

Ensaio de Proveniência de Sobreiro (*Quercus suber*) – Resultados aos Cinco Anos

M. J. Lourenço¹, A.M. Nunes¹, T. Sampaio¹, M. C. Varela², M.R. Chambel³, C. Faria¹.
J.S. Pereira¹, M. H. Almeida¹

¹Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda 1349 –017, LISBOA, Portugal

²Estação Florestal Nacional (INIAP) Quinta do Marquês, 2780 – 159 OEIRAS, Portugal

³Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Apto 8111.
28080 MADRID, Spain.

Resumo. A adaptabilidade do sobreiro às condições ambientais está pouco estudada e o uso de recursos genéticos inapropriados é uma das causas do insucesso de reflorestação tanto no curto como no longo prazo. Os resultados do esforço de florestação com sobreiro têm sido muito díspares, com valores médios de sobrevivência de 50% que oscilam entre o insucesso total e uma sobrevivência que, em alguns casos, atinge os 100%. A eventual alteração climática acentua a necessidade da utilização de material de reprodução adaptado, como meio de promover a sustentabilidade do montado e das florestas de sobreiro. A caracterização dos recursos genéticos desta espécie poderá contribuir também para a viabilidade económica e ambiental deste sistema ao identificar as populações mais adaptadas e os indivíduos produtores de melhor cortiça.

A rede de ensaios de proveniência de sobreiro instalados em 1998, no âmbito da acção concertada “FAIR 1CT 95 0202”, onde estão representadas 35 populações cobrindo toda a sua área de distribuição natural são um excelente instrumento para a avaliação da adaptabilidade. Ainda que as respostas ao nível da qualidade da cortiça só possam ser obtidas tardiamente, o acompanhamento de parâmetros adaptativos ao longo do crescimento das árvores é importante e poderá fornecer informação relevante para a compreensão do funcionamento do sistema. Nesta comunicação apresentam-se os resultados obtidos, 5 anos após a instalação, nos ensaios de proveniência estabelecidos na Mata Nacional das Virtudes e no Monte da Fava relativamente a características adaptativas tais como: a sobrevivência, a eficiência do uso da água, o abrolhamento dos gomos foliares e o crescimento. Ao nível da sobrevivência as populações de origem francesa revelaram-se as menos adaptadas em ambos os locais. Quanto à altura, as 35 populações apresentaram crescimentos significativamente diferentes entre si nos dois ensaios, tendo as populações marroquinas registado os valores mais elevados. Relativamente ao abrolhamento dos gomos foliares observou-se um comportamento semelhante em termos das populações mais tardias e mais temporãs em ambos os ensaios. Geograficamente as primeiras localizam-se numa área mais ocidental da zona de distribuição natural da espécie enquanto que populações mais temporãs, com comportamento significativamente diferente das anteriores são originárias da região mais oriental.

Palavras chave: sobreiro, variabilidade genética, adaptabilidade, proveniência, *Quercus suber*

Introdução

A actual área de distribuição do sobreiro não traduz apenas a sua preferência por determinadas condições edafo-climáticas, mas resulta também de um conjunto de várias circunstâncias (o arroteamento, o fogo, o abuso do pastoreio, a exploração agrícola intensiva e plantações florestais) que, com o decorrer do tempo, contrariaram ou favoreceram a sua existência nesses locais (Natividade, 1950). O declínio do montado de sobreiro, que é observado em algumas regiões, reflecte a fragilidade e susceptibilidade deste ecossistema e eventuais

alterações climáticas poderão acentuar a necessidade da utilização de material de reprodução adaptado como meio de promoção da sustentabilidade do montado e das florestas de sobreiro. A adaptabilidade do sobreiro às condições ambientais está pouco estudada e o uso de recursos genéticos inapropriados é uma das causas do insucesso de reflorestação tanto no curto, como no longo prazo.

Considerando que esta espécie tem uma larga área de distribuição, com uma ampla variação das condições ambientais, é possível que tenha ocorrido uma selecção disruptiva, promovendo uma larga diferenciação das características adaptativas entre as populações, nomeadamente na capacidade de tolerar longos períodos de seca, resistir a pragas, doenças e a temperaturas extremas. No entanto, o sobreiro é uma espécie polinizada pelo vento o que implica a existência de um substancial fluxo de genes entre populações (Eriksson, G., 2003). Estudos efectuados com marcadores moleculares e isoenzimas evidenciam o padrão clássico de espécies polinizadas pelo vento. Este padrão sugere uma limitada diferenciação genética entre populações, consequência de um considerável fluxo de genes entre elas, mas uma grande diversidade dentro das populações (Jiménez et al., 1999). Embora a utilização de marcadores moleculares permita uma primeira avaliação da estrutura genética, dentro e entre as populações, não reflecte a variação das características adaptativas. Não há informação suficiente relativa à variância aditiva das características adaptativas. Este tipo de características são importantes para a regeneração natural do sobreiro, uma vez que esta variância é a matéria prima para o melhoramento genético e para a evolução. É importante avaliá-la para características com interesse no melhoramento ou na conservação genética (Eriksson, G.; Ekberg, I., 2001).

O lento crescimento, a tardia frutificação das árvores, o espaço exigido para o estabelecimento de testes genéticos e o longo período necessário para que seja possível avaliar a qualidade da cortiça são algumas das causas que têm adiado a realização de um trabalho sistematizado cujo objectivo é criar populações mais adaptadas às condições edafo-climáticas menos favoráveis que o sobreiro ocupa e/ou que produzam mais e melhor cortiça. Os ensaios de proveniências são a melhor ferramenta para a obtenção de informação acerca da variabilidade genética entre populações de uma mesma espécie ao identificar as populações mais adaptadas às condições ambientais em cada área de ensaio (Eriksson, G., 2003). De facto é ao nível da proveniência que se encontra a maior proporção da variação das características adaptativas (Zobel, B., Talbert, J. 1984). O controlo genético da qualidade da cortiça foi admitido por Natividade em 1934, ao analisar a qualidade da cortiça em sobreiros instalados quer em condições ambientais muito diversas, quer em ambientes muito homogêneos. No entanto, este cientista estava consciente da precariedade das suas conclusões, em consequência da inexistência de testes genéticos. Porém, só em 1998, no âmbito da acção concertada FAIR1-CT95-0202 com o intuito de estudar a variabilidade genética do *Quercus suber* L. foi instalada uma rede internacional de 13 ensaios de proveniência onde estão representadas 35 populações que cobrem toda a área de distribuição natural da espécie. Estes constituem uma colecção única de material de base que permitirá uma visão abrangente da evolução e comportamento do sobreiro na sua área de distribuição natural (Varela, M. C., 2003), sendo igualmente um valioso esforço para a conservação ex-situ dos recursos genéticos do sobreiro.

Beneficiando do estabelecimento, em Portugal de três desses ensaios, procurou avaliar-se em dois deles (Mata Nacional das Virtudes e Herdade do Monte da Fava) a variabilidade interproveniência através da avaliação do comportamento das populações com base nas características adaptativas sobrevivência, crescimento, tolerância à secura e abrolhamento dos gomos foliares.

Material e Métodos

Ensaio experimentais e material vegetal

Incluídos numa rede internacional de ensaios de proveniência e descendência de sobreiro, os ensaios sujeitos a avaliação no âmbito deste trabalho, instalados em Março de 1998, situam-se nos concelhos de Santiago do Cacém (Herdade do Monte Fava) e Azambuja (Mata Nacional das Virtudes) (tabela 1).

No Outono de 1996 foi efectuada uma recolha de bolota, nos sete países que constituem a área de distribuição natural do sobreiro, em 35 populações (nove portuguesas, sete espanholas, cinco italianas, quatro francesas, duas tunisinas, seis marroquinas, uma argelina e uma situada na fronteira luso-espanhola) (tabela2). Em cada uma delas foram seleccionadas pelo menos 20 árvores, tendo como único critério de selecção a quantidade de fruto produzida (> 300 bolotas). As bolotas foram transportadas para Portugal e semeadas no viveiro de Santo Isidro (Pegões), entre Janeiro e Fevereiro de 1997. O delineamento experimental utilizado, comum a todos os ensaios da rede foi de Blocos Casualizados Completos. Os ensaios portugueses incluem 30 blocos com 4 plantas de cada população por bloco, organizadas em duas parcelas de duas plantas, distribuídas aleatoriamente no bloco. O compasso aqui utilizado foi de 6 x 6 m, sendo de 1 metro o espaçamento entre as duas plantas da mesma parcela. Cada par possui plantas da mesma família e foram utilizados, na instalação, tubos protectores com 60 cm de altura do tipo Tubex®. Na Mata Nacional das Virtudes, devido às elevadas taxas de mortalidade ocorridas logo nos primeiros anos, restringiram-se as observações de crescimento e fenologia aos 16 blocos com taxas de sobrevivência mais elevadas.

Informações detalhadas sobre as populações produtoras de semente e o estabelecimento dos ensaios poderão ser encontradas em Varela 2003.

Tabela 1 Localização e principais características climáticas dos ensaios experimentais em estudo

| Herdade | Concelho | Localização geográfica | Altitude (m) | Precipitação Anual (total) (mm) | Precipitação Estival (mm) | Nº de meses secos ⁽¹⁾ | Temperatura média (°C) |
|-------------------|-------------------|------------------------|--------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------------------|
| Mata das Virtudes | Azambuja | 8°59'W 39°05'N | 25 a 47.5 | 557 | 19 | 3 | 15.8 |
| Monte Fava | Santiago do Cacém | 8°7'W 38°00'N | 79 m | 587 | 32 | 4 | 16.1 |

⁽¹⁾ meses em que $P < 2T$, onde P representa a precipitação e T temperatura.

Recolha de dados

A sobrevivência foi avaliada como a proporção do número de indivíduos sobreviventes em cada unidade experimental entre o tempo t_0 (plantação) e o tempo t_1 (5 anos após a plantação). As observações foram realizadas nos 30 blocos em ambos os ensaios, tendo sido consideradas, apenas as árvores plantadas originalmente, não sendo contabilizadas plantas retanchadas posteriormente.

A altura, apesar de não ser uma característica dita “adaptativa” pode assumir-se como indicativa do crescimento e como tal dar informações acerca da adaptabilidade das árvores a uma estação. A altura total foi definida pela distância entre a base da planta e a folha mais alta, independente de estar viva ou morta/seca. A medição das alturas totais ocorreu em Agosto de 2003 na Mata Nacional das Virtudes e no Outono de 2003 no Monte da Fava. Incluiu todas as árvores existentes (originais e retanchadas) e foram efectuadas em cm (± 1 cm) utilizando uma vara extensível. Foram removidas da análise árvores cujo crescimento foi

nitidamente prejudicado pelos tubos protectores ou outros factores não ambientais bem como todas as árvores “mortas”, uma vez que se pretende a avaliação do crescimento aos cinco anos (Nunes 2004).

Tabela 2 Localização das 35 populações utilizadas para produção de semente com vista à instalação de ensaios de proveniência de sobreiro.

| Código | Populações | Localidade +próxima | País | Longitude | Latitude |
|---------|--|--------------------------|------------------|-----------------|------------------|
| FR1 | Var | Bornes les Mimosas | France | 6°15'-6°45'E | 43°08'-43°25'N |
| FR2 | Pyrenees Orientales | Collioure | France | 3°03'E | 42°30'N |
| FR3 | Landes | Soustons | France | 1°20'W | 43°45'N |
| FR4 | Corse | Sartene | France | 8°58'E | 41°37'N |
| ES5 | Montes de Toledo | Cañamero | Spain | 5°21'-5°25'W | 39°22'-39°25'N |
| ES6 | Sierra Morena Oriental | Fuencaliente | Spain | 4°16'-4°22'W | 38°24'-38°33'N |
| ES7 | Sierra Morena Occidental | Jerez de los Caballeros | Spain | 6°42' W | 38°13'N |
| ES8 | Parque de los Alcornocales | Castellar de la Frontera | Spain | 5°22'W | 36°16'N |
| ES9 | Cataluña Litoral | Santa Coloma de Farnés | Spain | 2°32' - 2°38'W | 41°51' - 41°53'N |
| ES10 | Sierra de Guadarrama | Madrid | Spain | 3°45' W | 40°31'N |
| ES11 | Alpujarras | Haza de Lino | Spain | 3°18'W | 36°50'N |
| IT12 | Lazio | Tuscania | Italy | 11°57'E | 42°25'N |
| IT13 | Puglia | Brindisi | Italy | 17°40'E | 40°34'N |
| IT14 | Sicilia | Catania | Italy | 14°30'E | 37°07'N |
| IT15 | Sardegna | Cagliari | Italy | 8°51'E | 39°05'N |
| IT16 | Sardegna | Sassari | Italy | 8°34'E | 40°27'N |
| PT17 | Vale do Tejo e Sado | Chamusca | Portugal | 8°26'W | 39°23'N |
| PT18 | Vale do Tejo e Sado | Alcacer do Sal | Portugal | 8°35'W | 38°29'N |
| PT19 | Vale do Tejo e Sado | Azeitão | Portugal | 9°2'W | 38°30'N |
| PT20 | Vale do Tejo e Sado | Ponte de Sôr | Portugal | 8°10'W | 39°03'N |
| PT21 | Sudoeste | S. Brás de Alportel | Portugal | 7°52'W | 37°2'N |
| PT22 | Alentejo e Beira Baixa | Azaruja | Portugal | 7°48'W | 38°45'N |
| PT23 | Sudoeste | Santiago do Cacém | Portugal | 8°42'W | 38°01'N |
| PT24 | Trás-os-Montes e Beira Interior | Romeu | Portugal | | |
| PT35 | Sudoeste | Ermidas do Sado | Portugal | | |
| PT+ES25 | Alentejo e Beira Baixa + Sierra de San Pedro | Besteiros + Albuquerque | Portugal + Spain | 7°13'W - 7°24'W | 39°12' - 39°21'N |
| MA26 | Rif Atlantique I.1 | Larache | Marroco | 6°03'W | 35°11'N |
| MA27 | Rif Occidental I.2 | Chefchaouen | Marroco | 5°16'W | 35°07'N |
| MA28 | Maâmora III.1 | Kenitra | Marroco | 6°35'W | 34°05'N |
| MA29 | Maâmora III.1 | Allal Baharoui | Marroco | 6°20'W | 34°07'N |
| MA30 | Plateau Central III.2 | Oulmés | Marroco | 4°06'W | 33°46'N |
| MA31 | Rif Oriental | Taza | Marroco | 4°15'W | 34°12'N |
| TU32 | Mekna | Ain Sobh | Tunisie | 8°51'W | 36°57'N |
| TU33 | Femana | Ain el Baya | Tunisie | 8°32'E | 36°35'N |
| AL34 | | Guebès | Algeria | | |

A tolerância à secura, das diferentes populações, foi avaliada na primeira semana de Agosto de 2003 apenas para Mata Nacional das Virtudes, através da estimativa de dois parâmetros: potencial hídrico foliar e composição isotópica do carbono ($\delta^{13}\text{C}$). O potencial hídrico foliar foi medido, antes do amanhecer (Ψ_{pd}), com uma câmara de pressão (PMS Instruments, Co., Oregon, USA), em seis árvores de seis populações: três com o maior incremento em altura entre a plantação (t_0) e os 5 anos após a plantação (t_5) (PT17, PT18 e PT35) e três com o menor incremento em altura entre os dois momentos referidos (PT24, MA26 e MA30). As árvores seleccionadas eram saudáveis e de tamanho semelhante. A percentagem total em carbono (%C) e azoto (%N), bem como a composição isotópica do carbono ($\delta^{13}\text{C}$) foram determinadas em material foliar das mesmas árvores e após secagem (80 °C) e moagem, as amostras foram analisadas no Scottish Crop Research Institute utilizando um espectrofotómetro de massas de fluxo contínuo ANCA-SL (Europa Scientific Ltd, Crewe, U.K.). A composição isotópica do carbono referiu-se ao desvio da razão isotópica do material foliar ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}_{\text{planta}}$) à razão isotópica “standard” ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}_{\text{PDB}} = 0,01124$).

Em termos de comportamento de processos fenológicos, monitorizou-se semanalmente o abrolhamento dos gomos foliares entre Fevereiro e Maio de 2004 nos dois ensaios. O abrolhamento, sendo uma característica regulada pela temperatura, poderá ser bastante indicativo da variação interproveniência e da capacidade adaptativa de diferentes populações a diversos locais de condições climatológicas distintas. Seleccionaram-se para o efeito plantas vivas, nos blocos com maiores taxas de sobrevivência até perfazer onze árvores por populações. Na Mata Nacional das Virtudes, em consequência das baixas taxas de sobrevivência, não foi possível garantir um número fixo de árvores por população, oscilando entre 6 e 16. No Monte da Fava foi possível restringir as observações a plantas com altura igual ou superior a 100 cm. Em cada árvore marcaram-se aleatoriamente quatro raminhos do ano anterior onde se observou a evolução do gomo terminal de cada um segundo uma escala categórica definida para o efeito (tabela 3). Uma árvore foi considerada abrolhada quando dois dos ramos marcados atingiram a classe 4.

Tabela 3 Classes fenológicas utilizadas na caracterização do abrolhamento de gomos foliares .

Análise dos dados

Cada população foi caracterizada pela estimativa do seu valor médio para as diferentes variáveis em análise, à excepção da sobrevivência. A existência de diferenças significativas entre populações foi avaliada para um nível de significância de 0,05 ($\alpha=5\%$) para cada uma das características em estudo procurando responder à questão geral: existirá variação significativa entre as 35 populações em estudo? Nas análises estatística dos dados foi utilizado o software SAS®.

Na análise da sobrevivência, sendo uma variável categórica binária, utilizou-se um modelo de regressão logística, baseado na aplicação da transformação logit a uma proporção (Hosmer e Lemeshow 1989), utilizando como variáveis explicativas a população e o bloco (Procedure CATMOD do SAS). Esta abordagem já tinha sido anteriormente utilizada por Chambel (2000) para avaliação da mesma característica no ensaio da Mata Nacional das Virtudes 20 meses após a plantação.

O efeito da origem geográfica no crescimento em altura foi avaliado recorrendo a um modelo linear generalizado, através de análise de variância (PROC GLM do sistema SAS) onde a população é considerada um factor de efeitos fixos e o bloco um factor de efeitos aleatórios. A verificação dos pressupostos da ANOVA foi realizada pela análise dos gráficos de resíduos vs valores preditos. Para ambos os ensaios os pressupostos da normalidade foram violados tendo-se utilizado, na análise de variância, a raiz quadrada da altura no caso do Monte Fava e um teste de Kruskal-Wallis no caso da Mata Nacional das Virtudes. Quando o efeito da

população foi significativo foram efectuadas comparações adicionais dos valores médios destas, através de testes de hipóteses que recorrem a combinações lineares do tipo “*contraste*” (declaração *Contraste* no sistema SAS). Pretendeu verificar-se a existência de diferenças significativas entre as populações pertencentes às regiões de proveniência portuguesas demarcadas, das quais apenas quatro estão representadas (Trás os montes e Beira Interior (III); vale do Tejo (IV); Alentejo e beira Baixa (V) e Sudoeste (VI)) (figura 1) ; diferenças significativas entre as populações da Península Ibérica e ainda verificar a possibilidade de se delimitarem grupos homogêneos ao nível da área de distribuição da espécie, ou seja, sem diferenças significativas dentro do grupo mas significativamente diferentes entre grupos.

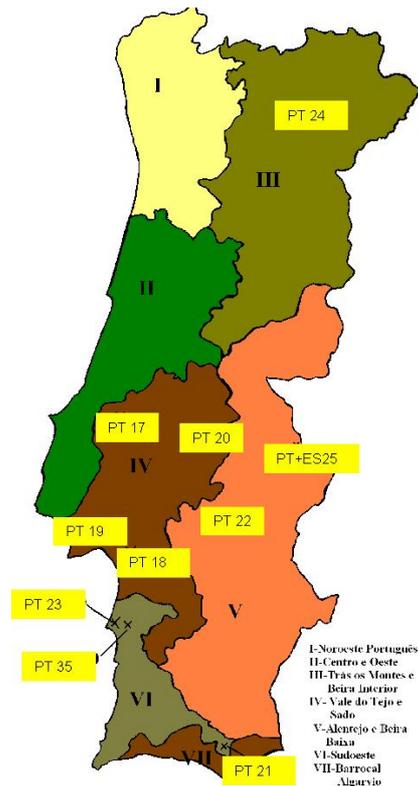


Figura 1 Regiões de proveniência portuguesas para o sobreiro, definidas por Varela (com. pessoal) Segundo critérios de clima e solos (adaptação de Almeida *et al*, 1997)

O efeito da origem geográfica no potencial hídrico, na Mata Nacional das Virtudes, foi avaliado através do teste de Kruskal-Wallis, uma vez que os pressupostos da ANOVA foram violados.

Na análise do abrolhamento, a variável em estudo é o dia do ano em que a árvore atinge a classe 4 (gomo aberto). Não existindo um número fixo de observações, de cada população, por bloco, o conjunto de dados é desequilibrado. Por conseguinte removeu-se previamente o efeito do bloco a cada uma das observações (Williams, E.R; Matheson A.C. 1949) e realizou-se uma análise de variância a um factor de efeitos fixos (população). Quando a análise de variância revelou a existência de diferenças significativas entre populações, realizou-se um teste de Student-Newman-Keuls para inferir quais as populações que distam significativamente umas das outras para o momento de abertura dos gomos foliares. Foi igualmente calculado o dia exacto em que 50% das árvores de cada população atingiu a classe 4 (Tb_{50}).

Resultados e Discussão

A Mata Nacional das Virtudes apresentou uma taxa global de sobrevivência muito inferior ao Monte da Fava: 25% contra 65% no segundo caso. Não obstante, o efeito da origem da população na sobrevivência das árvores, revelou-se significativo em ambos os ensaios. A comparação de valores médios, revelou no entanto e como habitual em ensaios de proveniência, que as diferenças significativas ocorrem entre um número restrito de populações de valores extremos. No caso da Mata Nacional das Virtudes, as populações com taxas de sobrevivência mais elevadas, significativamente diferentes de populações com valores mais baixos são marroquinas (MA29- 40,6% e MA30- 37,5%), enquanto no Monte da Fava distinguiram-se positivamente uma população espanhola (ES10- 77,5%) e uma portuguesa (PT17- 73%). No que diz respeito a taxas de sobrevivência significativamente mais baixas que as anteriores, destaca-se apenas FR4 (Córsega) com 40% no Monte da Fava enquanto que na Mata das Virtudes as populações com valores significativamente inferiores foram: AL34 (11,1%), FR2 (12,5%), FR3 (12,5%) e ES8 (10,9%) (figura1). Os resultados obtidos encontram-se em concordância com os resultados apresentados por Chambel *et al* (2000), 20 meses após a plantação para o ensaio da Mata Nacional das Virtudes, tendo as populações francesas (FR2 e FR3) e algeriana (AL34) revelado precocemente a pior adaptabilidade às condições do local, apresentado as taxas mais baixas de sobrevivência.

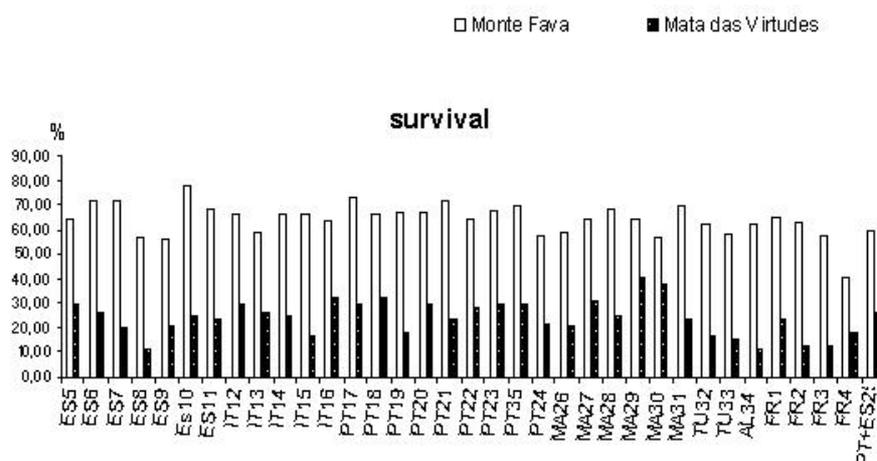


Figura 1 - Taxas de sobrevivência para as 35 populações dos ensaios da Mata das Virtudes e Monte de Fava 5 anos após a plantação.

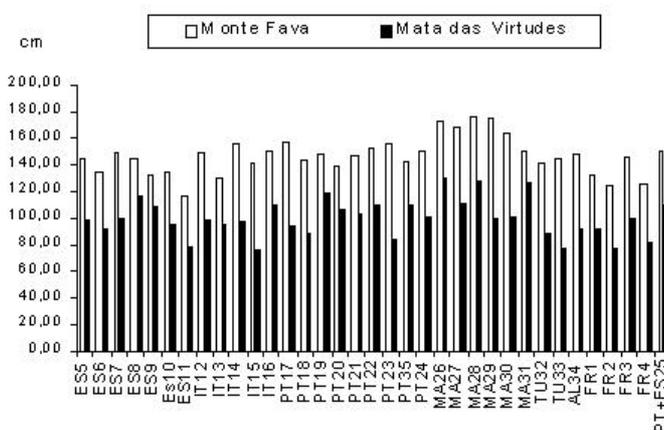


Figura 2 Valores médios de altura para as 35 populações dos ensaios da Mata das Virtudes e Monte de Fava 5 anos após a plantação.

Para a variável altura, a população revelou igualmente ser uma característica significativa aos cinco anos de idade em ambos os ensaios ($P < 0,001$ – Monte Fava e $P = 0,0413$ – Mata das virtudes). No entanto, apenas a população espanhola de Haza de Lino (ES11) revelou um valor médio significativamente inferior aos outros. As populações marroquinas registaram os valores mais elevados em ambos os ensaios mas não significativamente diferentes (figura3). Os testes de comparação de médias para as alturas não revelaram diferenciação entre as populações portuguesas em nenhum dos ensaios. O grupo constituído pela totalidade das populações da Península Ibérica, apresentou-se homogéneo quando retirada a população ES11 (Haza de Lino). Este resultado está em concordância com Diaz-Fernandez *et al* (1995) que classificou esta população como “reliquia” devido à sua estrutura genética e com Jimenez *et al* (1999) que classificou esta população isoladamente num estudo efectuado com marcadores isoenzimáticos. Embora os sobreiros sejam ainda muito jovens foi possível estabelecer grupos com comportamentos distintos para a altura. A figura 3 reúne os 7 grupos em que foram reunidas as 35 populações com base nos valores de altura total. Estes grupos revelaram diferenças significativas entre si mas não entre as populações que constituem cada um. A delimitação destes grupos demonstrou estar em concordância com estudos anteriores efectuados por Lumaret (1997) com base no polimorfismo enzimático e por Jimenez (2000) com recurso a marcadores isoenzimáticos,. As linhas a tracejado (em 4 dos grupos) representam pontos de homogeneidade ou seja, populações que poderiam ficar incluídas em dois os grupos.

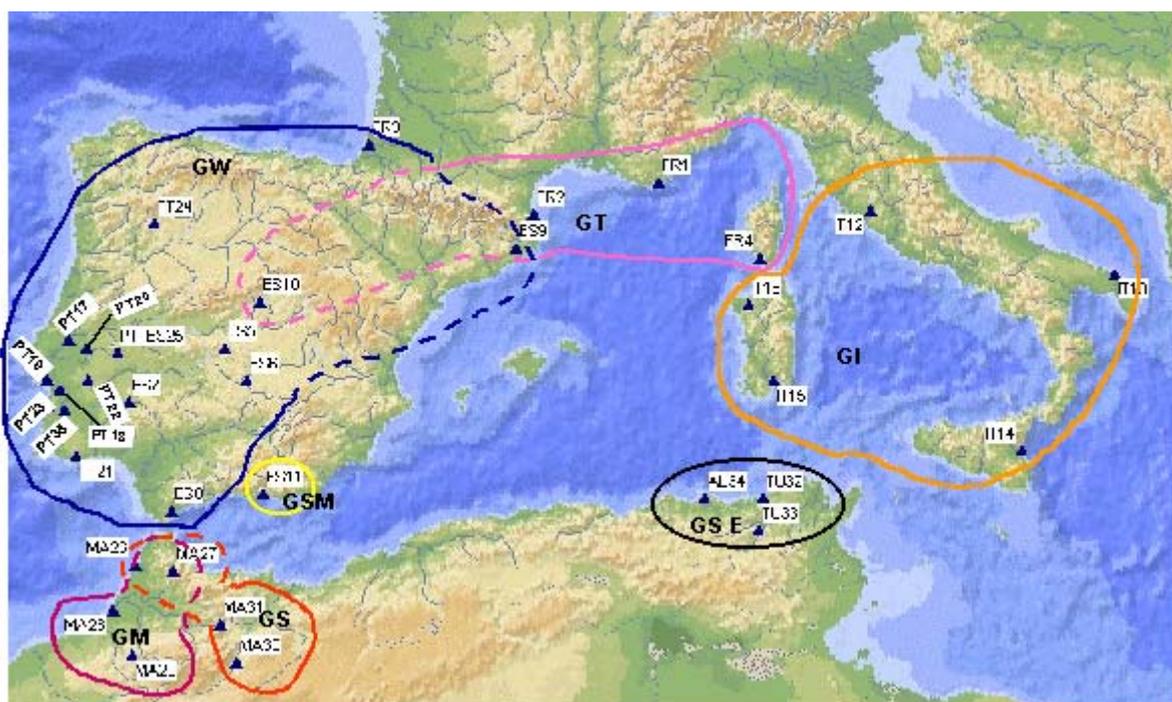


Figura 3 Grupos homogéneos para a altura, 5 anos após a plantação (ensaio de proveniências do Monte de Fava): GW –Grupo Oeste; GT – Grupo de transição entre GW e GI; GI – Grupo Italiano, GSE – Grupo Sudeste; GS – Grupo Sul; GM – Grupo Mâamora; GSM – Grupo Serra Morena

Na avaliação do efeito da população sobre o potencial hídrico foliar, o teste de Kruskal-wallis não revelou diferenças significativas entre as 6 populações ($P = 0,339$). O potencial de água das folhas medido antes do nascer do sol (Ψ_{pd}) é um parâmetro muito útil, na medida em que constitui uma referência de base para o estado hídrico da planta que é independente das variações de curto prazo das condições ambientais (Jones, 1992). Assim, é comum utilizá-lo

para quantificar o stress acumulado ao longo de um período experimental (Shumway *et al.*, 1993 in Osório, 1994). A média geral do potencial hídrico foliar foi de -1,17 MPa. Estes resultados permitem concluir que as populações em estudo não estavam sujeitas a um stress severo, que seria indicado por valores abaixo de -3 MPa (tabela 4). A população PT18 (Alcácer do Sal) destacou-se por apresentar maiores valores de crescimento e $\delta^{13}\text{C}$ menos negativos, ou seja, maior eficiência de uso da água e um potencial hídrico razoável. Ao mesmo tempo apresenta o menor valor de azoto o que significa que o aumento da eficiência de uso de água é feito em conjunto com a eficiência de azoto fotossintético (ganho de carbono por unidade de azoto na folha) (Sampaio 2003). Em relação às outras duas populações com maiores crescimentos nada se concluiu.

Tabela 4 Relação entre o crescimento, a concentração de azoto, a composição isotópica do carbono e o valor médio do potencial hídrico foliar, de seis populações.

| Population | Mean Height Increment | %N | %C | $\delta^{13}\text{C}$ | Ψ_{pd} (MPa) |
|----------------------------------|-----------------------|------|-------|-----------------------|-------------------|
| PT17 (Portugal – Chamusca) | > | 1.52 | 44.8 | -28.03 | -2.02 |
| PT18 (Portugal – Alcácer do Sal) | > | 1.42 | 42.15 | -23.94 | -0.99 |
| PT35 (Portugal – Monte da Fava) | > | 1.74 | 56.69 | -28.02 | -1.00 |
| PT24 (Portugal – Mirandela) | < | 1.77 | 46.56 | -27.58 | -0.85 |
| MA26 (Marrocos – Larache) | < | 1.64 | 47.54 | -28.04 | -1.18 |
| MA30 (Marrocos – Oulmés) | < | | | -28.73 | -0.99 |

O abrolhamento dos gomos foliares mostrou um comportamento semelhante nos dois ensaios, tendo a generalidade das 35 populações atingido 50% de árvores abrolhadas em cerca de um mês (Tb_{50}) (figura 4). A análise de variância revelou a existência de efeito significativo da população no abrolhamento e o teste de Student – Newman – Keuls destacou quais as populações que variam significativamente umas das outras para esta característica. As populações com abrolhamento mais tardio, foram as mesmas em ambos os ensaios (FR3 e PT24). Populações mais temporãs, com comportamento significativamente diferente das anteriores e comuns aos dois ensaios foram AL 34 e IT15. Estes dois grupos de populações revelaram-se antagónicos em termos de posição geográfica, estando as primeiras localizadas na zona NW da área de distribuição da espécie contrariamente às mais temporãs situadas na zona mais setentrional da bacia mediterrânica (figura 3).

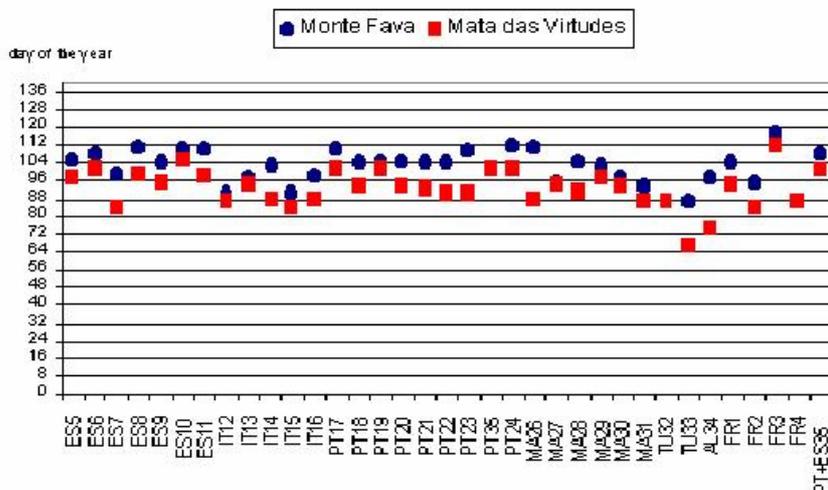


Figura 4 – Número de dias que leva 50% das árvores de cada população a atingir a classe 4 – gomo aberto (Tb_{50}) nos ensaios de proveniência da Mata das Virtudes e do Monte da Fava.

Considerações Finais

Os resultados obtidos, 5 anos após a plantação, revelam a influência da origem da semente nas características adaptativas: sobrevivência, altura e abrolhamento em *Quercus suber*. Indicativo de que a selecção natural deu origem a populações geneticamente diferenciadas, adaptadas às condições ecológicas dominantes em cada caso. Estes resultados, confirmam que não é indiferente a escolha da população a utilizar em acções de repovoamento de sobreiro e na eventual implementação de um programa de melhoramento que pressupõe a existência de variabilidade genética como condição necessária. Os resultados apresentados são preliminares e o estudo isolado de ensaios de proveniência é frágil. Por conseguinte, têm sido mantidos contactos com investigadores espanhóis e italianos, associados a esta rede internacional de ensaios no sentido de uniformizar a recolha e comparação de dados, permitindo a continuidade da avaliação da interacção genótipo x ambiente de forma mais fundamentada e coesa.

Agradecimentos

Os ensaios de proveniência portugueses foram estabelecidos com o apoio de fundos Europeus (FAIR 1-CT-95-0202) e Nacionais (PBIC/AGR/2282/95, PAMAF 4027 e PRAXIS/3/3.2/Flor/2110/95). A avaliação do comportamento das populações aos 5 anos após a plantação foram realizados com o apoio europeu: “CREOAK: Conservation and restoration of european cork OAK woodlands: a unique ecosystem in the balance” (QLK5-CT-2002-01594); e Nacional “Repovoamento com sobreiro: Variabilidade genética e biologia da semente conservada (POCTI/41359/AGG/2001).

Bibliografia

- ALMEIDA, M. H.; Chambel, M. R., Henriques, J. L.; Peixoto, M.; Carvalho, V.; Martins, A. 1997. Estudo da variabilidade Genética do Sobreiro em Portugal em Pereira, H. (Ed.), *Sobreiro e Cortiça, European Conference of Cork oak and Cork*, 5 – 7 May. Lisboa, pp. 237 – 247.
- CHAMBEL, M. R.; Faria C.; Moura, S.; Alves, L.; Matos, A.; Almeida, M. H. 2000. Ensaio de Proveniências de *Quercus suber*: primeiros resultados em *Congresso Mundial do Sobreiro*, Lisboa. (CDROM).
- DIAZ-FERNANDEZ, P. M.; Jimenez, M. P. S.; Catalan, G. B.; Martin, S. A.; Gil, L. A. S. M. 1995. *Regiones de Procedência de Quercus suber L.* ICONA –. 49 pp.
- ERIKSSON, G. Inger Ekberg 2001. An Introduction to Forest Genetics. SLU Repro, Uppsala.
- ERIKSSON, G. 2003. Objectives in European network for the evaluation of genetic resources of cork oak for appropriate use in breeding and gene conservation strategies, Handbook FAIR , ed Varela, MC 2003. pp 23 – 24.
- JIMÉNEZ, P, Agúndez, D, Alía, R, Gil, L. 1999. Genetic variation in central and marginal populations of *Quercus suber L.* *Silvae Genetica* 48: 278-284.
- JIMÉNEZ, P.; Agundez, D.; Alia, R.; Gil, L. 2000. Variación Genética de *Quercus suber L.*: Niveles de diversidad y estructuración geográfica mediante marcadores isoenzimáticos em *Congresso Mundial do Sobreiro*, Lisboa. (CDROM).

- LUMARET, R. 1997. Analysis of genetic variation in French populations of cork oak using enzyme polymorphism: preliminary results em Turok, J.; Varela, M. C.; Hansen C. 1997. *Quercus suber Network. Report of the third and fourth meetings*, 9 – 12 June 1996, Sassari, Sardinia, Italy, and 20 – 22 February 1997, Almoraima, Spain. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. pp 16.
- NATIVIDADE, J.V. 1934. Cortiças – contribuição para o estudo do melhoramento e qualidade. *Publ. Da Direcção geral dos Serbviços Florestais e Aquículas*, 1(1):1-143
- NUNES, A.M.O.F. 2004. *Avaliação de testes genéticos da Quercus suber L.* Relatório de Fim de Curso de Engenharia Florestal, Universidade Técnica de Lisboa, ISA, Lisboa. 49 pp.
- SAMPAIO, T.S.P. 2003. *Avaliação da tolerância à secura num ensaio de proveniências da Quercus suber L.* Relatório de Fim de Curso de Engenharia Florestal, Universidade Técnica de Lisboa, ISA, Lisboa. 75 pp.
- VARELA, M. C. (2003). *European network for the evaluation of genetic resources of cork oak for appropriate use in breeding and gene conservation strategies, Handbook FAIR* , ed Varela, MC 2003.
- WILLIAMS, E.R., Matheson, A.C.1949. *Experimental Design and Analysis for Use in Tree Improvement.*CSIRO, Melbourne. pp 53 - 71