

IV – GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Tuberaria major* COM PRÉ-TRATAMENTOS TÉRMICOS SIMULANDO OS FOGOS

4.1. INTRODUÇÃO

As temperaturas do solo na região Algarvia parecem não ultrapassar os 60°C na ausência de fogo, contudo com os fogos estas podem atingir valores entre os 60 e os 180°C (DeBano, 1981). Em muitas espécies a temperatura começa a ser letal a partir dos 150°C (Luna et al., 2007; Herraz, et al., 2000, Thanos et al., 1992). Para simular a ausência de fogos, fogos de baixa intensidade, típicos dos ecossistemas Mediterrânicos e fogos de elevada intensidade, Delgado et al. (2008) utilizaram temperaturas de 50°C durante 5 minutos, 100°C durante 5 minutos e 100°C durante 15 minutos, de forma a verificar a resposta germinativa de *Cistus ladanifer* em cada uma das situações referidas.

Os resultados dos ensaios preliminares, referente ao projecto POCTI/BIA-BDE/56228/2004, mostraram que a germinação das sementes de *Tuberaria major* aumenta muito significativamente com pré-tratamentos térmicos de 80 a 100°C durante 5 a 10 minutos. Nestes trabalhos foram obtidas germinações máximas de 80%. Contudo, os valores de temperatura da estufa não eram fidedignos, podendo as percentagens de germinação obtidas, ser resultantes de pré-tratamentos com exposições a temperaturas superiores às pretendidas. Desconhecendo-se também qual a resposta das sementes desta espécie para uma gama mais alargada de temperaturas.

A resposta germinativa das cistáceas a pré-tratamentos térmicos é variável consoante a espécie, havendo uma especificidade não só referente à temperatura como ao tempo de exposição à mesma. Gonzáles-Rabanal e Casal (1995) utilizaram

temperaturas entre os 80 e os 110°C com um tempo de exposição de 5 minutos, para simular a temperatura no solo durante um fogo, sendo verificados os efeitos na germinação de 3 cistáceas : *Halimium alyssoides*; *Cistus psilosepalus* e *Tuberaria guttata*. Embora a germinação das três espécies tenha sido estimulada pelo calor, a germinação de *Tuberaria guttata* e *Halimium alyssoides* só é estimulada com a temperatura de 110°C enquanto que 80°C são suficientes para a estimulação da germinação de *Cistus psilosepalus*.

Thanos et al. (1992) utilizando pré tratamento térmico de 100°C com um tempo de exposição de 5 minutos verificaram que, algumas cistáceas obtiveram incrementos consideráveis na germinação como são exemplo: *Cistus creticus*; *C. crispus*; *C. salviifolius* e *Tuberaria lignosa*. A mesma temperatura e o mesmo tempo de exposição não desenvolveram qualquer tipo de incremento na germinação de outras cistáceas sendo mesmo letais para algumas das espécies. Para *Halimium atriplicifolium* temperaturas de 120°C com tempos de exposição de 5 minutos são as necessárias para que se verifique um incremento na germinação (Herraz, et al., 2000), no entanto, a mesma temperatura em *Helianthemum apenninum* e *H. hirtum* conduz a germinações extremamente baixas (Luna et al., 2007).

Assim, face ao desconhecimento existente e à pequena gama de temperaturas testadas nos ensaios preliminares faz sentido verificar a influência de pré-tratamentos térmicos, com temperaturas elevadas num intervalo mais alargado e com durações curtas, nas sementes de *Tuberaria major*.

4.2 - MATERIAL E MÉTODOS

Excepto para o aqui referido expressamente, foram usados o mesmo material vegetal e os mesmos procedimentos utilizados na secção 3.2.

A temperatura de germinação dentro das caixas de isolamento térmico, foi monitorizada utilizando registadores de temperatura - *ExpressThermo™* ECLO 2004 www.eclo.pt/expresstherme, regulados para medições a cada 15 minutos (temperatura média registada (18°C).

O delineamento experimental para cada ensaio foi o de um ensaio completamente casualizado com 13 modalidades.

O primeiro ensaio teve início no dia 10 de Agosto de 2007, tendo tido uma duração de 60 dias. Durante este ensaio, 8 a 10 dias após a sementeira, verificou-se a presença de fungos nas sementes com os pré tratamentos de 120°C – 5 e 10 minutos e 140°C -1, 5 e 10 minutos.



Figura. IV.1 – Fungos desenvolvidos nas placas com sementes pré tratadas com 120°C- 5 e 10 minutos; 140°C – 1,5 e 10 minutos.

Devido à presença de fungos no primeiro ensaio, no ensaio de repetição, com início no dia 18 de Novembro de 2007, foi utilizada uma solução de fungicida (MERPAN 83 – Pó molhável com 83% (p/p) de captana) aplicada após a sementeira com uma dose de 2,1g/l. A quantidade aplicada foi a necessária para garantir a humidade dos filtros, tendo a solução sido aplicada nas modalidades que desenvolveram fungos durante o

primeiro ensaio e nas modalidades de 120°C – 1 minuto; 100°C – 1 minuto e CC – temperatura ambiente.

4.2.1 – Pré – tratamentos térmicos utilizados

De forma a simular as temperaturas que ocorrem durante um fogo, foram escolhidas as modalidades constantes no Quadro IV.1:

Quadro IV.1 – Modalidades utilizadas. Tratamentos térmicos com calor seco, em estufa ventilada, pré-sementeira.

Temperatura	Tempo de Exposição (minutos)
80°C	1
	5
	10
100°C	1
	5
	10
120°C	1
	5
	10
140°C	1
	5
	10
Controlo	Temperatura ambiente

4.2.2 – Tratamento Estatístico

Os dados (percentagem de germinação, para o 30º e 60º dia, após sementeira) foram submetidos a análise de variância, utilizando o software SPSS (SPSS 16.0 for Windows, WWW.spss.com). Foi considerado um factorial duplo (2 ensaios X 13 modalidades). Quando necessário, utilizou-se o teste de comparação múltipla de médias de Duncan para $p \leq 0,05$.

4.3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 30 e 60 dias após sementeira, o efeito dos pré-tratamentos térmicos na germinação das sementes foi notório tanto no ensaio de Agosto (Figura.IV.2) como no de Novembro (Figura. IV.3)

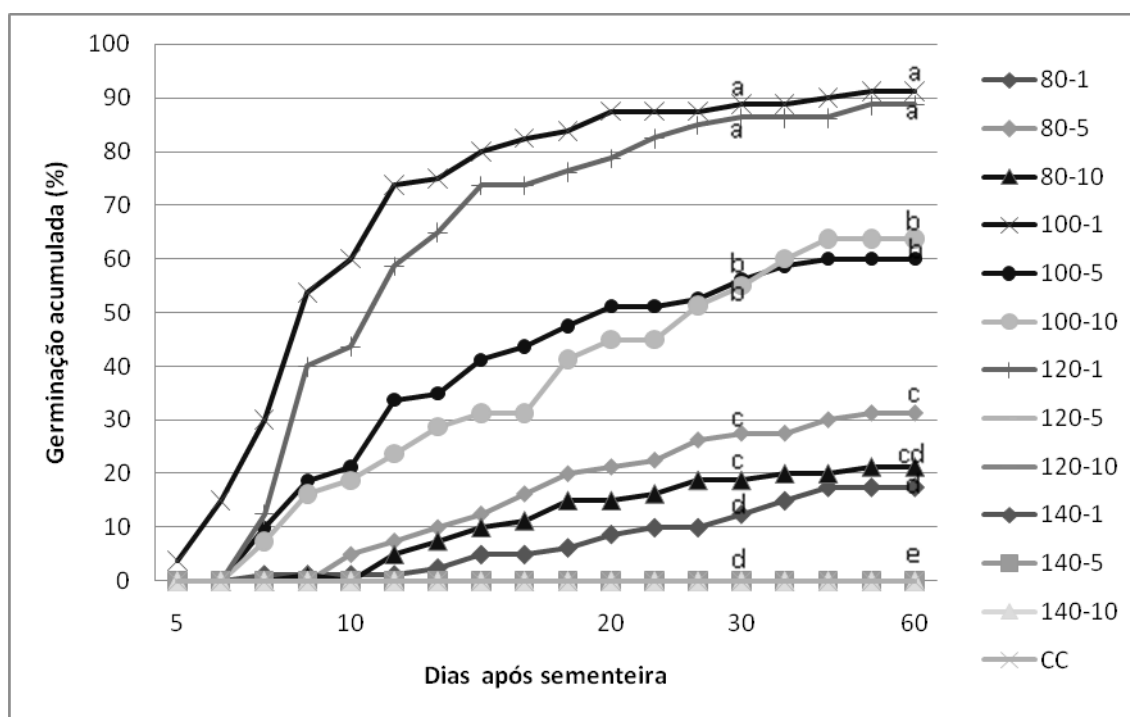


Figura. IV.2 – Ensaio I (Agosto 2007) – Germinação acumulada de sementes de *Tuberaria major*, submetidas a diferentes tratamentos térmicos antes de serem postas a germinar. Na legenda, o primeiro número refere-se à temperatura do tratamento térmico e o segundo à duração deste em minutos. CC=controle (temperatura ambiente) No 30º e 60º dia, pontos com letras iguais não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$ (Teste de Duncan). Cada ponto é uma média de 4 repetições.

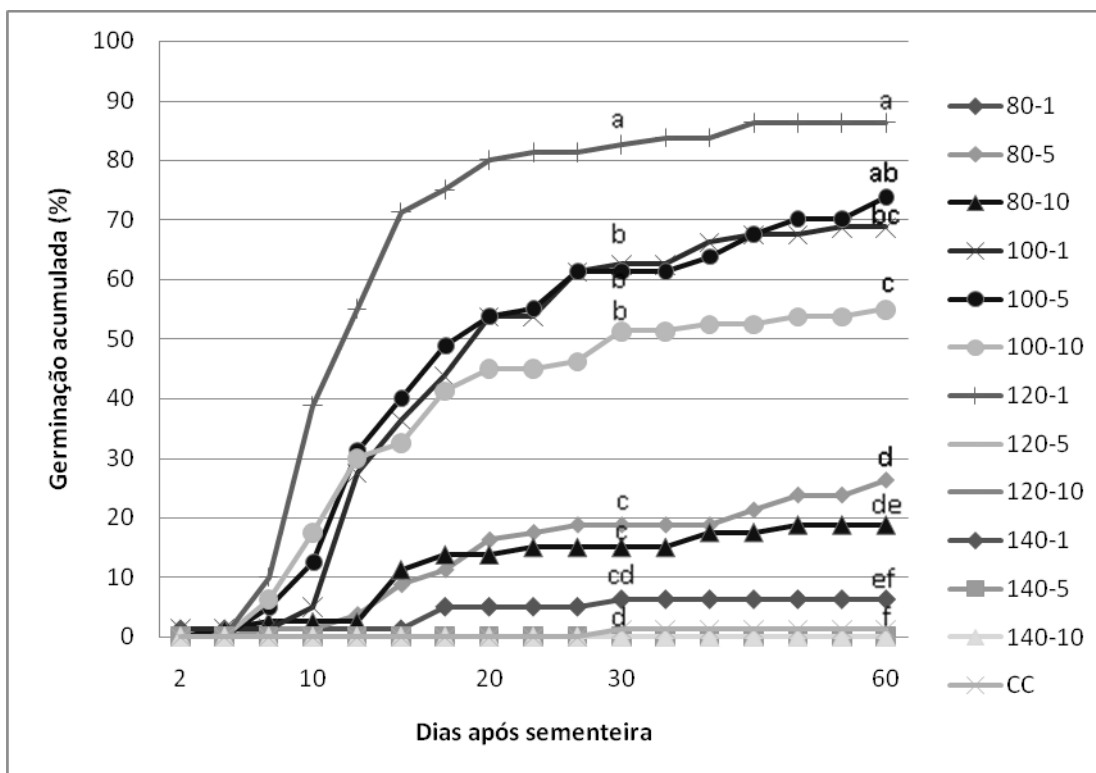


Figura. IV.3 – Ensaio II (Novembro 2007) - Germinação acumulada de sementes de *Tuberaria major*, submetidas a diferentes tratamentos térmicos antes de serem postas a germinar. Na legenda, o primeiro número refere-se à temperatura do tratamento térmico e o segundo à duração deste em minutos. CC=controle (temperatura ambiente) No 30º e 60º dia, pontos com letras iguais não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$ (Teste de Duncan). Cada ponto é uma média de 4 repetições.

Nos dois ensaios, 30 dias após a sementeira, os diferentes pré-tratamentos apresentavam já a mesma ordenação das percentagens de germinação que irão apresentar aos 60 dias após sementeira. O único valor que se pode considerar ter tido um aumento de germinação relevante, após o 30º dia, terá sido o referente ao pré-tratamento de 100°C com um tempo de exposição de 5 minutos e apenas no segundo ensaio.

Nos dois ensaios os controlos (CC) ou não germinaram ou obtiveram uma percentagem de germinação muito baixa (máximo 1%). As modalidades 80°C, 100°C e 120°C-1 minuto, foram as que conseguiram estimular a germinação. Tratamentos com

temperaturas de 140°C, ou de 120°C durante mais do que um minuto não apresentaram germinações.

Tanto aos 30 dias (Quadro IV.2) como aos 60 dias (Quadro IV.3) após a sementeira foi detectada uma interacção entre os factores ensaio e tratamento térmico.

Quadro IV.2 – Percentagem final de germinação 30 dias após sementeira. Factorial duplo: 2 ensaios x 13 tratamentos térmicos.

Quadro IV.3 – Percentagem final de germinação 60 dias após sementeira. Factorial duplo: 2

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados Tipo III	Graus de Liberdade	Quadrados médios	F	Significância
Modelo	98150,240 ^a	25	3926,010	62,257	,000
Tratamentos térmicos	96403,365	12	8033,614	127,395	,000
Ensaio	175,240	1	175,240	2,779	,100
Trat. térmicos * Ensaio	1571,635	12	130,970	2,077	,028
Erro	4918,750	78	63,061		
Total	166825,000	104			
Total Corrigido	103068,990	103			

ensaios x 13 tratamentos térmicos.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados Tipo III	Graus de Liberdade	Quadrados médios	F	Significância
Modelo	110891,346 ^a	25	4435,654	54,918	,000
Tratamentos Térmicos	108778,846	12	9064,904	112,232	,000
Ensaio	47,115	1	47,115	,583	,447
Trat. Térmicos * Ensaio	2065,385	12	172,115	2,131	,024
Erro	6300,000	78	80,769		
Total	194200,000	104			
Total Corrigido	117191,346	103			

Fixando os pré-tratamentos térmicos e analisando as diferenças entre ensaios, só se conseguiu detectar uma diferença entre ensaios no pré-tratamento a 80°C durante 1 minuto (Quadro IV.4): No ensaio de Agosto a germinação (17.5%) foi bastante superior à de Novembro (6,25%).

Quadro IV.4 – Análise de variância da percentagem final de germinação. Pré-tratamento a 80°C durante 1 minuto, 60 dias após sementeira

	Soma dos quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados médios	F	Significância
Ensaio	253,125	1	253,125	10,565	,017
Erro	143,750	6	23,958		
Total	396,875	7			

As percentagens de germinação mais elevadas são obtidas com os pré-tratamentos 120°C durante um minuto e os de 100°C. O pré tratamento de 120°C durante um minuto foi o que obteve as melhores germinações nos dois ensaios, sempre superiores a 80% a partir dos trinta dias após sementeira. Aumentar o tempo de exposição das sementes a 120°C para mais de um minuto, anulou totalmente a germinação dessas sementes. Cem graus centígrados, durante um minuto, em Agosto, conseguiu também as melhores germinações, mas em Novembro não se distinguiu dos outros pré-tratamentos a 100°C. Pré-tratamentos a 100°C durante 5 ou 10 minutos conseguiram percentagens de germinação entre os 55 e os 74% ao fim de 60 dias.

Os pré-tratamentos a 80°C apresentaram uma percentagem máxima de 31% de germinação, ao fim de 60 dias. Esta parece assim uma temperatura com efeito insuficiente na quebra de dormência das sementes de *Tuberaria major*. Verifica-se que esta temperatura também se mostrou insuficiente na quebra de dormência de outras

cistáceas como são exemplo : *Tuberaria lignosa* com tratamento de 80°C durante 10 minutos (Luna et al., 2007); *Tuberaria guttata* , tratamento de 80°C durante 5 minutos (González-Rabanal e Casal, 1995); *Cistus creticus creticus*, tratamento de 80°C durante 30 minutos (Pela et al.,2000).

Temperaturas superiores a 120°C conduziram à não germinação das sementes. Esta inibição encontra-se também presente para *Cistus ladanifer* para temperaturas superiores a 130°C (Pereira et al., 1993). Em outras cistáceas, como *Cistus creticus creticus* (Pela et al., 2000) ou *Tuberaria lignosa* (Luna et al., 2007), temperaturas superiores a 120°C conduziram também a germinações extremamente baixas.

O facto da presença de fungos, verificada no primeiro ensaio, se limitar aos tratamentos de 120°C com tempos de exposição superiores a um minuto ou temperaturas superiores a 120°C, fez supor uma relação entre a presença destes e a ausência de germinações nos pré-tratamentos térmicos, a altas temperaturas. No segundo ensaio, a aplicação de fungicida, mostrou-se eficaz, tendo as percentagens de germinação sido idênticas às do primeiro ensaio, incluindo as obtidas nas placas de controlo (tratamentos de 120°C-1 minuto; 100°C-1 minuto e temperatura ambiente). Concluiu-se assim que, a inibição de germinação verificada não se relacionava com a presença de fungos. Parece assim que, as altas temperaturas desintegram o revestimento da semente, mas são também letais para o embrião. Os componentes da semente e revestimento ficam assim sem protecção e disponíveis para ataques microbianos.

Os resultados obtidos demonstram que a quebra da dormência das sementes de *T. major* é praticamente total com os tratamentos térmicos 120°C/100°C durante um minuto. As taxas de germinação superiores a 70% , 60 dias após sementeira, são bastante satisfatórias. Confirma-se aqui o efeito das altas temperaturas na germinação, semelhante ao encontrado para outras cistáceas (Pugnaire e Lozano, 1997; Pérez-

Fernandez e Rodríguez-Echeverría, 2003). Dos trabalhos de Thanos et al. (1992) , verifica-se que este tipo de resposta, i.e. baixas germinações na ausência de tratamentos térmicos (inferiores a 10%) e altas percentagens de germinação em sementes pré-tratadas a 100°C durante 5 minutos (superiores a 60%), aparece em cistáceas como *Cistus crispus*, *Cistus salviifolius*; *Halimium halimifolium*, *Halimium ocymoides* e *Tuberaria lignosa*. Destas espécies, só a *Tuberaria lignosa* não é frequente nos biomas onde ocorre a *Tuberaria major*. Para esta espécie, *Tuberaria lignosa*, a percentagem de germinação em sementes não tratadas é de aproximadamente 6% atingindo, no entanto os 77,5% quando as sementes são submetidas a pré-tratamentos térmicos de 100°C durante 10 minutos (Luna et al., 2007). A semelhança com a *T. lignosa*, espécie frequente na serra algarvia, é provavelmente uma característica do género tuberária.

Em trabalhos com outras cistáceas são temperaturas entre os 90°C e os 110°C as que mais eficazes se apresentam para induzir a germinação: *Cistus ladanifer* - 90°C durante 5 minutos (Pereira et al., 1993) - 100°C durante 5 minutos (Delgado et al., 2001; Delgado et al., 2008) ; *Cistus criticus* -100°C durante 5 minutos (Tilki, 2008; Pela et al., 2000) *Tuberaria guttata* - 110°C durante 5 minutos (González-Rabanal e Casal, 1995); *Cistus salviifolius* – 100°C durante 5 minutos (Nadal et al., 2002), sendo estes valores próximos dos aqui encontrados para *Tuberaria major*.

Há claramente um valor máximo relativamente à temperatura e ao tempo de exposição a que podemos submeter as sementes. Temperaturas iguais ou superiores a 120°C durante mais do que um minuto provocam inibição da germinação, provavelmente devido à morte do embrião. Thanos et al. (1992) verificaram que a temperatura de 100°C com tempos de exposição de 15 minutos tinha sido letal para muitas das sementes das cistáceas. Para *Cistus ladanifer* a germinação também deixa de ser viável após as sementes serem submetidas a temperaturas de 130°C durante 15

minutos (Pereira et al.,1993). Este facto demonstra que a ocorrência de fogos mais intensos poderá causar danos na maioria das sementes, sobrevivendo apenas aquelas que se encontram em zonas mais profundas (Luna et al., 2007).

É interessante verificar que a 120°C o tempo de exposição mais eficaz foi um minuto. Este facto permite-nos especular que, para ultrapassar a dormência em causa, o importante é a temperatura máxima atingida, a qual, nos seus valores mais elevados, deve ocorrer durante um curto espaço de tempo. Durações prolongadas são provavelmente deletérias para o embrião. Nos tratamentos a 80°C, uma temperatura manifestamente insuficiente, os melhores resultados foram obtidos com exposições de 5 minutos, possivelmente o tempo necessário para todas as sementes atingirem essa temperatura. Duplicar esse tempo de exposição para 10 minutos não melhorou, a taxa de germinação. Também Delgado et al. (2008) verificou que em *Cistus ladanifer* aumentar o tempo de exposição das sementes, de 5 para 10 minutos (a 100°C) provocou um decréscimo na germinação.

Verifica-se assim que após um choque térmico as sementes de *Tuberaria major* têm uma reacção praticamente imediata, no que se refere ao desbloquear da germinação, verificando-se as primeiras germinações entre o 2º e o 5º dias após a sementeira. A percentagem acumulada de germinação aumenta durante os primeiros 30 dias, não se verificando aumentos importantes após este período. Estes resultados poderão explicar o aparecimento da *Tuberaria major* logo após a ocorrência de um incêndio, facto verificado em 2004 na zona do Pinhal de Gambelas. A *Tuberaria major* parece assim comportar-se como uma espécie pioneira no processo regenerativo pós-fogo. DeLuis et al. (2006) , demonstram que em áreas de mato Mediterrânico, no pós fogo, a germinação de cistáceas é fortemente incrementada, havendo um aumento significativo nomeadamente de *Cistus albidus* e *Helianthemum marifolium* nestas áreas.

É, todavia um pouco cedo, apenas com os resultados destes ensaios, para se discutir se se trata de uma dormência física, devida ao revestimento impermeável da semente, ou se há uma dormência fisiológica do embrião. Contudo, os dados obtidos por Thanos et al. (1992) para outras cistáceas, fazem suspeitar de uma dormência física.