos áridos e pedregosos das regiões calcárias. Os arbustos de pequeno porte que constituem este tipo de formação vegetal apresentam-se como tufos esparsos entre as manchas de erva. A cultura, o pastoreio e os incêndios destruíram o bosque primitivo de azinheiras, substituído por tufos baixos de carrasco e por diversas espécies aromáticas: alfazema, rosmaninho, tomilho, cistáceas, entre outras.

### **1.3. A degradação das florestas Mediterrâneas**

As zonas áridas e semi-áridas são muito sensíveis à perturbação e degradação de origem antropogénica (MacDonald e Larsen, 2009; Vallejo, 2009). Nestes locais do globo, o coberto vegetal apresenta-se normalmente escasso, sendo especialmente vulnerável a perturbações e a prolongados períodos de seca (Vallejo, 2009). Assim, não é surpreendente que várias zonas áridas do globo apresentem problemas de degradação ambiental e desertificação, resultantes das actividades humanas (Bautista *et al*, 2009).

Provavelmente a degradação das florestas foi necessária para a evolução cultural do homem, especialmente para o desenvolvimento da agricultura, da criação de gado e de indústrias baseadas na madeira (Thirgood, 1981; Vallejo, 2009). As primeiras acções significativas de desflorestação no Mediterrâneo terão tido início à 8000 anos (Thirgood, 1981), tendo aumentado dramaticamente no final do neolítico (Blondel e Aronson, 1999). Mais tarde, já no Século IV a.C., o filósofo Grego Platão descrevia os fortes impactos que as actividades humanas estavam a provocar nas florestas: “Serras que anteriormente se encontravam cobertas por florestas e produziam abundante pasto, hoje em dia apenas produzem alimento para abelhas” (Thirgood, 1981). Mais tarde, no Século XIX (1827),

Brotero referia que quase todas as Serras de Portugal estavam desprovidas de árvores nos seus cumes, narrando também que existiam vastas áreas incultas constituídas apenas por vegetação arbustiva e herbácea em todas as Províncias do Reino de Portugal (Radich e Alves, 2000). Também nesse século (1815) Andrada e Silva referia sobre Portugal que “*Areaes immensos, paûes e brejos cobrem sua superfície. Que lastima não he, que hum tão bello Paiz, por desmazello emperrado de muitos dos seus filhos, se vá reduzindo a hum esqueleto de charnecas descarnadas, e de cabeços escalvado...*” (Silva, 1969). A destruição da floresta originou uma maior secura do Mediterrâneo em geral, em resultado da ruptura do balanço hídrico em muitas das áreas onde esta foi destruída (Blondel e Aronson, 1999). Alterações no escoamento da água fazem parte das principais consequências da desflorestação (Blondel e Aronson, 1999; Piotto e Di Noi, 2003), sendo que o escoamento superficial e os caudais aumentam com a redução da cobertura vegetal do solo (Blondel e Aronson, 1999; Serrasolses *et al.*, 2004). Assim, não é surpreendente que as perdas de solo resultantes da erosão sejam muito mais acentuadas em locais onde a vegetação tenha sido destruída do que em locais cujos solos possuam uma cobertura florestal (Blondel e Aronson, 1999). Apesar de ser muito fácil destruir áreas florestais, a recuperação destas após perturbação é extremamente lenta, ou mesmo nula (Thirgood, 1981; Vallejo, 2009). Assim, a área ocupada pela floresta Mediterrânea diminuiu consideravelmente ao longo dos séculos, especialmente nas áreas mais áridas, encontrando-se em muitos casos degradada e com vastas extensões de solo nu, caracterizadas pela alternância entre solos superficiais e afloramentos rochosos (Piotto e Di Noi, 2003; Serrasolses *et al.*, 2004). Tal situação resulta na diminuição da diversidade florística e estrutural da vegetação natural, assim como da riqueza e abundância de espécies faunísticas (Piotto e Di Noi, 2003).

Deste modo, a gestão e recuperação das florestas Mediterrâneas é particularmente importante, sendo o papel do coberto vegetal essencial para a mitigação dos processos de desertificação e erosão, pois este condiciona a qualidade e evolução do solo e, consequentemente, a qualidade e evolução da vida (Castillo *et al.*, 1997; Piotto e Di Noi, 2003).

#### **1.4. A recuperação dos ecossistemas após perturbação**

O processo de sucessão após perturbação é fortemente influenciado pela disponibilidade de sementes no banco do solo, pois a escassez de propágulos pode ser mais limitante do que os processos ecológicos locais (Zobel *et al.*, 2000). Frequentemente as actividades humanas anteriores empobreceram significativamente esse banco de sementes, influenciando negativamente a capacidade de regeneração natural dos ecossistemas, em especial dos áridos e semi-áridos (Bonet, 2004; Cortina *et al.*, 2004).

Outros problemas importantes são a combinação entre acentuado stress hídrico e variados regimes de perturbação, como os fogos, o pastoreio por parte de animais selvagens ou



domésticos, combinados com impactos de competição relativamente moderados (Figura 1) (Thirgood, 1981; Vallejo, 2009). Em ambientes mais húmidos, o stress hídrico é inferior, mas a competição inter e intra-específica é mais intensa. Deste modo, o restauro de ecossistemas Mediterrâneos necessita que se abordem formas de solucionar o stress hídrico e de evitar ou mitigar o impacto de perturbações (Vallejo, 2009).

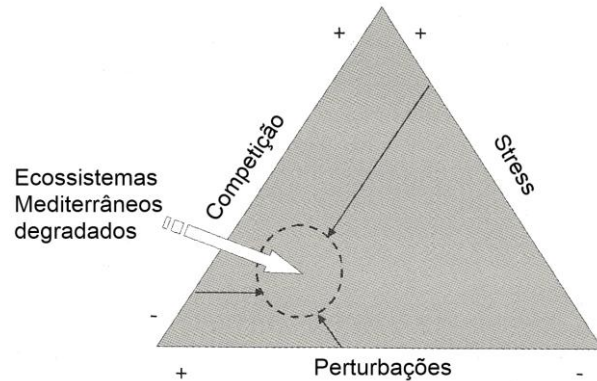


Figura 1. Principais limitações ao estabelecimento da vegetação em ambientes Mediterrâneos (Adaptado de Vallejo, 2009).

Os projectos de reflorestação tradicionalmente executados nos países Mediterrâneos não eram estritamente projectos de restauro ecológico, pelo menos segundo o significado deste último termo na actualidade (Vallejo, 2009). No entanto, os projectos de reflorestação tradicionais respondiam a alguns dos objectivos do restauro ecológico, através da redução da erosão do solo e do escoamento superficial, ou, por vezes, através da recuperação das florestas naturais (Vallejo, 2009). A maioria dos projectos de reflorestação nos países Mediterrâneos aborda a protecção da bacia hidrográfica, reduzindo o risco de cheia e a erosão do solo e, em áreas costeiras, estabilização de dunas móveis (Vallejo, 2009). Adicionalmente, possuem outro objectivo comum, que é o de aumentar a área florestal e a produtividade, melhorando simultaneamente a economia rural através da criação de empregos e oportunidades de negócio, proporcionados pelos investimentos resultantes da execução dos projectos, bem como pelo esperado aumento da produtividade florestal no que se refere aos produtos lenhosos e não lenhosos (Vallejo, 2009).

O forte desenvolvimento sócio-económico dos países do Sul da Europa na segunda metade do Século XX provocou alterações profundas na sociedade, resultando no despovoamento súbito e maciço de muitas áreas rurais, alterações no uso do solo (abandono de terrenos agrícolas, diminuição da pastorícia e da utilização de lenha, entre outros) e na diminuição da dependência dos recursos florestais por parte da população rural (Blondel e Aronson, 1999; Cortina *et al.*, 2004; Vallejo, 2009). Estas alterações deram origem a novas expectativas e ambições para as áreas naturais, incidindo mais fortemente na direcção do recreio e dos valores culturais, paisagísticos e ecológicos (Vallejo, 2009). A transição entre estes novos objectivos e os antigos pode ser expressa pela mudança de uma reflorestação caracterizada

por intervenções silvícolas orientadas para as árvores, através da sementeira ou plantação de espécies arbóreas autóctones ou exóticas, para um restauro ecológico de ecossistemas autóctones num contexto de paisagem cultural (Cortina *et al.*, 2004; Vallejo, 2009). Tal situação exige uma diversificação das espécies vegetais utilizadas em projectos de restauro, um uso mais adequado da ampla variedade de espécies autóctones disponíveis, bem como a inclusão da fauna (incluindo a microbiana), dos solos e da flora num contexto integrado (Vallejo, 2009).

### **1.5. Breve resenha sobre o processo germinativo das sementes**

As sementes de algumas espécies podem permanecer dormentes no banco de sementes do solo durante muitos anos, tendo a capacidade de germinar na sequência de um acontecimento que quebre a sua dormência (Baskin e Baskin, 2001). Outras espécies possuem sementes que têm a capacidade de germinar pouco depois da sua libertação, sempre que as condições ambientais sejam adequadas (Baskin e Baskin, 2001).

Ao atingirem a maturidade e caírem, muitas sementes já perderam a maior parte da humidade que continham anteriormente (Willan, 1991). À dessecação da semente está associada uma redução da actividade metabólica, ficando o embrião temporariamente num estado de repouso, que, no caso das sementes não dormentes, pode ser facilmente invertido mediante a existência de condições adequadas: humidade suficiente, temperatura favorável, trocas gasosas e, em algumas espécies, luz (Willan, 1991; Peñuelas Rubira e Ocaña Bueno, 2000; Hartmann *et al.*, 2002). Existe uma variação considerável entre as espécies no que se refere aos níveis óptimos dessas condições, sendo inclusive frequente que se verifiquem interações entre elas (Willan, 1991).

A germinação consiste em três processos parcialmente simultâneos (Willan, 1991; Peñuelas Rubira e Ocaña Bueno, 2000; Hartmann *et al.*, 2002):

1. Absorção de água, o que provoca a dilatação da semente, resultando na ruptura do tegumento.
2. Actividade enzimática e incremento das taxas de respiração e de assimilação, o que indica a utilização do alimento armazenado e sua transposição para as zonas em crescimento.
3. Crescimento e divisões celulares que resultam no aparecimento da radícula e do caulículo.

Mesmo nas sementes sem dormência, pode ocorrer uma variação considerável entre espécies e indivíduos no que se refere à velocidade da germinação, que pode durar entre uns dias e várias semanas (Willan, 1991). Grande parte desta variação pode ser explicada pelas diferentes taxas de absorção de água que ocorrem na primeira fase (Willan, 1991).

A dormência é uma condição de uma semente viável que impede que esta germine na presença dos factores que normalmente são considerados suficientes para a germinação:

temperatura adequada, humidade e trocas gasosas (Willan, 1991; Peñuelas Rubira e Ocaña Bueno, 2000). Uma semente viável é aquela que possui a capacidade de germinar na presença de condições favoráveis, desde que se remova qualquer dormência que possa existir (Roberts, 1972, cit. por Willan, 1991).

Na natureza, a dormência permite proteger as sementes de condições que, embora temporariamente favoráveis à germinação, rapidamente se transformam em condições demasiado difíceis para a sobrevivência das jovens plântulas (Willan, 1991). Deste modo, um tegumento relativamente impermeável à humidade impede a germinação durante aguaceiros isolados que ocorram durante uma longa estação seca, permitindo no entanto que esta ocorra durante uma estação húmida, com precipitação adequada (Willan, 1991; Baskin e Baskin, 2001). Na zona temperada fresca, o tipo de dormência do embrião que apenas pode ser removida através da exposição a baixas temperaturas facilita uma posterior germinação na Primavera, mas impede que esta ocorra no Outono, quando a plântula resultante teria poucas probabilidades de sobreviver ao Inverno (Willan, 1991).

No ambiente natural existem uma série de factores externos que, de modo mais ou menos lento, podem quebrar a dormência do tegumento. Entre estes podem-se incluir a alternância de temperatura (quente e frio) e/ou de humidade (encharcamento ou seca), o fogo e as actividades dos animais, dos organismos do solo, fungos, térmitas e outros insectos (Willan, 1991; Hartmann *et al.*, 2002). A dormência resultante da imaturidade do embrião termina quando este dispõe do tempo e das condições que necessita para amadurecer após a queda da semente (Willan, 1991).

Os mecanismos reguladores da dormência fisiológica do embrião, bem como os processos que podem terminar essa mesma dormência, têm sido alvo de profusos estudos (Willan, 1991). Desse modo, sabe-se que a manutenção ou quebra da dormência resulta da interacção entre hormonas promotoras do crescimento (como a giberlina) e hormonas inibidoras do mesmo. Nos climas temperados, o equilíbrio entre os inibidores e os promotores de crescimento é alterado por uma combinação Invernal de baixas temperaturas e humidade elevada (Willan, 1991). Tal pode desencadear alterações bioquímicas no embrião que provocarão a quebra da dormência, dando início ao crescimento do embrião e subsequente germinação da semente (Willan, 1991).

Para um viveirista a dormência dum semente apresenta algumas desvantagens, pois uma germinação irregular e muito prolongada no tempo traduz-se em lotes de plantas constituídos por indivíduos heterogéneos, com exigências diferentes, dificultando uma gestão eficiente do viveiro (Bonner *et al.*, 1974, cit. por Willan, 1991). Por outro lado, a dormência apresenta algumas vantagens, pois não só potencia as hipóteses de sobrevivência na natureza, como já foi referido, como também protege as sementes contra condições temporariamente inadequadas, como as que podem ocorrer durante o período compreendido entre a apanha e a conservação da semente (Willan, 1991). Adicionalmente,

a dormência proporciona segurança contra uma possível perda de viabilidade durante o transporte e processamento, situação que pode facilmente ocorrer em sementes não dormentes quando as condições são desadequadas (Willan, 1991).

### **1.6. Limitações à propagação seminal artificial de espécies Mediterrâneas arbustivas**

No que se refere às espécies Mediterrâneas, apesar de existir abundante informação no respeitante às suas características botânicas e ecológicas, distribuição e ocorrência, bem como sobre o valor e uso de muitas espécies, conhece-se pouco sobre a sua regeneração natural e artificial (Piotto e Di Noi, 2003). Tal situação é particularmente preocupante no que se refere às plantas arbustivas e pequenas árvores, pois estas compõem a maior parte (60 a 70%) da flora lenhosa Mediterrânea (Piotto e Di Noi, 2003).

A propagação seminal de muitas espécies da família *Fabaceae*, por exemplo, apresenta alguns problemas, devido principalmente à necessidade de quebrar a dormência física da semente, resultante da espessura e composição bioquímica do seu tegumento, com a consequente impermeabilidade à água e gases (Stewart, 1926 e Riggio Bevilacqua *et al.*, 1989, cit. por López *et al.*, 1999; Peñuelas Rubira e Ocaña Bueno, 2000; Hartmann *et al.*, 2002). Como já foi referido, na natureza a dureza das sementes declina gradualmente ao longo do tempo, como resultado da acção de factores naturais. Essa dureza também pode ser quebrada artificialmente através de uma variedade de métodos físicos ou químicos, como por exemplo através da imersão em água a ferver ou em ácido sulfúrico, de abrasão física ou pressão, da colocação das sementes em ambientes com baixas temperaturas, ou alternando entre locais de baixas e altas temperaturas (Hartmann *et al.*, 2002).

No entanto, muitos dos estudos sobre a dureza das sementes das *Fabaceae* focam-se mais sobre espécies com valor comercial, sendo mais complicado encontrar informações técnico-científicas credíveis sobre a propagação de espécies arbustivas e herbáceas sem valor comercial no sentido estrito do termo, mas com elevado valor para a conservação dos ecossistemas (López *et al.*, 1999).

### **1.7. A biomassa vegetal como fonte de produção de energia**

A biomassa vegetal é a fonte mais importante de energia renovável na Europa, sendo esta uma componente chave na mitigação da emissão de gases com efeito de estufa e na substituição dos combustíveis fósseis (Faaij, 2006). A produção de energia através da biomassa depende da agricultura e silvicultura, do processamento de géneros alimentares, ou da indústria da pasta de papel.

As culturas energéticas intensivas já são utilizadas em alguns países Europeus, embora o seu uso comercial ainda seja negligenciável, pois a utilização de resíduos é menos dispendiosa por unidade de energia produzida. É necessária uma produção em larga escala de culturas energéticas, pois o potencial de utilização de resíduos e sobrantes é limitado

(Faaij, 2006). A produção de biomassa e os sistemas de distribuição devem estar ajustados às condições locais, nomeadamente no que se refere aos sistemas agrícolas, clima e variáveis sócio-económicas (Boehmel *et al.*, 2008).

### 1.8. *A Retama sphaerocarpa* (L.) Boissier

O piorno-amarelo, *Retama sphaerocarpa* (L.) Boissier, [Sinonímia: *Lygos sphaerocarpa* (L.) Heywood; *Boelia sphaerocarpa* (L.) Webb; *Genista sphaerocarpos* (L.) Lam; *Spartium sphaerocarpum* L.] (Castroviejo *et al.*, 1999) é uma planta pertencente à família *Fabaceae* (Figuras 2 e 3). Trata-se de uma espécie arbustiva caracterizada pela sua eficaz adaptação às condições difíceis que caracterizam os ecossistemas Mediterrâneo e semi-árido. Deste modo, a arquitectura e morfologia da sua parte aérea revela adaptações com vista à conservação da água, como por exemplo uma reduzida área foliar (através da produção de folhas muito pequenas, apenas presentes durante um curto período da Primavera) e a presença de caules fotossintéticos, que se encontram orientados de forma vertical, de modo a minimizar a intercepção luminosa e o sobreaquecimento de condução (Haase *et al.*, 2000). Por outro lado, possui um sistema radicular muito denso e profundante, que pode atingir os 25 metros de profundidade (Haase *et al.*, 1996).



Figura 2. Caules e flores de *R. sphaerocarpa* (Fonte: <http://commons.wikimedia.org>).



Figura 3. Maciço de *R. sphaerocarpa* em cristas rochosas do Perímetro Florestal da Contenda, evidenciando-se o tom amarelo das flores (Fotografia: António Fabião).

A principal época de crescimento desta espécie concentra-se num período relativamente curto da Primavera, como de resto acontece em muitas outras espécies lenhosas típicas da área Mediterrânea e de zonas semi-áridas (Haase *et al.*, 2000). Normalmente a frutificação é abundante, ocorrendo entre o final de Julho e o início de Agosto. Cada semente tem uma dimensão de aproximadamente de 3 x 6 mm, pesando entre 90 e 100 mg e estando envolvida por um tegumento duro (Pugnaire *et al.*, 2006) (Figuras 4 e 5). O vento é o principal agente de dispersão das sementes, sendo a água e os animais (ocasionalmente) outros dos agentes envolvidos nesse processo (Haase *et al.*, 2000; Pugnaire *et al.*, 2006).



Possui uma grande amplitude ecológica, sendo pouco exigente e indiferente ao tipo de solo, apenas não tolerando locais que sejam excessivamente frios ou húmidos. Pode ser encontrada desde o nível do mar até aos 1400 metros de altitude (Ruiz de la Torre *et al.*, 1996; Lopez González, 2004).



Figura 4. Vagens de *R. sphaerocarpa*.

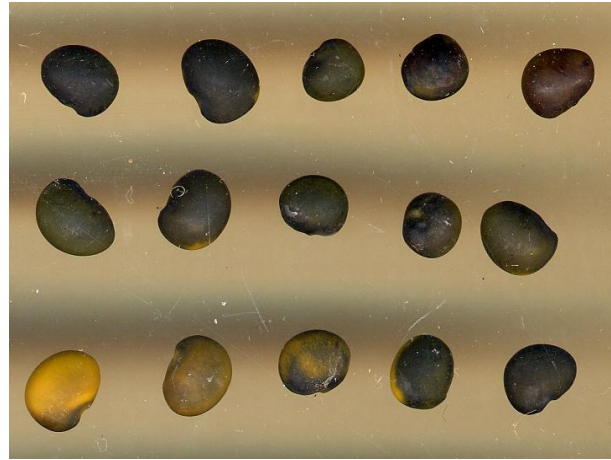


Figura 5. Sementes de *R. sphaerocarpa*.

Ocorre naturalmente em Portugal na Terra Quente Duriense e no interior do Centro e Sul do País, geralmente nas etapas sucessórias da degradação dos azinhais (Bingre *et al.*, 2007) (Figura 6).



Figura 6. Esboço cartográfico da distribuição de *Retama sphaerocarpa* (L.) Boissier em Portugal (Adaptado de Flora Digital de Portugal, 2007).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Ensaio de semente conservada

Este ensaio teve início em 10 de Dezembro de 2009 e decorreu durante 133 dias. O material seminal foi colhido em Novembro de 2008 na zona de Arraiolos e Cabeção (proveniente de 7 indivíduos diferentes) e em Janeiro de 2008 na zona de Estremoz, (proveniente de 10 indivíduos diferentes) (Figura 7).

As vagens foram descascadas manualmente, sendo as sementes armazenadas à temperatura ambiente em envelopes de papel pardo até ao início do ensaio (Robles *et al.*, 2005).

Antes dos tratamentos pré-germinativos, todo o lote de sementes foi desinfectado da seguinte forma (Rodríguez-Echeverría, 2005): imersão em etanol a 98% durante 1 minuto, seguida de imersão em hipoclorito de sódio durante 2 minutos. No final deste processo, todas as sementes foram lavadas com água destilada.

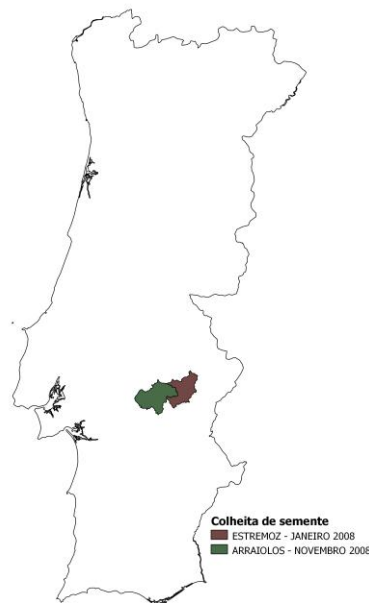


Figura 7. Esboço cartográfico com a localização geral das áreas de colheita da semente de *R. sphaerocarpa* utilizada no ensaio de semente conservada.

Os tratamentos incidiram sobre uma amostra composta dos lotes de sementes recolhidas nos indivíduos amostrados.

Para avaliar a capacidade germinativa das sementes de *Retama sphaerocarpa* consoante os vários tratamentos utilizados, realizou-se um delineamento em blocos completos aleatórios (Figura 8; Anexo I). Foram estudados dois factores (período de conservação e tratamento pré-germinativo), num total de seis tratamentos distintos (2 X 3). Deve salientar-se contudo, que o teste ao tempo de conservação inclui diferentes locais (ainda que próximos).

Os dois níveis do factor período de conservação foram os seguintes:

- a. Conservação 1 (C1) – semente com 1 ano de conservação.
- b. Conservação 2 (C2) – semente com 2 anos de conservação.

Os três níveis do factor tratamento pré-germinativo foram os seguintes:

- a. Tratamento A (TA) – ausência de tratamento pré-germinativo.
- b. Tratamento B (TB) – imersão em ácido sulfúrico (concentração de 96%), durante 60 minutos e na ausência de luz (Anónimo, s/d; López *et al.*, 1999).
- c. Tratamento C (TC) – imersão em água quente (80°C) durante 30 segundos, seguida de arrefecimento em água destilada à temperatura ambiente (Ruiz de la Torre *et al.*, 1996).

Cada tratamento teve 10 repetições (10 amostras com 20 sementes cada uma), num total de 200 sementes. Na totalidade do ensaio foram utilizadas 1200 sementes.

As regras da ISTA, a *International Seed Testing Association*, não definem condições de germinação para esta espécie, pelo que se optou pelas condições recomendadas para outras espécies arbustivas, nomeadamente as do género *Cytisus* sp.. A capacidade germinativa dos tratamentos utilizados foi avaliada em condições controladas, numa câmara de germinação a 21°C ( $\pm 3^\circ\text{C}$ ), sem controlo de humidade e na ausência de luz (excepto nos momentos de rega e contagem). Utilizou-se papel de filtro húmido como meio de germinação, durante um período mínimo de 28 dias. A rega foi efectuada sempre que necessário (em média a cada 2 ou 3 dias), com água destilada. O critério de classificação da semente como germinada foi a emergência da radícula ao atingir 1 mm de comprimento (López *et al.*, 1999).



Figura 8. Disposição dos diferentes tratamentos e respectivas repetições nos tabuleiros da câmara de germinação.



Os parâmetros analisados foram os seguintes:

- a. Determinou-se o número de sementes germinadas para cada tratamento e as respectivas percentagens de germinação.
- b. Calculou-se o índice de vigor (V) de cada lote para cada tratamento, segundo a metodologia de López *et al.* (1999).

O índice de vigor foi calculado com base na taxa de germinação, pois os valores desse índice reflectem a capacidade germinativa das sementes por unidade de tempo (López *et al.*, 1999). A fórmula utilizada foi a seguinte:

$$V = (a/1 + b/2 + c/3 + d/4 + \dots + x/n) \times 100/S,$$

onde a, b, c... representam o número de sementes germinadas após 1, 2, 3... dias de ensaio; x representa o número de sementes germinadas aquando do final do ensaio (dia n); S é o número total de sementes do ensaio. Os valores do índice variam entre 0 e 100 (de nulo a muito rápido), tendo sido categorizados da seguinte forma (López *et al.*, 1999):

Muito rápido	$33,33 \leq V \leq 100$
Rápido	$11,11 \leq V < 33,33$
Médio	$5,0 \leq V < 11,11$
Lento	$0,0 < V < 5,0$
Nulo	$0,0 = V$

A determinação do vigor é muito importante do ponto de vista prático, pois ao fornecer informação adicional em relação às percentagens de germinação, auxilia a determinar com mais exactidão a possibilidade real das sementes se estabelecerem no solo (Mayer e Poljakoff-Mayber, 1989; cit. por López *et al.*, 1999).

As sementes que ao longo do período de tempo em que decorreu o ensaio desenvolveram contaminações de origem fúngica (com disseminação por toda a superfície da semente) foram retiradas e contabilizadas como não germinadas.

## **2.2. Ensaio de semente fresca**

Este ensaio iniciou-se em 8 de Outubro de 2010 e decorreu durante 56 dias. O procedimento do ensaio final foi similar ao do ensaio com semente conservada, excepto nos pontos abaixo enunciados.

O material seminal foi colhido em nove indivíduos distintos, na Tapada da Ajuda, Lisboa, no final de Setembro de 2010 (Figura 9).

A semente foi armazenada à temperatura ambiente, no interior das vagens, em envelopes de papel pardo. Foi descascada apenas antes do início do ensaio, de forma a evitar eventuais contaminações externas. Aquando do descasque, foram rejeitadas todas as sementes que apresentassem danos e/ou que não se encontrassem maduras.



Figura 9. Fotografia aérea parcial da Tapada da Ajuda, com a localização aproximada (marcador amarelo com código alfanumérico) dos nove indivíduos de *R. sphaerocarpa* de onde foi recolhida a semente utilizada no ensaio de semente fresca.

Antes dos tratamentos pré-germinativos, todo o lote de sementes foi desinfectado através da imersão em hipoclorito de sódio durante 10 minutos e lavado em seguida com água destilada.

Para avaliar a capacidade germinativa das sementes de *Retama sphaerocarpa* consoante os vários tratamentos utilizados, realizou-se um delineamento em blocos completos aleatórios (Anexo II). Foram considerados dois factores (indivíduo e tratamento pré-germinativo), num total de 27 tratamentos distintos (9 X 3). Os nove níveis do factor indivíduo são a origem genética (I1, I2..., I9), sendo os três níveis do factor tratamento pré-germinativo os seguintes:

- a. Tratamento A (TA) – ausência de tratamento pré-germinativo.
- b. Tratamento B (TB) – imersão em ácido sulfúrico (concentração de 96%), durante 60 minutos e na ausência de luz (Anónimo, s/d; López *et al.*, 1999).
- c. Tratamento C (TC) – imersão em água quente (80°C) durante 30 segundos, seguida de arrefecimento em água destilada à temperatura ambiente (Ruiz de la Torre *et al.*, 1996).

Cada tratamento teve 3 repetições por indivíduo (3 amostras com 20 sementes cada uma), num total de 60 sementes por indivíduo/tratamento. Na totalidade do ensaio foram utilizadas 1620 sementes.

### 2.3. Análise de dados

A análise de dados foi realizada recorrendo ao software estatístico SPSS 18 (PASW Statistics, Release 18.0.0, 2009; <sup>®</sup>SPSS Inc.). Para a exploração dos dados e construção de gráficos recorreu-se ao software Microsoft<sup>®</sup> Office Excel<sup>®</sup> 2007 SP2 (<sup>®</sup>Microsoft Corporation, 2007).

A normalidade dos dados foi verificada recorrendo ao Teste de D'Agostino-Pearson, conforme recomendado por D'Agostino *et al.* (1990). Para o efeito, recorrendo-se à macro desenvolvida por DeCarlo (1997).

A análise estatística foi realizada recorrendo a testes não paramétricos, pois não se cumpriam os pressupostos da análise de variância (ANOVA). A transformação das variáveis não se revelou adequada para a resolução deste problema. A utilização deste tipo de testes, ainda que inevitável, acarreta um aumento da probabilidade de ocorrer um erro do Tipo II, ou seja, aumenta a probabilidade de aceitarmos que não existem diferenças entre grupos quando na realidade essas diferenças existem.

Para o ensaio de semente conservada realizou-se um teste de Mann-Whitney para determinar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os períodos de conservação (independentemente dos tratamentos pré-germinativos). Foi também efectuado um teste de Kruskal-Wallis para averiguar da existência de diferenças entre os três tratamentos pré-germinativos (independentemente do período de conservação). O teste de Kruskal-Wallis apenas indica se existem diferenças estatisticamente significativas entre um ou mais tratamentos, mas não identifica entre quais. Deste modo, executaram-se testes de Mann-Whitney entre os diferentes pares de tratamentos, para determinar quais foram significativamente diferentes entre si. Para cada período de conservação efectuou-se um teste de Kruskal-Wallis para averiguar da existência de diferenças entre os tratamentos, bem como testes de Mann-Whitney para comparação de médias entre pares de tratamentos.

Para o ensaio de semente fresca realizou-se um teste de Kruskal-Wallis para averiguar da existência de diferenças entre os três tratamentos pré-germinativos (independentemente do indivíduo). Na sequência do teste anterior, executaram-se testes de Mann-Whitney entre os diferentes pares de tratamentos, para determinar quais foram significativamente diferentes entre si. Para determinar a eventual existência de diferenças entre os nove indivíduos testados efectuaram-se testes de Mann-Whitney para os diferentes pares de indivíduos. Não se realizaram análises estatísticas para determinar a eventual existência de diferenças significativas entre os três tratamentos dentro de cada indivíduo, pois o número de observações era demasiado baixo ( $n=3$  para cada tratamento de cada indivíduo).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Ensaio de semente conservada

Os resultados obtidos neste ensaio de germinação encontram-se resumidos no Quadro 1. No Anexo III encontra-se um quadro com a evolução das percentagens de germinação ao longo do ensaio. Todos os *outputs* da análise estatística podem ser encontrados no Anexo IV. Na Figura 10 podem-se observar as curvas de germinação correspondentes a cada tratamento.

Quadro 1. Percentagem de sementes de *Retama sphaerocarpa* que germinaram após 28, 56 e 133 dias (final do ensaio) e vigor germinativo (C1: semente com 1 ano de conservação; C2: semente com 2 anos de conservação; TA: testemunha; TB: Ácido Sulfúrico; TC: água quente).

Tratamento	N.º sementes inicial	% sementes germinadas			Vigor
		28 dias	56 dias	133 dias	
C1TA	200	06,7	16,1	32,2	9,72
C1TB	200	56,7	66,5	73,5	65,10
C1TC	200	40,5	61,6	73,1	42,11
C2TA	200	04,8	12,1	20,9	6,99
C2TB	200	30,7	41,2	46,9	35,44
C2TC	200	13,9	23,1	32,9	14,47

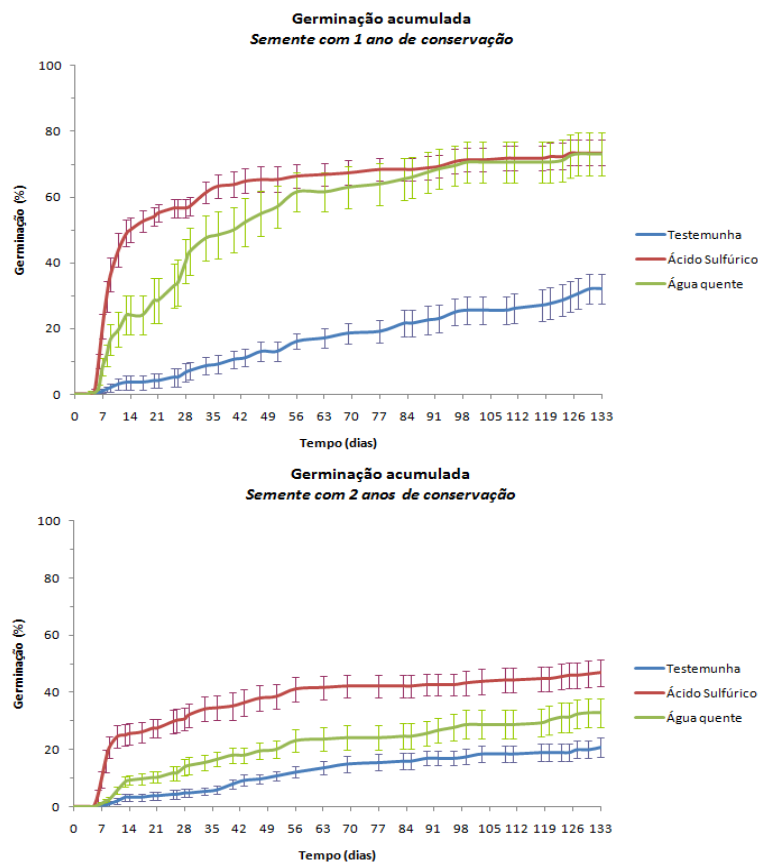


Figura 10. Germinação acumulada de sementes conservadas. A barra representa o erro padrão.

No final do ensaio, após 133 dias, verificou-se que as sementes conservadas durante 1 ano apresentaram melhores resultados do que as sementes conservadas durante 2 anos e que

os tratamentos B e C apresentaram melhores resultados do que o tratamento A (testemunha). Adicionalmente, verificou-se que o tratamento B apresentou resultados mais rapidamente do que os restantes tratamentos, embora na semente com 1 ano de conservação o tratamento C apresentasse taxas de germinação, no final do ensaio, similares ao tratamento B.

O tratamento que apresentou melhores resultados foi o C1TB (sementes com 1 ano de conservação, tratamento de pré-germinação com ácido sulfúrico), com uma taxa de germinação no final do ensaio de 73,5%. O tratamento C1TC (sementes com 1 ano de conservação, tratamento com água quente) apresentou resultados muito semelhantes, com uma taxa de germinação de 73,1%. Como seria previsível, tendo em consideração as características da semente de *Retama sphaerocarpa* (sementes duras, com dormência física), os tratamentos com piores resultados foram os testemunha (C1TA e C2TA com, respectivamente, 32,1% e 20,9% de taxa de germinação).

A análise estatística da taxa de germinação aos 133 dias revelou a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os dois períodos de conservação e entre os três tratamentos pré-germinativos (Quadro 2). O teste de Mann-Whitney permitiu concluir que existem diferenças significativas entre os tratamentos A e B ( $U=32,500$ ,  $P\leq 0,05$ ), bem como entre os tratamentos A e C ( $U=92,000$ ,  $P\leq 0,05$ ). Não se verificaram diferenças significativas entre os tratamentos B e C ( $U=170,500$ ,  $P>0,05$ ).

Quadro 2. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas nas taxas de germinação entre os dois períodos de conservação e entre os três tratamentos pré-germinativos após 133 dias de ensaio ( $p\text{-value} = 0,05$ ).

	Dif. Significativas	Estatística
1 ano conservação ≠ 2 anos conservação	Sim	$U=180,500$ ; $P=0,000$
Diferenças entre tratamentos	Sim	$H(2)=19,846$ ; $P=0,000$
Testemunha ≠ Ácido Sulfúrico	Sim	$U=32,500$ ; $P=0,000$
Testemunha ≠ Água quente	Sim	$U=92,000$ ; $P=0,003$
Ácido Sulfúrico ≠ Água quente	Não	$U=170,500$ ; $P=0,429$

Nas sementes com 1 ano de conservação, verificou-se a existência de uma diferença estatisticamente significativa entre os diferentes tratamentos [ $H(2)=16,120$ ,  $P\leq 0,05$ ], com números de ordem médios de 6,40 para o tratamento A, 19,70 para o tratamento B e de 20,40 para o tratamento C. O tratamento A apresentou uma diferença estatisticamente significativa do tratamento B ( $U=1,000$ ,  $P\leq 0,05$ ) e do tratamento C ( $U=8,000$ ,  $P\leq 0,05$ ) (Figura 11). Por outro lado, verificou-se que não ocorreram diferenças significativas entre o tratamento B e o tratamento C ( $U=43,000$ ,  $P>0,05$ ).

Nas sementes com 2 anos de conservação também se verificou a existência de diferenças significativas entre os diferentes tratamentos [ $H(2)=10,656$ ,  $P\leq 0,05$ ], com números de ordem médios de 9,30 para o tratamento A, 22,10 para o tratamento B e de 15,10 para o tratamento C. Ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre o tratamento A e o



tratamento B ( $U=9,000$ ,  $P\leq 0,05$ ). Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre o tratamento A e o tratamento C ( $U=29,000$ ,  $P\leq 0,05$ ), bem como entre o tratamento B e o tratamento C ( $U=25,000$ ,  $P\leq 0,05$ ) (Figura 11).

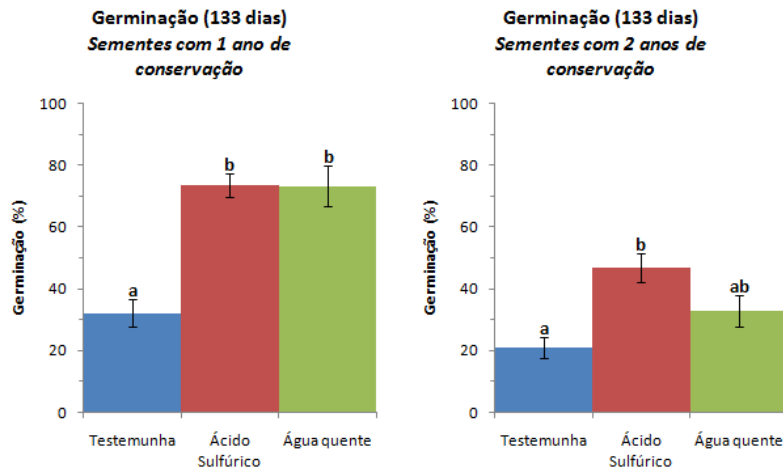


Figura 11. Percentagem de sementes germinadas no final do ensaio, agrupadas por tratamento pré-germinativo e por período de conservação. As barras negras indicam o erro padrão e as letras indicam a existência (ou não) de diferenças significativas, com um nível de significância de 5%.

O ritmo de germinação (vigor) variou entre o médio e o muito rápido. O tratamento que apresentou o melhor vigor foi o C1TB, seguido do C1TC e do C2TB.

A análise estatística do índice de vigor no final do ensaio revelou a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os dois períodos de conservação e entre os três tratamentos pré-germinativos (Quadro 3). O teste de Mann-Whitney permitiu concluir que existem diferenças significativas entre os tratamentos A e B ( $U=4,000$ ,  $P\leq 0,05$ ), A e C ( $U=43,000$ ,  $P\leq 0,05$ ) e B e C ( $U=83,000$ ,  $P\leq 0,05$ ).

Quadro 3. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas no índice de vigor entre os dois períodos de conservação e entre os três tratamentos pré-germinativos após 133 dias de ensaio ( $p\text{-value} = 0,05$ ).

	Dif. Significativas	Estatística
1 ano conservação ≠ 2 anos conservação	Sim	$U=270,000$ ; $P=0,008$
Diferenças entre tratamentos	Sim	$H(2)=36,750$ ; $P=0,000$
Testemunha ≠ Ácido Sulfúrico	Sim	$U=4,000$ ; $P=0,000$
Testemunha ≠ Água quente	Sim	$U=43,000$ ; $P=0,000$
Ácido Sulfúrico ≠ Água quente	Sim	$U=83,000$ ; $P=0,001$

Nas sementes com 1 ano de conservação, verificou-se a existência de uma diferença estatisticamente significativa entre os diferentes tratamentos [ $H(2)=21,649$ ,  $P\leq 0,05$ ], com números de ordem médios de 5,80 para o tratamento A, 24,00 para o tratamento B e de 16,70 para o tratamento C. Ocorreram diferenças estatisticamente significativas no índice de vigor entre os tratamentos A e B ( $U=0,000$ ,  $P\leq 0,05$ ), A e C ( $U=3,000$ ,  $P\leq 0,05$ ) e B e C ( $U=15,000$ ,  $P\leq 0,05$ ) (Figura 12).

Nas sementes com 2 anos de conservação também se verificou a existência de diferenças significativas entre os diferentes tratamentos [ $H(2)=20,766$ ,  $P\leq 0,05$ ], com números de ordem médios de 6,90 para o tratamento A, 24,80 para o tratamento B e de 14,80 para o tratamento C. Assinalaram-se diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos A e B ( $U=0,000$ ,  $P\leq 0,05$ ), A e C ( $U=14,000$ ,  $P\leq 0,05$ ) e B e C ( $U=7,000$ ,  $P\leq 0,05$ ) (Figura 12).

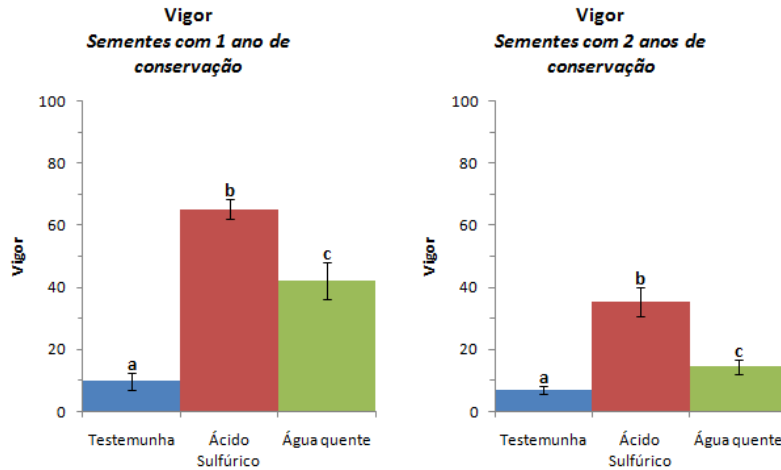


Figura 12. Vigor agrupado por tratamento pré-germinativo e por período de conservação. As barras negras indicam o erro padrão e as letras indicam a existência (ou não) de diferenças significativas, com um nível de significância de 5%.

Para permitir uma comparação mais adequada com o ensaio de semente fresca, analisaram-se também as taxas de germinação após 56 dias de ensaio. Mais uma vez, o tratamento que apresentou melhores resultados foi o C1TB, com uma taxa de germinação de 66,5%, seguido do C1TC, com 61,6%. Os tratamentos C2TB e C2TC apresentaram valores de 41,2% e 23,1%, respectivamente. Os tratamentos com piores resultados foram os tratamentos testemunha, com 16,1% de taxa de germinação no C1TA e 12,1% no C2TA.

A análise estatística da taxa de germinação aos 56 dias revelou a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os dois períodos de conservação e entre os três tratamentos pré-germinativos (Quadro 4). O teste de Mann-Whitney permitiu concluir que existem diferenças significativas entre os tratamentos A e B ( $U=3,500$ ,  $P\leq 0,05$ ), bem como entre os tratamentos A e C ( $U=54,000$ ,  $P\leq 0,05$ ), não se verificando tais diferenças entre os tratamentos B e C ( $U=146,000$ ,  $P>0,05$ ).

Quadro 4. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas nas taxas de germinação entre os dois períodos de conservação e entre os três tratamentos pré-germinativos após 56 dias de ensaio ( $p\text{-value} = 0,05$ ).

	Dif. Significativas	Estatística
1 ano conservação ≠ 2 anos conservação	Sim	$U=227,500$ ; $P=0,000$
Diferenças entre tratamentos	Sim	$H(2)=31,000$ ; $P=0,000$
Testemunha ≠ Ácido Sulfúrico	Sim	$U=3,500$ ; $P=0,000$
Testemunha ≠ Água quente	Sim	$U=54,000$ ; $P=0,000$
Ácido Sulfúrico ≠ Água quente	Não	$U=146,000$ ; $P=0,149$

Nas sementes com 1 ano de conservação, verificou-se a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes tratamentos [ $H(2)=18,800$ ,  $P\leq 0,05$ ], com números de ordem médios de 5,70 para o tratamento A, 20,95 para o tratamento B e de 19,85 para o tratamento C. O tratamento A apresentou-se significativamente diferente do tratamento B ( $U=0,000$ ,  $P\leq 0,05$ ) e do tratamento C ( $U=2,000$ ,  $P\leq 0,05$ ), não sendo significativa a diferença entre os tratamentos B e C ( $U=45,500$ ,  $P>0,05$ ) (Figura 13).

Nas sementes com 2 anos de conservação também se verificou a existência de diferenças significativas entre os diferentes tratamentos [ $H(2)=16,760$ ,  $P\leq 0,05$ ], com números de ordem médios de 7,75 para o tratamento A, 23,80 para o tratamento B e de 14,95 para o tratamento C. Ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre todos os pares de tratamentos: A e B ( $U=1,500$ ,  $P\leq 0,05$ ), A e C ( $U=21,000$ ,  $P\leq 0,05$ ) e B e C ( $U=15,500$ ,  $P\leq 0,05$ ) (Figura 13), tal como se havia assinalado no final do ensaio.

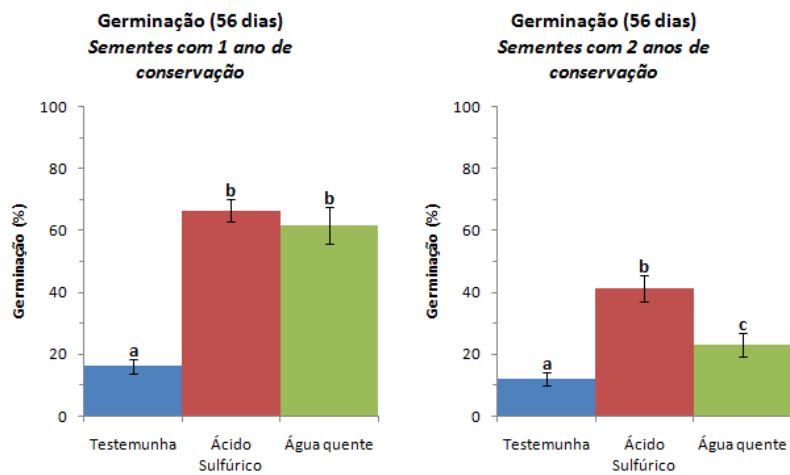


Figura 13. Percentagem de sementes germinadas após 56 dias de ensaio, agrupadas por tratamento pré-germinativo e por período de conservação. As barras negras indicam o erro padrão e as letras indicam a existência (ou não) de diferenças significativas, com um nível de significância de 5%.

Analisando a taxa de germinação após 28 dias, o tratamento mais eficaz em ambos os períodos de conservação foi o tratamento B (C1TB - 56,7%; C2TB - 30,7%). Nas sementes com 1 ano de conservação o tratamento C apresentou uma taxa de germinação de 40,5% e de apenas 13,9% nas sementes com 2 anos de conservação. Os tratamentos testemunha obtiveram resultados muito fracos, apenas 6,7% (C1TA) e 4,8% (C2TA) de taxa de germinação.

A análise estatística da taxa de germinação aos 28 dias revelou a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os dois períodos de conservação e entre os três tratamentos pré-germinativos (Quadro 5). O teste de Mann-Whitney permitiu concluir que existem diferenças significativas entre os tratamentos A e B ( $U=5,000$ ,  $P\leq 0,05$ ), bem como entre os tratamentos A e C ( $U=55,000$ ,  $P\leq 0,05$ ) e B e C ( $U=105,500$ ,  $P\leq 0,05$ ).



Quadro 5. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas nas taxas de germinação entre os dois períodos de conservação e entre os três tratamentos pré-germinativos após 28 dias de ensaio ( $p\text{-value} = 0,05$ ).

	Dif. Significativas	Estatística
1 ano conservação ≠ 2 anos conservação	Sim	$U=275,500; P=0,010$
Diferenças entre tratamentos	Sim	$H(2)=33,303; P=0,000$
Testemunha ≠ Ácido Sulfúrico	Sim	$U=5,000; P=0,000$
Testemunha ≠ Água quente	Sim	$U=55,000; P=0,000$
Ácido Sulfúrico ≠ Água quente	Sim	$U=105,500; P=0,009$

Nas sementes com 1 ano de conservação, verificou-se a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes tratamentos [ $H(2)=19,077, P\leq 0,05$ ], com números de ordem médios de 6,10 para o tratamento A, 22,9 para o B e de 17,50 para o C. O tratamento A apresentou diferenças estatisticamente significativas do tratamento B ( $U=0,000, P\leq 0,05$ ) e do tratamento C ( $U=6,000, P\leq 0,05$ ) (Figura 14), não se detectando tais diferenças entre os tratamentos B e C ( $U=26,000, P>0,05$ ).

Nas sementes com 2 anos de conservação também se verificou a existência de diferenças significativas entre os diferentes tratamentos [ $H(2)=18,617, P\leq 0,05$ ], com números de ordem médios de 7,45 para o tratamento A, 24,30 para o B e de 14,75 para o C. Ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos A e B ( $U=0,000, P\leq 0,05$ ), A e C ( $U=19,500, P\leq 0,05$ ) e B e C ( $U=12,000, P\leq 0,05$ ) (Figura 14).

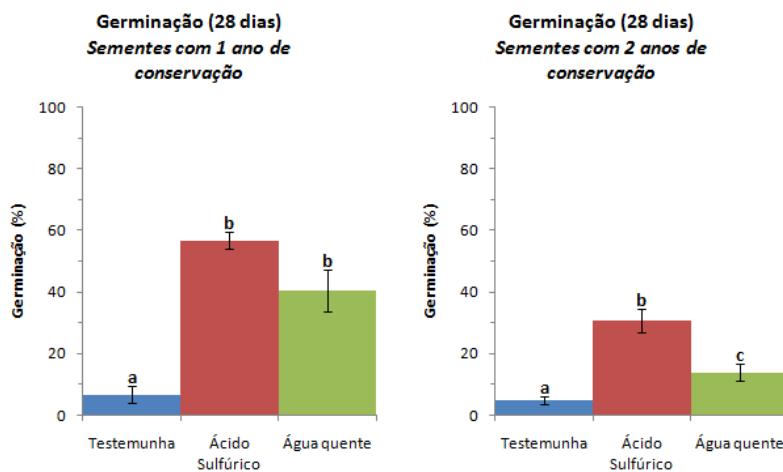


Figura 14. Percentagem de sementes germinadas após 28 dias de ensaio, agrupadas por tratamento pré-germinativo e por período de conservação. As barras negras indicam o erro padrão e as letras indicam a existência (ou não) de diferenças significativas, com um nível de significância de 5%.

### 3.2. Ensaio de semente fresca

#### Influencia dos tratamentos pré-germinativos na taxa e ritmo de germinação

Os resultados obtidos neste ensaio encontram-se resumidos no Quadro 6, agrupados por tratamento pré-germinativo. No Anexo V encontra-se um quadro com a evolução das percentagens de germinação ao longo do ensaio. Todos os *outputs* da análise estatística

podem ser consultados no Anexo VI. Na Figura 15 podem-se observar as curvas de germinação de cada tratamento.

Quadro 6. Percentagem de sementes de *Retama sphaerocarpa* que germinaram após 28 e 56 dias de ensaio (resultados agrupados por tratamento) (TA: testemunha; TB: Ácido Sulfúrico; TC: água quente).

Tratamento	N.º sementes inicial	% sementes germinadas		Vigor
		28 dias	56 dias	
TA	540	11,3	15,4	7,05
TB	540	79,4	82,2	58,26
TC	540	28,7	46,9	17,72

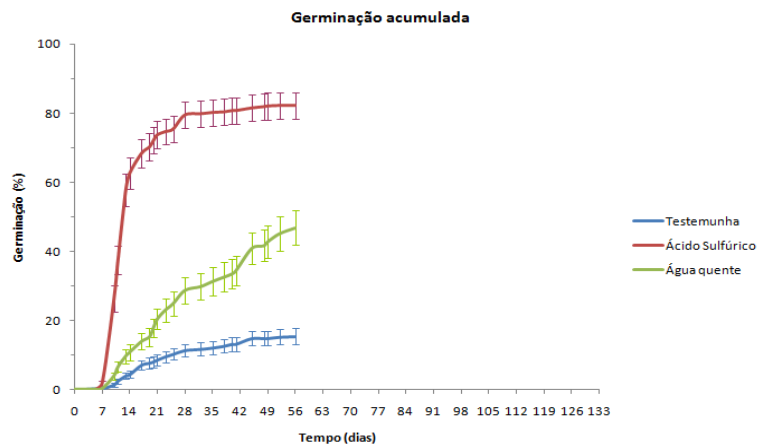


Figura 15. Germinação acumulada de sementes frescas. A barra representa o erro padrão.

No final do ensaio, após 56 dias, verificou-se que o tratamento que apresentou melhores resultados foi o tratamento B, com uma taxa de germinação de 82,2%. Os tratamentos A e C apresentaram resultados muito inferiores, com taxas de germinação de, respectivamente, 15,4% e 46,9%.

A análise estatística da taxa de germinação revelou a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os três tratamentos pré-germinativos (Quadro 7). O teste de Mann-Whitney permitiu concluir que existem diferenças significativas entre os tratamentos A e B ( $U=14,500$ ,  $P\leq 0,05$ ), A e C ( $U=103,500$ ,  $P\leq 0,05$ ) e B e C ( $U=95,000$ ,  $P\leq 0,05$ ) (Figura 16).

Quadro 7. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas nas taxas de germinação entre os três tratamentos pré-germinativos após 56 dias de ensaio ( $p\text{-value} = 0,05$ ).

	Dif. Significativas	Estatística
Diferenças entre tratamentos	Sim	$H(2)=53,055$ ; $P=0,000$
Testemunha ≠ Ácido Sulfúrico	Sim	$U=9,000$ ; $P=0,000$
Testemunha ≠ Água quente	Sim	$U=170,500$ ; $P=0,001$
Ácido Sulfúrico ≠ Água quente	Sim	$U=33,000$ ; $P=0,000$

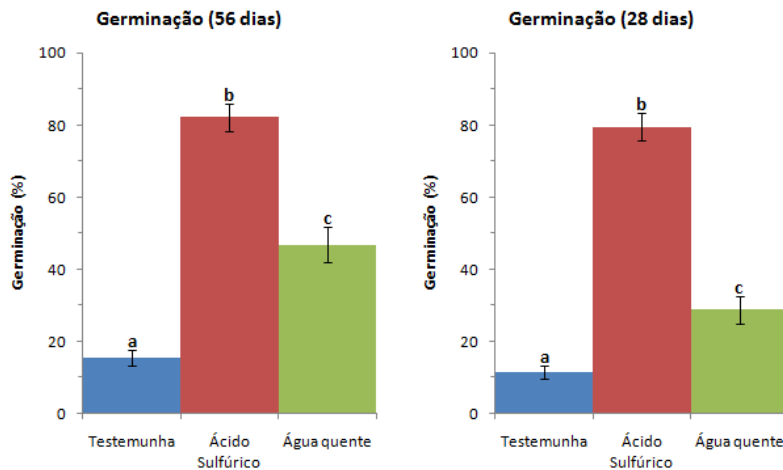


Figura 16. Percentagem de sementes germinadas após 56 e 28 dias de ensaio, agrupadas por tratamento pré-germinativo. As barras negras indicam o erro padrão e as letras indicam a existência (ou não) de diferenças significativas, com um nível de significância de 5%.

O ritmo de germinação (vigor) variou entre o médio e o muito rápido. O tratamento que apresentou o melhor vigor foi o B, seguido do tratamento C e do tratamento A.

A análise estatística do índice de vigor no final do ensaio revelou a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os três tratamentos pré-germinativos (Quadro 8). O teste de Mann-Whitney permitiu concluir que as diferenças significativas ocorreram entre todos os pares de tratamentos: A e B ( $U=9,000$ ,  $P\leq 0,05$ ), A e C ( $U=170,500$ ,  $P\leq 0,05$ ) e B e C ( $U=33,000$ ,  $P\leq 0,05$ ) (Figura 17).

Quadro 8. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas no índice de vigor entre os três tratamentos pré-germinativos após 56 dias de ensaio ( $p\text{-value} = 0,05$ ).

	Dif. Significativas	Estatística
<b>Diferenças entre tratamentos</b>	Sim	$H(2)=53,055$ ; $P=0,000$
Testemunha $\neq$ Ácido Sulfúrico	Sim	$U=9,000$ ; $P=0,000$
Testemunha $\neq$ Água quente	Sim	$U=170,500$ ; $P=0,001$
Ácido Sulfúrico $\neq$ Água quente	Sim	$U=33,000$ ; $P=0,000$

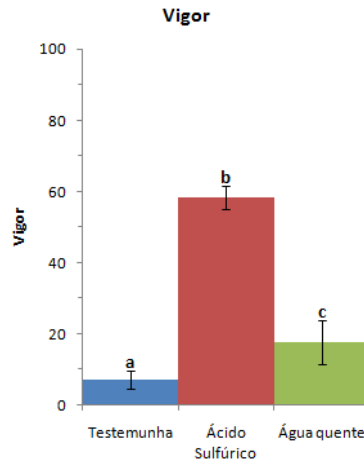


Figura 17. Vigor agrupado por tratamento pré-germinativo. As barras negras indicam o erro padrão e as letras indicam a existência (ou não) de diferenças significativas, com um nível de significância de 5%.

Analisando a taxa de germinação após 28 dias, verificou-se que a hierarquização da eficácia dos tratamentos já era similar à verificada aquando do final do ensaio. O tratamento mais eficaz foi o tratamento B, com uma taxa de germinação de 79,4%. O tratamento C apresentou uma taxa de germinação de 28,7% e o tratamento A uma taxa de germinação de 11,3%.

A análise estatística da taxa de germinação, efectuada de forma semelhante à descrita acima (Quadro 9), permitiu concluir que ocorreram diferenças significativas entre todos pares de tratamentos: A e B ( $U=10,500$ ,  $P\leq 0,05$ ), A e C ( $U=175,500$ ,  $P\leq 0,05$ ) e B e C ( $U=36,000$ ,  $P\leq 0,05$ ) (Figura 16).

Quadro 9. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas nas taxas de germinação entre os três tratamentos pré-germinativos após 28 dias de ensaio ( $p\text{-value} = 0,05$ ).

	Dif. Significativas	Estatística
Diferenças entre tratamentos	Sim	$H(2)=52,494$ ; $P=0,000$
Testemunha $\neq$ Ácido Sulfúrico	Sim	$U=10,500$ ; $P=0,000$
Testemunha $\neq$ Água quente	Sim	$U=175,500$ ; $P=0,001$
Ácido Sulfúrico $\neq$ Água quente	Sim	$U=36,000$ ; $P=0,000$

#### Influência do indivíduo na taxa e ritmo de germinação

No que se refere à influência do indivíduo na taxa e ritmo de germinação, os resultados encontram-se resumidos no Quadro 10. No Anexo VII encontram-se as curvas de germinação de cada indivíduo e no Anexo VIII estão disponíveis os *outputs* da análise estatística.

Quadro 10. Percentagem de sementes de *Retama sphaerocarpa* que germinaram após 28 e 56 dias de ensaio (resultados agrupados por indivíduo).

Indivíduo	N.º sementes inicial	% sementes germinadas		Vigor
		28 dias	56 dias	
11	180	18,3	24,4	11,24
12	180	48,3	55,6	36,82
13	180	47,2	58,3	32,35
14	180	40,6	49,4	27,84
15	180	42,9	50,7	31,14
16	180	40,0	51,7	27,46
17	180	52,2	65,0	31,46
18	180	34,4	37,2	25,73
19	180	34,4	41,1	25,07

No final do ensaio, verificou-se que a maioria dos indivíduos apresentavam resultados de germinação relativamente homogêneos entre si, com exceção do indivíduo 1 e, em menor escala, dos indivíduos 8 e 9. Globalmente, o indivíduo 7 foi o que apresentou uma melhor percentagem média de sementes germinadas (65% após 56 dias), sendo o indivíduo 1 o que apresentou resultados mais fracos (taxa de germinação média de 24,4%).

A análise estatística da taxa de germinação revelou a existência de diferenças estatisticamente significativas entre três pares de indivíduos (Quadro 11). O teste de Mann-Whitney permitiu discriminar diferenças significativas entre os indivíduos 1 e 2 ( $U=13,000$ ,  $P\leq 0,05$ ), 1 e 3 ( $U=15,500$ ,  $P\leq 0,05$ ) e 1 e 7 ( $U=14,000$ ,  $P\leq 0,05$ ), não se verificando diferenças significativas entre os restantes indivíduos (Figura 18).

Quadro 11. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas nas taxas de germinação entre os diferentes indivíduos, após 56 dias de ensaio ( $p\text{-value} = 0,05$ ). Por questões de economia de espaço, apenas se indicam os pares de indivíduos onde se verificou a existência de diferenças significativas.

	Dif. Significativas	Estatística
11 ≠ 12	Sim	$U=13,000$ ; $P=0,014$
11 ≠ 13	Sim	$U=15,500$ ; $P=0,024$
11 ≠ 17	Sim	$U=14,000$ ; $P=0,019$

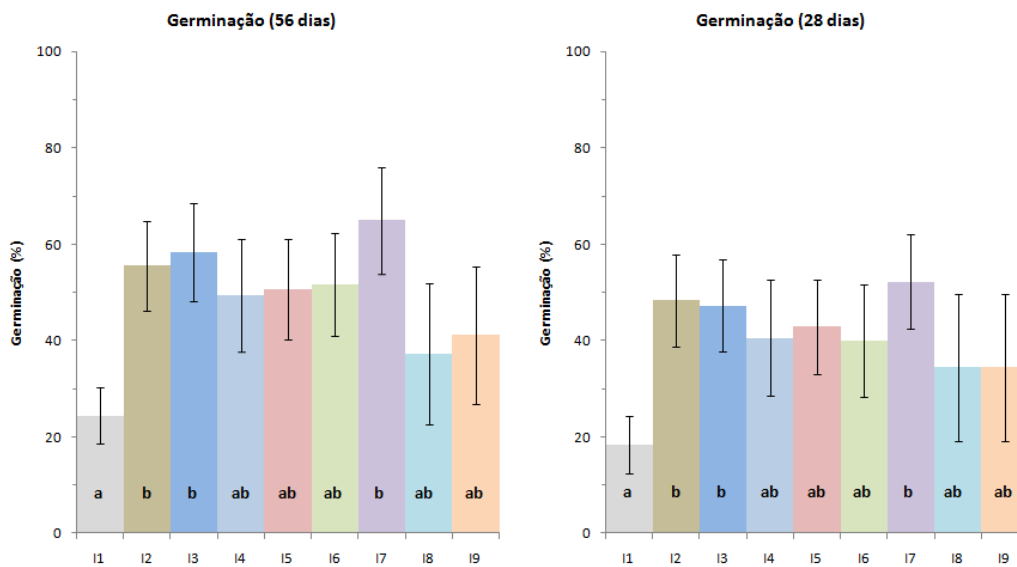


Figura 18. Percentagem de sementes germinadas após 56 e 28 dias de ensaio, agrupadas por indivíduo. As barras negras indicam o erro padrão e as letras indicam a existência (ou não) de diferenças significativas, com um nível de significância de 5% (I: indivíduo).

Todos os indivíduos apresentaram um ritmo de germinação (vigor) rápido, com exceção do indivíduo 2, que foi classificado como muito rápido (índice de vigor de 36,82).

A análise estatística do índice de vigor (Quadro 12) revelou novamente a existência de diferenças estatisticamente significativas entre três pares de indivíduos: 1 e 2 ( $U=14,500$ ,  $P\leq 0,05$ ), 1 e 3 ( $U=15,000$ ,  $P\leq 0,05$ ) e 1 e 7 ( $U=13,000$ ,  $P\leq 0,05$ ), tal como já havia acontecido para a taxa de germinação (Figura 19).

Quadro 12. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas no índice de vigor entre os diferentes indivíduos, após 56 dias de ensaio ( $p\text{-value} = 0,05$ ). Por questões de economia de espaço, apenas se indicam os pares de indivíduos onde se verificou a existência de diferenças significativas.

	Dif. Significativas	Estatística
11 ≠ 12	Sim	$U=14,500$ ; $P=0,019$
11 ≠ 13	Sim	$U=15,000$ ; $P=0,024$
11 ≠ 17	Sim	$U=13,000$ ; $P=0,014$

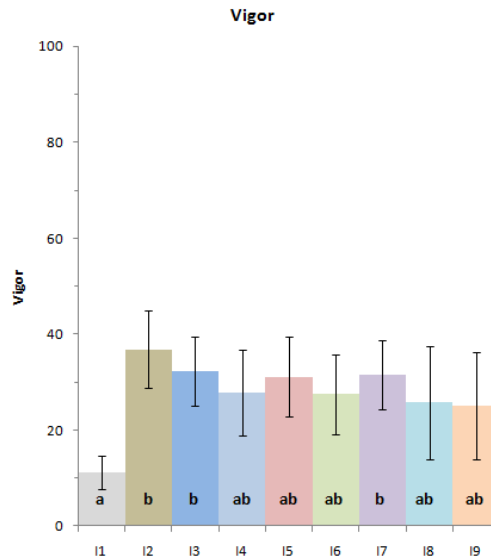


Figura 19. Índice de vigor da germinação por indivíduo. As barras vermelhas indicam o erro padrão e as letras indicam a existência (ou não) de diferenças significativas, com um nível de significância de 5% (I: indivíduo).

Analisando a taxa de germinação após os 28 dias ISTA, verificou-se que, tal como após 56 dias de ensaio, o indivíduo 7 foi o que apresentou uma melhor percentagem média de sementes germinadas (52,2%). Foi novamente o indivíduo 1 o que apresentou piores resultados, com uma percentagem média de sementes germinadas de apenas 18,3%.

A análise estatística da taxa de germinação revelou diferenças estatisticamente significativas entre os mesmos três pares de indivíduos que as haviam já apresentado aos 56 dias (Quadro 13): 1 e 2 ( $U=14,000, P\leq 0,05$ ), 1 e 3 ( $U=15,500, P\leq 0,05$ ) e 1 e 7 ( $U=12,500, P\leq 0,05$ ) (Figura 18).

Quadro 13. Resumo dos resultados dos testes não paramétricos efectuados para averiguar da existência de diferenças significativas nas taxas de germinação entre os diferentes indivíduos, após 28 dias de ensaio ( $p\text{-value} = 0,05$ ). Por questões de economia de espaço, apenas se indicam os pares de indivíduos onde se verificou a existência de diferenças significativas.

	Dif. Significativas	Estatística
I1 ≠ I2	Sim	$U=14,000; P=0,019$
I1 ≠ I3	Sim	$U=15,500; P=0,024$
I1 ≠ I7	Sim	$U=12,500; P=0,011$

### 3.3. Discussão

O tratamento pré-germinativo mais eficaz foi claramente o que recorreu ao ácido sulfúrico (tratamento B). Em ambos os ensaios foi o tratamento que apresentou melhores e mais rápidos resultados. As razões para tal estão provavelmente relacionadas com a maior eficácia do ácido sulfúrico na degradação do tegumento da semente de *Retama sphaerocarpa*. De um modo geral, a água quente (tratamento C) produziu resultados inferiores ao ácido sulfúrico, sendo as diferenças entre ambos estatisticamente significativas

aos 28 e 56 dias na semente com 2 anos de conservação (ensaio com semente conservada) e aos 28 e 56 dias do ensaio com semente fresca. Ao longo do tempo, a água quente revelou uma tendência para convergir com o ácido sulfúrico (aos 133 dias na semente com 1 ano de conservação e indivíduo 7 do ensaio com semente fresca), o que sugere que um tratamento com água quente mais agressivo poderá possibilitar resultados mais aproximados aos do ácido sulfúrico (por exemplo, um tempo de imersão em água quente mais prolongado e/ou deixar as sementes na água quente enquanto esta arrefece). Os resultados obtidos com o tratamento testemunha indicam claramente a necessidade de efectuar tratamentos pré-germinativos nas sementes de *Retama sphaerocarpa*.

Verificou-se também que o indivíduo pode influenciar significativamente o sucesso da germinação, sendo claro que, globalmente, os indivíduos 2, 3 e 7 se destacam pela positiva e o indivíduo 1 pela negativa. A eficácia dos tratamentos também apresentou algumas variações consoante os indivíduos. A título de exemplo, nos indivíduos 8 e 9 do ensaio final verificou-se que a água quente apresentou uma taxa de germinação muito mais fraca do que nos restantes 7 indivíduos, o que afectou o valor de germinação média deste tratamento (a germinação média sem esses dois indivíduos seria de 35,2% aos 28 dias e de 55,2% aos 56 dias). Por outro lado, esses mesmos dois indivíduos foram os que apresentaram melhores resultados com o ácido sulfúrico, o que sugere que o seu tegumento é mais espesso do que os restantes, respondendo melhor a um tratamento pré-germinativo mais agressivo. As causas para as diferenças entre os indivíduos poderão ser de origem genética (por exemplo, variações da espessura do tegumento da semente), podem estar relacionadas com o facto da localização física dos indivíduos condicionar o estado de maturação das sementes, ou, eventualmente, dever-se apenas ao facto da semente colhida estar na planta desde o ano anterior (logo mais atreita a contaminação fúngica e com viabilidade germinativa inferior). O facto de apenas se terem encontrado diferenças significativas entre três pares de indivíduos também poderá estar relacionado com as limitações dos testes não paramétricos, pois, como foi anteriormente referido, neste tipo de testes a probabilidade de aceitarmos que não existem diferenças entre grupos quando na realidade essas diferenças existem é superior.

Os resultados obtidos em ambos os ensaios foram diferentes dos verificados na bibliografia, pois só se obtiveram valores remotamente similares aos referidos na bibliografia no tratamento C1TC (semente com 1 ano de conservação, imersão em água quente) do ensaio com semente conservada (41,2% de taxa de germinação após 28 dias de ensaio) e no tratamento B (ácido sulfúrico) do ensaio final (79,4% de germinação após 28 dias). Os resultados obtidos em ambos os ensaios sugerem que os valores referidos por Ruiz de la Torre *et al.* (1996) se referem a ensaios com um período temporal mais alargado (superior a 56 dias). As causas para a disparidade entre os resultados obtidos e os resultados constantes da bibliografia poderão ser a presença de sementes em diferentes estados de



maturidade nos lotes ensaiados, diferenças da capacidade germinativa dos vários indivíduos constituintes dos lotes ensaiados, diferenças genéticas entre os vários indivíduos, bem como a contaminação fúngica do ensaio.

A percentagem de sementes que germinaram com sucesso também poderá ter sido afectada pelo elevado número de unidades que necessitaram de ser retiradas dos ensaios ao longo dos mesmos, principalmente devido a contaminação de origem fúngica. As Figuras 20 e 21 indicam a percentagem de sementes retiradas por esse motivo em ambos os ensaios. No caso do ensaio com semente conservada, é aparente que as sementes com 2 anos de conservação foram muito mais susceptíveis aos fungos, o que se poderá dever ao maior tempo de conservação em condições não controladas, ou à colheita de sementes que estavam na planta desde o ano anterior. Verificou-se também que em ambos os períodos de conservação o tratamento com água quente apresentou uma maior percentagem de sementes retiradas devido a este factor, o que, se poderá dever a uma incorrecta desinfecção da tina onde as sementes foram mergulhadas aquando do seu escaldão em água quente. No ensaio com semente fresca também se verificou ser mais frequente o aparecimento de sementes contaminadas por fungos no tratamento com água quente, embora neste ensaio sobressaia o facto de haver indivíduos claramente mais susceptíveis à contaminação fúngica, nomeadamente os indivíduos 1 e 5.

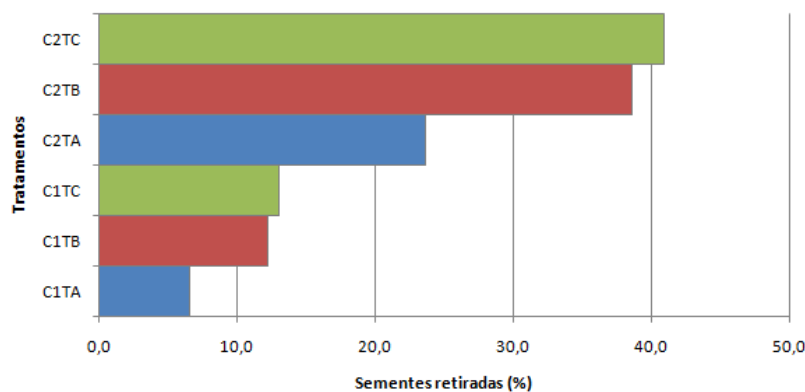


Figura 20. Ensaio com semente conservada: percentagem de sementes retiradas devido a infecção fúngica em cada tratamento (C1: semente com 1 ano de conservação; C2: semente com 2 anos de conservação; TA: testemunha; TB: Ácido Sulfúrico; TC: água quente).

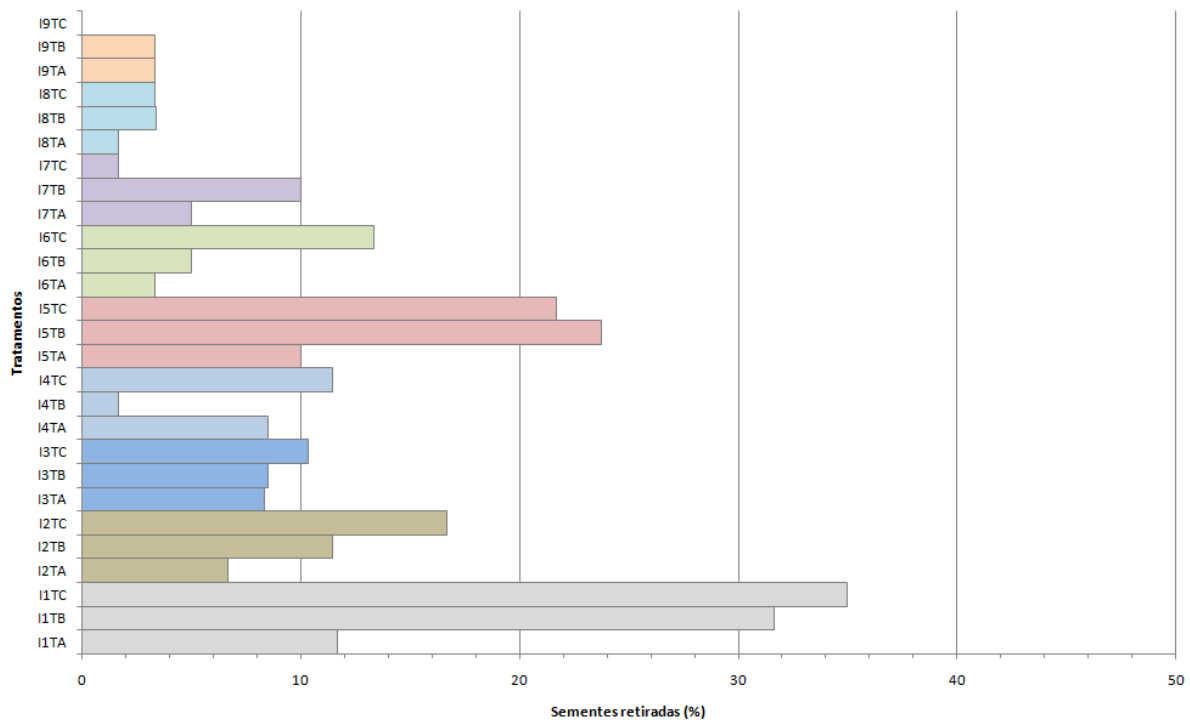


Figura 21. Ensaio com semente fresca: percentagem de sementes retiradas devido a infecção fúngica por indivíduo e por tratamento (I: indivíduo; TA: testemunha; TB: ácido sulfúrico; TC: água quente).

Outros factores que poderão ter influenciado a contaminação fúngica foram condições de assepsia na câmara de germinação eventualmente desadequadas ou a possível contaminação da água destilada utilizada (por exemplo, incorrecta desinfecção dos recipientes onde a mesma foi armazenada).

No que se refere ao índice de vigor, aparentemente a escarificação auxilia o ritmo de germinação, pois os tratamentos testemunha apresentaram índices de vigor substancialmente mais reduzidos. Em qualquer dos ensaios, o tratamento com ácido sulfúrico destacou-se por possibilitar um vigor de germinação classificado como muito rápido. Deste modo, a importância da escarificação reside não só no facto de melhorar a capacidade germinativa, mas também no facto de poder acelerar esse mesmo processo (López *et al.*, 1999).

## 4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos em ambos os ensaios indicam que a imersão das sementes de *Retama sphaerocarpa* em ácido sulfúrico com concentração 96% durante 60 minutos é, até ao momento, o tratamento pré-germinativo mais eficaz para potenciar a produção em viveiro desta espécie. A utilização deste tratamento permite não só maximizar o número de sementes germinadas, como também garantir que a maior parte das sementes germinam num espaço de tempo relativamente reduzido, possibilitando desse modo uma maior uniformidade etária do lote de plantas produzidas pelo viveiro. Na perspectiva do viveirista a uniformidade da idade das plantas produzidas é um factor muito importante, pois facilita a gestão e escoamento dos stocks.

A realização de tratamentos pré-germinativos similares ao tratamento com água quente, mas com períodos de imersão superiores e manutenção das sementes dentro da água enquanto esta arrefece, poderá possibilitar resultados mais aproximados aos da utilização do ácido sulfúrico, sendo este um ponto que justifica estudos posteriores. Se os resultados forem similares, é preferível para o viveiro efectuar o tratamento pré-germinativo com água quente do que com ácido sulfúrico, pois este último é mais caro e apresenta requisitos de segurança mais estritos.

No que se refere à conservação da semente, a utilização de semente fresca representa a melhor alternativa, embora a utilização de semente com 1 ano de conservação em condições não controladas também possa ser possível. No entanto, talvez seja interessante no futuro ensaiar diferentes métodos de conservação da semente de *Retama sphaerocarpa*. As características genéticas dos diferentes indivíduos de *Retama sphaerocarpa* podem influenciar a eficácia dos tratamentos pré-germinativos.

Na produção em viveiro desta espécie é importante garantir a uniformidade dos lotes de sementes a utilizar (principalmente ao nível do estado de maturação da semente), bem como acautelar possíveis fontes de contaminação de origem fúngica, que poderão reduzir substancialmente o sucesso do processo germinativo. Ainda assim, a produção de *Retama sphaerocarpa* por via seminal em viveiro não se revela particularmente complicada, exigindo apenas a realização de um tratamento pré-germinativo adequado nas sementes. Tratando-se duma espécie que pode ser utilizada em jardins mediterrânicos de baixa manutenção e que apresenta um elevado potencial para a recuperação de ecossistemas degradados e para a produção de biomassa com fins energéticos, é de prever que no futuro a procura por plantas desta espécie aumente, justificando desse modo a sua produção pelos viveiros de plantas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anónimo. s/d. *FLORAMU: Flora Ornamental Autóctona de la Región de Murcia*. Consejería de Industria y Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia e Universidad Politécnica de Cartagena. Disponível em: <http://www.floramu.com> (consulta em 11-02-2009).
- Barceló, M., Parera, J. 2005. Jardinería e escasez de agua. *Bricojardinería y paisajismo* 133: 24-27.
- Baskin, C. Baskin, J. 2001. *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press. San Diego.
- Bautista, S., Aronson, J., Vallejo, V. 2009. *Land Restoration to Combat Desertification: Innovative Approaches, Quality Control and Project Evaluation*. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. Valencia.
- Benayas, J., López-Pintor, A., García, C., Cámara, N., Strasser, R., Sal, A. 2002. Early establishment of planted *Retama sphaerocarpa* seedlings under different levels of light, water and weed competition. *Plant Ecology* 159: 201-209.
- Bingre, P., Aguiar, C., Espírito-Santo, D., Arsénio, P. & Monteiro-Henriques, T. (coords.). 2007. Guia de Campo – as Árvores e Arbustos de Portugal Continental. In *Colecção Árvores e Florestas de Portugal, Volume. 9*, J. Sande-Silva (coord. ed.). Jornal Público / Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento / Liga para a Protecção da Natureza. Lisboa.
- Blondel, J., Aronson, J. 1999. *Biology and Wildlife of the Mediterranean Region*. Oxford University Press. Oxford.
- Boehmel, C., Lewandowski, I., Claupein, W. 2008. Comparing annual and perennial energy cropping systems with different management intensities. *Agricultural Systems* 96: 224-236.
- Bonet, A. 2004. Secondary succession of semi-arid Mediterranean old-fields in south-eastern Spain: insights for conservation and restoration of degraded lands. *Journal of Arid Environments* 56: 213–233.
- Caravaca, F., Alguacil, M., Figueroa, D., Barea, J., Roldán, A. 2003. Re-establishment of *Retama sphaerocarpa* as a target species for reclamation of soil physical and biological properties in a semi-arid Mediterranean area. *Forest Ecology and Management* 182: 49-58.
- Castillo, V.M., Martínez-Mena, M., Albaladejo, J. 1997. Runoff and soil loss response to vegetation removal in a semiarid environment. *Soil Science Society of America journal* 61: 1116-1121.
- Castroviejo, S., Aedo, C., Romro-Zarco, C., Sáez, L., Salgueiro, F.J., Talavera, S., Velayos, M. (Eds). 1999. *Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Iberica e Islas Baleares*.

Vol. VII (I), *Leguminosae (partim)*. Real Jardín Botánico, Servicio de Publicaciones del C.S.I.C., Madrid.

Cortina, J., Bellot, J., Vilagrosa, A., Caturla, R.N., Maestre, F.T., Rubio, E., Ortíz de Urbina, J.M., Bonet, A. 2004. Restauración en Semiarido. *In Avances en el Estudio de La Gestión del Monte Mediterráneo*, Vallejo, V.R., Alloza, J.A. (Eds). Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. Valencia.

D'Agostino, R., Belanger, A., D'Agostino Jr., R. 1990. A suggestion for using powerful and informative tests of normality. *The American Statistician* 44(4): 316-321.

DeCarlo, L. T. 1997. On the meaning and use of kurtosis. *Psychological Methods* 2: 292-307.

Faaij, A.P.C. 2006. Bio-energy in Europe: changing technology choices. *Energy Policy* 34: 322-342.

Lopez Gonzalez, G. 2004. *Guía de los Árboles y Arbustos de la Península Ibérica y Baleares (2ª Edición)*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Flora Digital de Portugal. 2007. Jardim Botânico da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Disponível em:

[http://www.jb.utad.pt/pt/herbario/cons\\_reg\\_esp3.asp?especie=retama+sphaerocarpa&Submit2=Pesquisar&ID=1470](http://www.jb.utad.pt/pt/herbario/cons_reg_esp3.asp?especie=retama+sphaerocarpa&Submit2=Pesquisar&ID=1470) (consulta em 24-10-2010).

Haase, P., Pugnaire, F., Clark S., Incoll, L. 2000. Dynamics of cohorts of cladodes and related effects on reproduction in the shrub *Retama sphaerocarpa* in semi-arid south-eastern Spain. *Plant Ecology* 146: 105-115.

Haase, P., Pugnaire, F., Fernández, E., Puigdefábregas, J., Clark, S., Incoll, L. 1996. An investigation of rooting depth of the semiarid shrub *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss. By labeling of ground water with a chemical tracer. *Journal of Hydrology* 177: 23-31.

Hartmann, H., Kester, D., Davies Jr., F., Geneve, R. 2002. *Plant Propagation: Principles and Practices (Seventh Edition)*. Prentice-Hall. New Jersey.

López, J., Devesa, J.A., Ruiz, T., Ortega-Olivencia, A. 1999. Seed germination in Genisteeae (Fabaceae) from South-West Spain. *Phyton* 39: 107-129

MacDonald, L., Larsen, I.. 2009. Runoff and Erosion from Wildfires and Roads: Effects and Mitigation. *In Land Restoration to Combat Desertification: Innovative Approaches, Quality Control and Project Evaluation*, Bautista, S., Aronson, J., Vallejo, V. (Eds). Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. Valencia.

Peñuelas Rubira, J.L., Ocaña Bueno, L. 2000. *Cultivo de Plantas Forestales en Contenedor: Principios y Fundamentos (2ª Edición)*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid

- Piotto, B. e Di Noi, A. 2003. *Seed Propagation of Mediterranean Trees and Shrubs*. APAT - Agency for the protection of the environment and for technical services. Roma.
- Pugnaire, F.I., Luque, M.T., Armas, C., Gutiérrez, L. 2006. Colonization processes in semi-arid Mediterranean old-fields. *Journal of Arid Environments* 65: 591-603.
- Radich, M.C., Alves, A.M. 2000. Dois Séculos da Floresta em Portugal. CELPA - Associação da Indústria Papeleira. Lisboa.
- Ribeiro, O. 1998. *Portugal: o Mediterrâneo e o Atlântico* (7ª Edição). Coleção "Nova Universidade". Livraria Sá da Costa Editora. Lisboa.
- Robles, A.B., Castro, J., González-Miras, E., Ramos, M.E. 2005. Effects of Ruminant Incubation and Goats Ingestion on Seed Germination of Two Legume Shrubs: *Adenocarpus decorticans* Boiss. and *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss. In *Sustainable Grazing, Nutritional Utilization and Quality of Sheep and Goat Product – Proceedings of the First Joint Seminar of the FAO-CIHEAM Sheep and Goat Nutrition and Mountain and Mediterranean Pasture Sub-Networks*, Alcaide, E.M., Ben Salem, H., Biala, K., Morand-Fehr, P. (Eds), pp. 111-115. CIHEAM/FAO/CSIC. Zaragoza.
- Rodríguez-Echeverría, S., Pérez-Fernández, M. 2005. Potential use of Iberian shrubby legumes and rhizobia inoculation in revegetation projects under acidic soil conditions. *Applied Soil Ecology* 29: 203-208.
- Ruiz de la Torre, J., Carreras, C., García Viñas, I., Orti, M. 1996. *Manual de la Flora para la Restauración de Áreas Críticas y Diversificación en Masas Forestales*. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.
- Serrasolses, I., Llovet, J., Bautista, S. 2004. Degradación y Restauración de Suelos Forestales Mediterráneos. In *Avances en el Estudio de La Gestión del Monte Mediterráneo*, Vallejo, V.R., Alloza, J.A. (Eds). Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. Valencia.
- Silva, J.B.A. 1969. *Memória Sobre a Necessidade e Utilidades do Plantio de Novos Bosques em Portugal – 2ª Edição*. Reimpressão do original de 1815. Academia das Ciências de Lisboa. Lisboa.
- Thirgood, J.V. 1981. *Man and the Mediterranean Forest: A History of Resource Depletion*. Academic Press. London.
- Vallejo, V. 2009. Problems and Perspectives of Dryland Restoration. In *Land Restoration to Combat Desertification: Innovative Approaches, Quality Control and Project Evaluation*, Bautista, S., Aronson, J., Vallejo, V. (Eds). Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. Valencia.

Willan, R.L. 1991. *Guía para la Manipulación de Semillas Forestales: con Especial Referencia a los Trópicos*. Estudio FAO Montes 20/2. DANIDA Forest Seed Center & Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Roma.

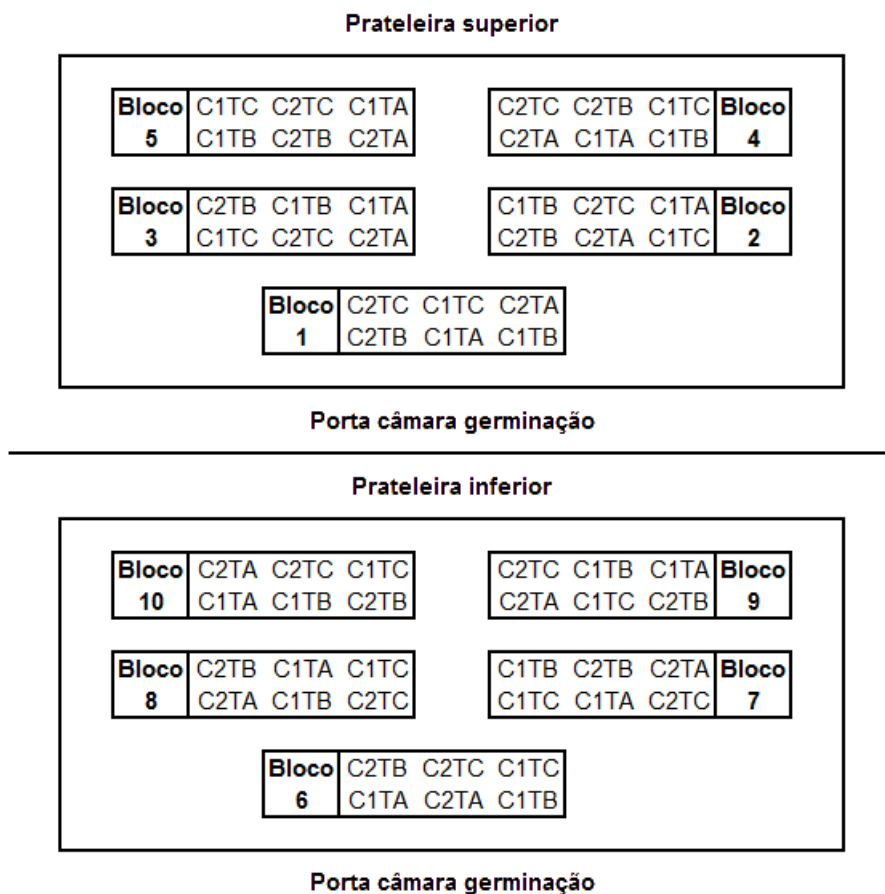
Zobel, M., Otsus, M., Liira, J., Moora, M., Mols, T. 2000. Is small-scale species richness limited by seed availability or microsite availability? *Ecology* 81: 3274–3282.

## 6. ANEXOS



## Anexo I

Ensaio com semente conservada: esquema do delineamento experimental na câmara de germinação.



## Anexo II

Ensaio com semente fresca: esquema do delineamento experimental na câmara de germinação.

### Repetição 1

17TC	15TA	17TA	14TC	18TA	
13TA	14TA	16TC	11TB	15TB	
18TB	12TC	19TA	12TA	17TB	
19TC	14TB	16TA	13TC	15TC	12TB
13TB	19TB	11TC	18TC	11TA	16TB

Porta câmara germinação

---

### Repetição 2

16TB	11TA	18TC	11TC	19TB	
13TB	19TC	14TB	16TA	13TC	
15TC	12TB	18TB	12TC	19TA	
12TA	17TB	13TA	14TA	16TC	11TB
15TB	17TC	15TA	17TA	14TC	18TA

Porta câmara germinação

---

### Repetição 3

18TA	14TC	17TA	15TA	17TC	
15TB	12TA	17TB	13TA	14TA	
16TC	11TB	15TC	12TB	18TB	
12TC	19TA	13TC	16TA	14TB	19TC
13TB	16TB	11TA	18TC	11TC	19TB

Porta câmara germinação

## Anexo III

Ensaio com semente conservada: evolução das percentagens de germinação ao longo do ensaio.

Data	Dia	C1TA	C1TB	C1TC	C2TA	C2TB	C2TC
10-12-2009	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11-12-2009	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12-12-2009	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13-12-2009	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14-12-2009	4	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
15-12-2009	5	0,6	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0
16-12-2009	6	0,6	10,2	2,0	0,5	3,5	0,5
17-12-2009	7	1,1	20,8	8,4	0,5	9,6	1,0
18-12-2009	8	1,5	29,8	11,8	0,5	16,0	2,0
19-12-2009	9	2,1	36,4	16,7	1,0	20,7	2,6
21-12-2009	11	3,1	44,0	19,6	2,0	24,5	5,7
23-12-2009	13	3,7	49,0	24,1	3,3	25,0	8,7
24-12-2009	14	3,7	50,1	24,1	3,3	25,5	9,2
27-12-2009	17	3,7	52,6	24,1	3,3	26,0	9,7
30-12-2009	20	4,2	54,2	28,6	3,8	27,4	10,2
31-12-2009	21	4,2	55,2	28,6	3,8	27,4	10,2
04-01-2010	25	5,2	56,7	33,0	4,3	29,7	11,8
05-01-2010	26	5,2	56,7	34,0	4,3	30,2	11,8
07-01-2010	28	6,7	56,7	40,5	4,8	30,7	13,9
08-01-2010	29	7,2	57,3	43,4	4,8	32,0	14,4
12-01-2010	33	8,7	61,4	47,5	5,4	34,1	15,4
15-01-2010	36	9,2	63,4	48,4	5,9	34,5	16,5
19-01-2010	40	10,6	63,9	50,0	7,9	35,2	18,0
22-01-2010	43	11,1	64,9	52,4	9,2	36,4	18,0
26-01-2010	47	13,1	65,4	55,0	9,7	38,0	19,5
30-01-2010	51	13,1	65,4	57,0	10,8	38,5	20,0
04-02-2010	56	16,1	66,5	61,6	12,1	41,2	23,1
11-02-2010	63	17,2	67,0	61,6	13,7	41,7	23,6
17-02-2010	69	18,6	67,5	63,0	15,0	42,2	24,1
25-02-2010	77	19,2	68,5	64,0	15,5	42,2	24,1
03-03-2010	83	21,6	68,5	65,5	16,0	42,2	24,6
05-03-2010	85	21,6	68,5	66,0	16,0	42,2	24,6
09-03-2010	89	22,6	69,0	67,5	17,0	42,7	25,6
12-03-2010	92	23,1	69,5	68,6	17,0	42,7	26,8
16-03-2010	96	25,1	70,9	69,6	17,0	42,7	27,8
19-03-2010	99	25,6	71,4	70,6	17,5	43,3	28,8
23-03-2010	103	25,6	71,4	70,6	18,6	43,8	28,8
29-03-2010	109	25,6	71,9	70,6	18,6	44,3	28,8
31-03-2010	111	26,2	71,9	70,6	18,6	44,3	28,8
07-04-2010	118	27,2	71,9	70,6	19,1	44,8	29,3
09-04-2010	120	27,7	72,4	70,6	19,1	44,8	30,3
12-04-2010	123	28,7	72,4	71,1	19,1	45,4	31,3
14-04-2010	125	29,7	73,5	72,6	19,1	45,9	31,3
16-04-2010	127	30,7	73,5	73,1	20,1	45,9	32,4
19-04-2010	130	32,1	73,5	73,1	20,1	46,4	32,9
22-04-2010	133	32,1	73,5	73,1	20,9	46,9	32,9

## Anexo IV

Ensaio com semente conservada: resultados das análises estatísticas.

Germinação 133 dias	Mann-Whitney				Kruskal-Wallis			
	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] <sup>a</sup>	Chi-square	df	Asymp. Sig.
C1 Vs C2 <sup>b</sup>	180,500	645,500	-3,988	0,000				
TA Vs TB Vs TC						19,846	2	0,000
TA Vs TB <sup>c</sup>	32,500	242,500	-4,536	0,000	0,000			
TA Vs TC <sup>c</sup>	92,000	302,000	-2,926	0,003	0,003			
TB Vs TC <sup>c</sup>	170,500	380,500	-0,799	0,424	0,429			
C1TA Vs C1TB Vs C1TC						16,120	2	0,000
C2TA Vs C2TB Vs C2TC						10,656	2	0,005
C1TA Vs C1TB <sup>c</sup>	1,000	56,000	-3,711	0,000	0,000			
C1TA Vs C1TC <sup>c</sup>	8,000	63,000	-3,183	0,001	0,001			
C1TB Vs C1TC <sup>c</sup>	43,000	98,000	-0,532	0,595	0,631			
C2TA Vs C2TB <sup>c</sup>	9,000	64,000	-3,106	0,002	0,001			
C2TA Vs C2TC <sup>c</sup>	29,000	84,000	-1,595	0,111	0,123			
C2TB Vs C2TC <sup>c</sup>	25,000	80,000	-1,894	0,058	0,063			

<sup>b</sup> Variável de agrupamento: Época

<sup>a</sup> Not corrected for ties

<sup>c</sup> Variável de agrupamento: Tratamento

Vigor	Mann-Whitney				Kruskal-Wallis			
	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] <sup>a</sup>	Chi-square	df	Asymp. Sig.
C1 Vs C2 <sup>b</sup>	270,000	735,000	-2,661	0,008				
TA Vs TB Vs TC						36,750	2	0,000
TA Vs TB <sup>c</sup>	4,000	214,000	-5,302	0,000	0,000			
TA Vs TC <sup>c</sup>	43,000	253,000	-4,277	0,000	0,000			
TB Vs TC <sup>c</sup>	83,000	293,000	-3,165	0,002	0,001			
C1TA Vs C1TB Vs C1TC						21,649	2	0,000
C2TA Vs C2TB Vs C2TC						20,766	2	0,000
C1TA Vs C1TB <sup>c</sup>	0,000	55,000	-3,780	0,000	0,000			
C1TA Vs C1TC <sup>c</sup>	3,000	58,000	-3,553	0,000	0,000			
C1TB Vs C1TC <sup>c</sup>	15,000	70,000	-2,646	0,008	0,007			
C2TA Vs C2TB <sup>c</sup>	0,000	55,000	-3,780	0,000	0,000			
C2TA Vs C2TC <sup>c</sup>	14,000	69,000	-2,721	0,007	0,005			
C2TB Vs C2TC <sup>c</sup>	7,000	62,000	-3,250	0,001	0,000			

<sup>b</sup> Variável de agrupamento: Época

<sup>a</sup> Not corrected for ties

<sup>c</sup> Variável de agrupamento: Tratamento

Germinação 56 dias	Mann-Whitney				Kruskal-Wallis			
	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] <sup>a</sup>	Chi-square	df	Asymp. Sig.
C1 Vs C2 <sup>b</sup>	227,500	692,500	-3,295	0,001				
TA Vs TB Vs TC						31,000	2	0,000
TA Vs TB <sup>c</sup>	3,500	213,500	-5,326	0,000	0,000			
TA Vs TC <sup>c</sup>	54,000	264,000	-3,967	0,000	0,000			
TB Vs TC <sup>c</sup>	146,000	356,000	-1,463	0,144	0,149			
C1TA Vs C1TB Vs C1TC						18,800	2	0,000
C2TA Vs C2TB Vs C2TC						16,760	2	0,000
C1TA Vs C1TB <sup>c</sup>	0,000	55,000	-3,800	0,000	0,000			
C1TA Vs C1TC <sup>c</sup>	2,000	57,000	-3,656	0,000	0,000			
C1TB Vs C1TC <sup>c</sup>	45,500	100,500	-0,343	0,732	0,739			
C2TA Vs C2TB <sup>c</sup>	1,500	56,500	-3,684	0,000	0,000			
C2TA Vs C2TC <sup>c</sup>	21,000	76,000	-2,207	0,027	0,029			
C2TB Vs C2TC <sup>c</sup>	15,500	70,500	-2,615	0,009	0,007			

<sup>b</sup> Variável de agrupamento: Época

<sup>a</sup> Not corrected for ties

<sup>c</sup> Variável de agrupamento: Tratamento

Germinação 28 dias	Mann-Whitney				Kruskal-Wallis			
	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] <sup>a</sup>	Chi-square	df	Asymp. Sig.
C1 Vs C2 <sup>b</sup>	275,500	740,500	-2,587	0,010				
TA Vs TB Vs TC						33,303	2	0,000
TA Vs TB <sup>c</sup>	5,000	215,000	-5,304	0,000	0,000			
TA Vs TC <sup>c</sup>	55,000	265,000	-3,959	0,000	0,000			
TB Vs TC <sup>c</sup>	105,500	315,500	-2,559	0,011	0,009			
C1TA Vs C1TB Vs C1TC						19,077	2	0,000
C2TA Vs C2TB Vs C2TC						18,617	2	0,000
C1TA Vs C1TB <sup>c</sup>	0,000	55,000	-3,800	0,000	0,000			
C1TA Vs C1TC <sup>c</sup>	6,000	61,000	-3,348	0,001	0,000			
C1TB Vs C1TC <sup>c</sup>	26,000	81,000	-1,821	0,069	0,075			
C2TA Vs C2TB <sup>c</sup>	0,000	55,000	-3,801	0,000	0,000			
C2TA Vs C2TC <sup>c</sup>	19,500	74,500	-2,342	0,019	0,019			
C2TB Vs C2TC <sup>c</sup>	12,000	67,000	-2,880	0,004	0,003			

<sup>b</sup> Variável de agrupamento: Época

<sup>a</sup> Not corrected for ties

<sup>c</sup> Variável de agrupamento: Tratamento

## Anexo V

Ensaio com semente fresca: evolução das percentagens de germinação ao longo do ensaio.

Data	Dia	I1TA	I1TB	I1TC	I2TA	I2TB	I2TC	I3TA	I3TB	I3TC	I4TA	I4TB	I4TC
08-10-2010	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10-10-2010	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13-10-2010	5	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15-10-2010	7	0,0	0,0	0,0	1,7	6,7	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	1,7	0,0
18-10-2010	10	0,0	3,3	1,7	5,0	43,3	13,3	3,3	18,3	8,3	0,0	18,3	3,3
19-10-2010	11	0,0	10,0	1,7	8,3	51,7	18,3	5,0	33,3	15,0	1,7	30,0	5,0
21-10-2010	13	1,7	11,7	3,3	8,3	63,3	26,7	6,7	60,0	18,3	3,3	60,0	6,7
22-10-2010	14	1,7	16,7	3,3	10,0	65,0	31,7	6,7	66,7	20,0	3,3	70,0	8,3
25-10-2010	17	1,7	25,0	6,7	13,3	76,7	31,7	10,0	68,3	25,0	6,7	75,0	11,7
27-10-2010	19	1,7	26,7	6,7	15,0	78,3	35,0	10,0	71,7	26,7	6,7	75,0	13,3
28-10-2010	20	1,7	28,3	8,3	15,0	78,3	38,3	10,0	75,0	28,3	10,0	80,0	16,7
29-10-2010	21	1,7	28,3	8,3	15,0	78,3	41,7	10,0	75,0	31,7	11,7	85,0	16,7
31-10-2010	23	1,7	33,3	10,0	15,0	78,3	41,7	11,7	78,3	38,3	13,3	85,0	16,7
02-11-2010	25	1,7	33,3	15,0	18,3	78,3	41,7	13,3	81,7	38,3	13,3	85,0	16,7
05-11-2010	28	3,3	35,0	16,7	21,7	80,0	43,3	16,7	81,7	43,3	13,3	86,7	21,7
09-11-2010	32	3,3	35,0	16,7	21,7	80,0	45,0	16,7	81,7	45,0	13,3	88,3	21,7
12-11-2010	35	5,0	35,0	21,7	21,7	80,0	45,0	16,7	81,7	45,0	13,3	90,0	21,7
15-11-2010	38	6,7	35,0	23,3	23,3	80,0	46,7	16,7	81,7	48,3	15,0	90,0	21,7
17-11-2010	40	8,3	35,0	23,3	25,0	83,3	46,7	18,3	81,7	48,3	15,0	90,0	23,3
18-11-2010	41	8,3	35,0	23,3	25,0	83,3	48,3	18,3	81,7	48,3	15,0	90,0	25,0
22-11-2010	45	13,3	35,0	25,0	28,3	85,0	48,3	20,0	83,3	60,0	16,7	91,7	30,0
25-11-2010	48	13,3	35,0	25,0	28,3	85,0	50,0	20,0	85,0	61,7	16,7	93,3	30,0
26-11-2010	49	13,3	35,0	25,0	28,3	85,0	51,7	20,0	85,0	65,0	16,7	93,3	30,0
29-11-2010	52	13,3	35,0	25,0	28,3	85,0	53,3	20,0	85,0	68,3	18,3	93,3	31,7
03-12-2010	56	13,3	35,0	25,0	28,3	85,0	53,3	20,0	85,0	70,0	18,3	93,3	36,7

Data	Dia	I5TA	I5TB	I5TC	I6TA	I6TB	I6TC	I7TA	I7TB	I7TC	I8TA	I8TB	I8TC	I9TA	I9TB	I9TC
08-10-2010	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10-10-2010	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13-10-2010	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15-10-2010	7	0,0	5,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0
18-10-2010	10	1,8	33,3	5,0	1,7	31,7	1,7	0,0	18,3	1,7	0,0	26,7	0,0	0,0	43,3	0,0
19-10-2010	11	1,8	53,3	6,7	1,7	43,3	6,7	1,7	23,3	3,3	1,7	45,0	0,0	0,0	46,7	1,7
21-10-2010	13	3,5	70,0	13,3	5,0	53,3	10,0	5,0	46,7	5,0	1,7	85,0	0,0	0,0	70,0	3,3
22-10-2010	14	3,5	70,0	13,3	6,7	53,3	10,0	5,0	58,3	6,7	1,7	88,3	0,0	0,0	75,0	3,3
25-10-2010	17	6,9	71,7	20,0	10,0	61,7	11,7	13,3	68,3	15,0	1,7	90,0	0,0	0,0	78,3	3,3
27-10-2010	19	8,7	71,7	20,0	11,7	68,3	11,7	13,3	68,3	18,3	1,7	91,7	0,0	0,0	80,0	5,0
28-10-2010	20	8,7	73,3	25,0	11,7	70,0	13,3	13,3	71,7	25,0	1,7	91,7	0,0	0,0	80,0	5,0
29-10-2010	21	8,7	73,3	33,3	11,7	73,3	13,3	15,0	73,3	30,0	3,3	93,3	3,3	0,0	83,3	5,0
31-10-2010	23	10,4	73,3	38,3	13,3	73,3	15,0	15,0	73,3	38,3	3,3	93,3	3,3	1,7	83,3	5,0
02-11-2010	25	10,4	73,3	41,7	13,3	73,3	16,7	16,7	75,0	45,0	3,3	93,3	3,3	1,7	85,0	5,0
05-11-2010	28	10,4	75,0	43,3	13,3	85,0	21,7	18,3	81,7	56,7	3,3	95,0	5,0	1,7	95,0	6,7
09-11-2010	32	10,4	75,0	46,7	15,0	85,0	23,3	20,0	83,3	56,7	3,3	95,0	6,7	1,7	95,0	6,7
12-11-2010	35	10,4	75,0	50,0	15,0	85,0	23,3	21,7	85,0	61,7	3,3	95,0	6,7	1,7	95,0	6,7
15-11-2010	38	10,4	75,0	53,3	15,0	85,0	23,3	21,7	86,7	61,7	3,3	95,0	6,7	1,7	95,0	8,3
17-11-2010	40	10,4	75,0	53,3	15,0	85,0	26,7	21,7	86,7	63,3	3,3	95,0	8,3	1,7	95,0	8,3
18-11-2010	41	10,4	75,0	53,3	15,0	85,0	30,0	21,7	86,7	65,0	3,3	95,0	8,3	1,7	95,0	8,3
22-11-2010	45	10,4	75,0	60,0	15,0	86,7	41,7	21,7	86,7	76,7	3,3	95,0	11,7	5,0	95,0	15,0
25-11-2010	48	10,4	75,0	60,0	15,0	86,7	45,0	21,7	86,7	76,7	3,3	95,0	11,7	5,0	95,0	15,0
26-11-2010	49	10,4	75,0	61,7	15,0	88,3	45,0	21,7	86,7	78,3	3,3	95,0	11,7	5,0	95,0	16,7
29-11-2010	52	12,1	75,0	63,3	15,0	88,3	48,3	21,7	86,7	85,0	3,3	95,0	11,7	5,0	96,7	20,0
03-12-2010	56	12,1	75,0	65,0	16,7	88,3	50,0	21,7	86,7	86,7	3,3	95,0	13,3	5,0	96,7	21,7

## Anexo VI

Ensaio com semente fresca: resultados das análises estatísticas (influência dos tratamentos pré-germinativos na taxa e ritmo de germinação).

Germinação 56 dias	Mann-Whitney				Kruskal-Wallis			
	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] <sup>a</sup>	Chi-square	df	Asymp. Sig.
TA Vs TB Vs TC						50,852	2	0,000
TA Vs TB <sup>b</sup>	14,500	392,500	-6,078	0,000				
TA Vs TC <sup>b</sup>	103,500	481,500	-4,530	0,000				
TB Vs TC <sup>b</sup>	95,000	473,000	-4,677	0,000				

<sup>b</sup> Variável de agrupamento: Tratamento

<sup>a</sup> Not corrected for ties

Vigor	Mann-Whitney				Kruskal-Wallis			
	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] <sup>a</sup>	Chi-square	df	Asymp. Sig.
TA Vs TB Vs TC						53,055	2	0,000
TA Vs TB <sup>b</sup>	9,000	387,000	-6,151	0,000				
TA Vs TC <sup>b</sup>	170,500	548,500	-3,357	0,001				
TB Vs TC <sup>b</sup>	33,000	411,000	-5,735	0,000				

<sup>b</sup> Variável de agrupamento: Tratamento

<sup>a</sup> Not corrected for ties

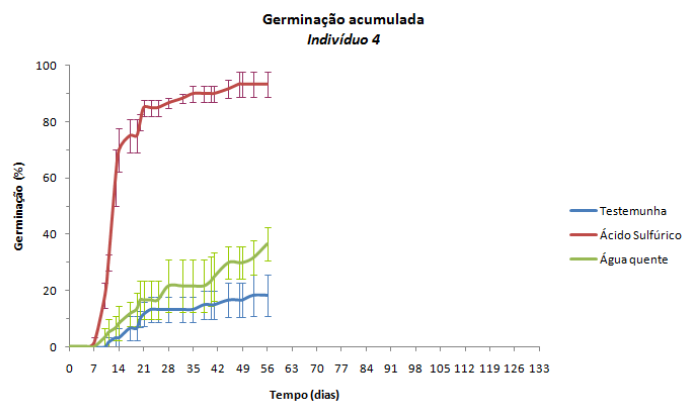
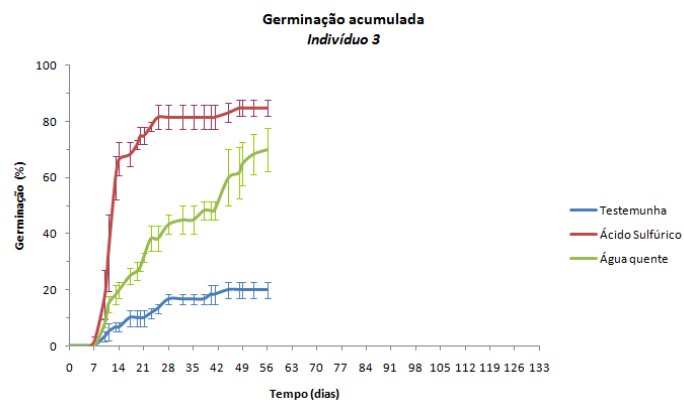
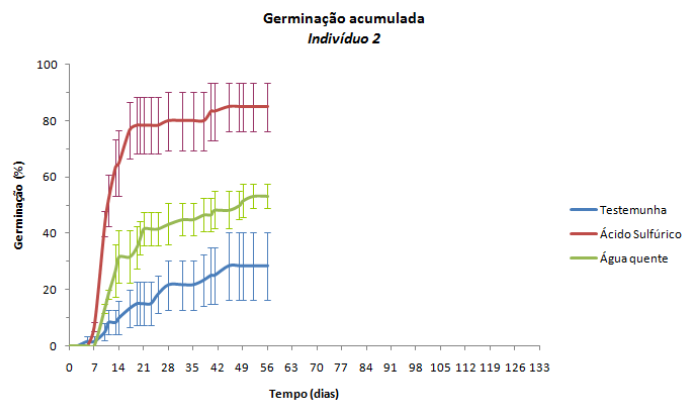
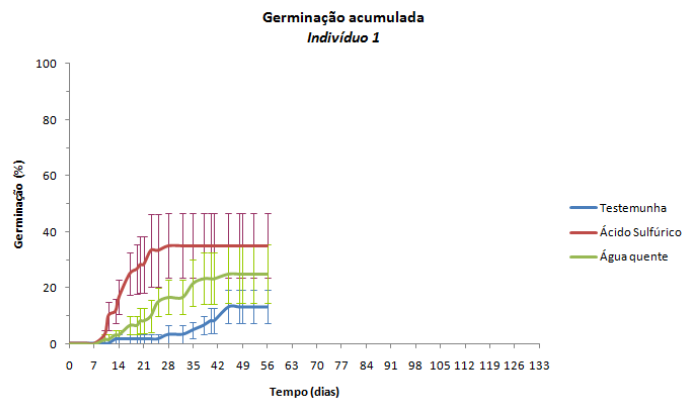
Germinação 28 dias	Mann-Whitney				Kruskal-Wallis			
	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] <sup>a</sup>	Chi-square	df	Asymp. Sig.
TA Vs TB Vs TC						52,499	2	0,000
TA Vs TB <sup>b</sup>	10,500	388,500	-6,148	0,000				
TA Vs TC <sup>b</sup>	175,500	553,500	-3,293	0,001				
TB Vs TC <sup>b</sup>	36,000	414,000	-5,694	0,000				

<sup>b</sup> Variável de agrupamento: Tratamento

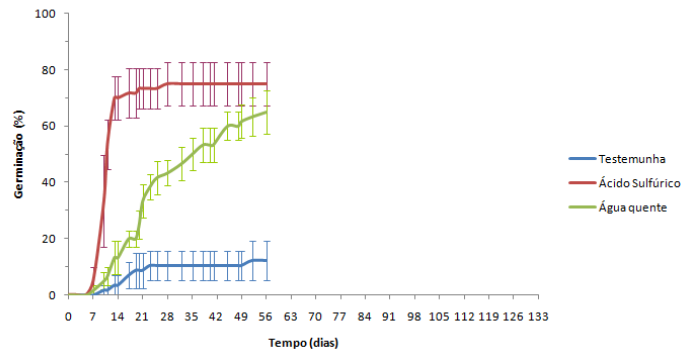
<sup>a</sup> Not corrected for ties

## Anexo VII

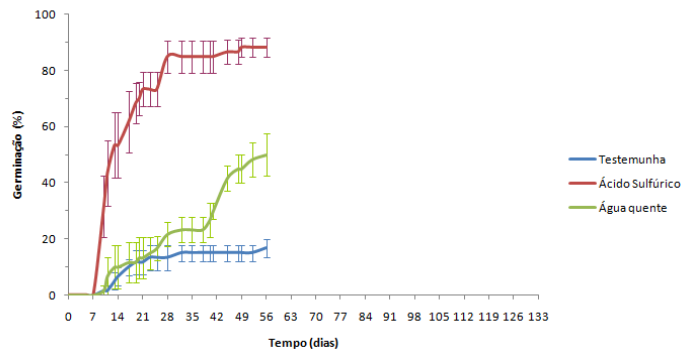
Ensaio com semente fresca: curvas de germinação por indivíduo e respectivo tratamento, com representação do erro padrão.



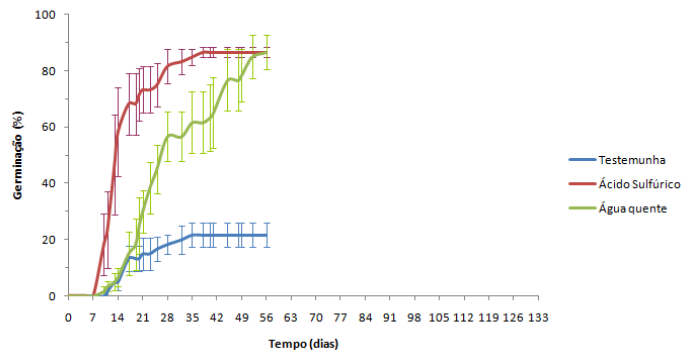
Germinação acumulada  
Indivíduo 5



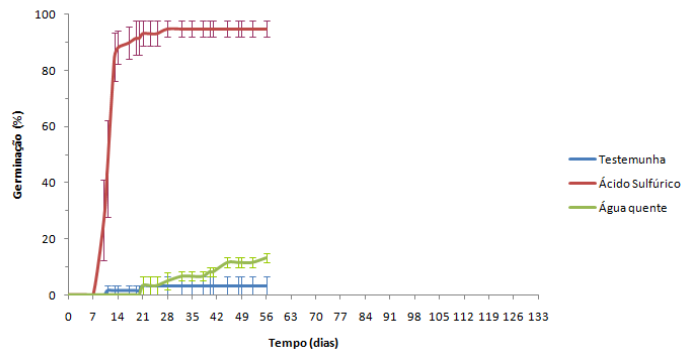
Germinação acumulada  
Indivíduo 6



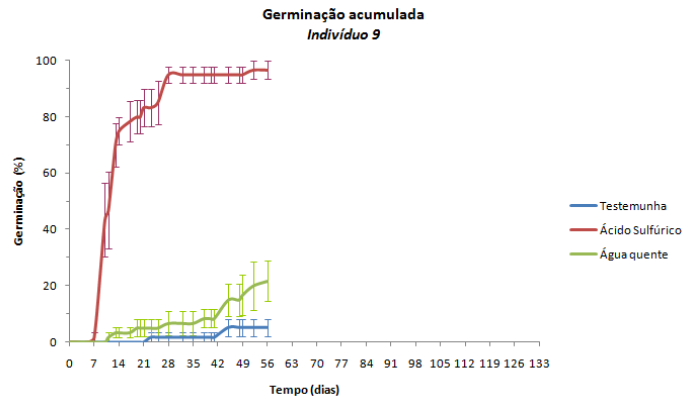
Germinação acumulada  
Indivíduo 7



Germinação acumulada  
Indivíduo 8







## Anexo VIII

Ensaio com semente fresca: resultados dos testes estatísticos (influência do indivíduo na taxa e ritmo de germinação).

Germinação 56 dias <sup>b</sup>	Mann-Whitney				
	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] <sup>a</sup>
11 Vs 12	13,000	58,000	-2,437	0,015	0,014
11 Vs 13	15,500	60,500	-2,213	0,027	0,024
11 Vs 14	23,500	68,500	-1,507	0,132	0,136
11 Vs 15	21,000	66,000	-1,731	0,083	0,094
11 Vs 16	19,000	64,000	-1,903	0,057	0,063
11 Vs 17	14,000	59,000	-2,346	0,019	0,019
11 Vs 18	39,000	84,000	-0,133	0,894	0,931
11 Vs 19	37,500	82,500	-0,266	0,790	0,796
12 Vs 13	37,000	82,000	-0,310	0,757	0,796
12 Vs 14	32,500	77,500	-0,709	0,478	0,489
12 Vs 15	39,500	84,500	-0,089	0,929	0,931
12 Vs 16	37,000	82,000	-0,311	0,756	0,796
12 Vs 17	32,000	77,000	-0,753	0,452	0,489
12 Vs 18	28,500	73,500	-1,062	0,286	0,297
12 Vs 19	30,000	75,000	-0,931	0,352	0,387
13 Vs 14	38,500	83,500	-0,177	0,860	0,863
13 Vs 15	32,000	77,000	-0,753	0,451	0,489
13 Vs 16	37,000	82,000	-0,311	0,756	0,796
13 Vs 17	30,500	75,500	-0,889	0,374	0,387
13 Vs 18	27,500	72,500	-1,153	0,249	0,258
13 Vs 19	31,000	76,000	-0,841	0,400	0,436
14 Vs 15	40,500	85,500	0,000	1,000	1,000
14 Vs 16	40,500	85,500	0,000	1,000	1,000
14 Vs 17	34,500	79,500	-0,532	0,595	0,605
14 Vs 18	27,000	72,000	-1,195	0,232	0,258
14 Vs 19	32,000	77,000	-0,753	0,451	0,489
15 Vs 16	38,000	83,000	-0,221	0,825	0,863
15 Vs 17	23,500	68,500	-1,507	0,132	0,136
15 Vs 18	35,000	80,000	-0,487	0,626	0,666
15 Vs 19	37,000	82,000	-0,310	0,757	0,796
16 Vs 17	30,500	75,500	-0,890	0,373	0,387
16 Vs 18	28,500	73,500	-1,065	0,287	0,297
16 Vs 19	32,000	77,000	-0,754	0,451	0,489
17 Vs 18	25,500	70,500	-1,333	0,183	0,190
17 Vs 19	29,500	74,500	-0,975	0,329	0,340
18 Vs 19	36,500	81,500	-0,357	0,721	0,730

<sup>b</sup> Variável de agrupamento: Indivíduo

<sup>a</sup> Not corrected for ties

Vigor <sup>b</sup>	Mann-Whitney				
	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] <sup>a</sup>
11 Vs 12	14,500	59,500	-2,297	0,022	0,019
11 Vs 13	15,000	60,000	-2,252	0,024	0,024
11 Vs 14	26,000	71,000	-1,280	0,200	0,222
11 Vs 15	20,000	65,000	-1,810	0,070	0,077
11 Vs 16	23,000	68,000	-1,545	0,122	0,136
11 Vs 17	13,000	58,000	-2,428	0,015	0,014
11 Vs 18	38,000	83,000	-0,221	0,825	0,863
11 Vs 19	39,500	84,500	-0,088	0,930	0,931
12 Vs 13	37,000	82,000	-0,309	0,757	0,796
12 Vs 14	30,000	75,000	-0,927	0,354	0,387
12 Vs 15	36,000	81,000	-0,397	0,691	0,730
12 Vs 16	29,000	74,000	-1,015	0,310	0,340
12 Vs 17	34,000	79,000	-0,574	0,566	0,605
12 Vs 18	28,000	73,000	-1,104	0,269	0,297
12 Vs 19	27,000	72,000	-1,192	0,233	0,258
13 Vs 14	33,000	78,000	-0,662	0,508	0,546
13 Vs 15	39,000	84,000	-0,132	0,895	0,931
13 Vs 16	34,000	79,000	-0,574	0,566	0,605
13 Vs 17	40,000	85,000	-0,044	0,965	1,000
13 Vs 18	27,000	72,000	-1,193	0,233	0,258
13 Vs 19	26,000	71,000	-1,280	0,200	0,222
14 Vs 15	34,000	79,000	-0,574	0,566	0,605
14 Vs 16	37,000	82,000	-0,309	0,757	0,796
14 Vs 17	33,000	78,000	-0,662	0,508	0,546
14 Vs 18	28,000	73,000	-1,104	0,269	0,297
14 Vs 19	29,000	74,000	-1,015	0,310	0,340
15 Vs 16	36,000	81,000	-0,397	0,691	0,730
15 Vs 17	36,000	81,000	-0,397	0,691	0,730
15 Vs 18	29,000	74,000	-1,016	0,310	0,340
15 Vs 19	31,000	76,000	-0,839	0,402	0,436
16 Vs 17	32,000	77,000	-0,751	0,453	0,489
16 Vs 18	28,000	73,000	-1,104	0,269	0,297
16 Vs 19	29,000	74,000	-1,015	0,310	0,340
17 Vs 18	26,000	71,000	-1,281	0,200	0,222
17 Vs 19	27,000	72,000	-1,192	0,233	0,258
18 Vs 19	39,000	84,000	-0,133	0,894	0,931

<sup>b</sup> Variável de agrupamento: Indivíduo

<sup>a</sup> Not corrected for ties

Germinação 28 dias <sup>b</sup>	Mann-Whitney				
	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] <sup>a</sup>
11 Vs 12	14,000	59,000	-2,346	0,019	0,019
11 Vs 13	15,500	60,500	-2,216	0,027	0,024
11 Vs 14	25,500	70,500	-1,331	0,183	0,190
11 Vs 15	19,500	64,500	-1,860	0,063	0,063
11 Vs 16	24,500	69,500	-1,420	0,156	0,161
11 Vs 17	12,500	57,500	-2,481	0,013	0,011
11 Vs 18	39,500	84,500	-0,089	0,929	0,931
11 Vs 19	39,500	84,500	-0,089	0,929	0,931
12 Vs 13	38,000	83,000	-0,221	0,825	0,863
12 Vs 14	31,500	76,500	-0,797	0,425	0,436
12 Vs 15	36,000	81,000	-0,399	0,690	0,730
12 Vs 16	30,000	75,000	-0,930	0,352	0,387
12 Vs 17	37,500	82,500	-0,266	0,791	0,796
12 Vs 18	28,000	73,000	-1,108	0,268	0,297
12 Vs 19	27,500	72,500	-1,153	0,249	0,258
13 Vs 14	33,000	78,000	-0,668	0,504	0,546
13 Vs 15	38,000	83,000	-0,221	0,825	0,863
13 Vs 16	33,500	78,500	-0,623	0,533	0,546
13 Vs 17	37,500	82,500	-0,267	0,789	0,796
13 Vs 18	26,500	71,500	-1,241	0,214	0,222
13 Vs 19	27,500	72,500	-1,154	0,248	0,258
14 Vs 15	39,000	84,000	-0,133	0,894	0,931
14 Vs 16	38,500	83,500	-0,178	0,858	0,863
14 Vs 17	31,000	76,000	-0,846	0,397	0,436
14 Vs 18	30,000	75,000	-0,933	0,351	0,387
14 Vs 19	30,500	75,500	-0,889	0,374	0,387
15 Vs 16	36,500	81,500	-0,354	0,723	0,730
15 Vs 17	32,000	77,000	-0,753	0,452	0,489
15 Vs 18	32,000	77,000	-0,754	0,451	0,489
15 Vs 19	31,000	76,000	-0,845	0,398	0,436
16 Vs 17	32,500	77,500	-0,711	0,477	0,489
16 Vs 18	28,000	73,000	-1,109	0,267	0,297
16 Vs 19	28,500	73,500	-1,067	0,286	0,297
17 Vs 18	26,500	71,500	-1,241	0,214	0,222
17 Vs 19	27,500	72,500	-1,154	0,248	0,258
18 Vs 19	40,000	85,000	-0,045	0,964	1,000

<sup>b</sup> Variável de agrupamento: Indivíduo

<sup>a</sup> Not corrected for ties