



Castanheiro centenário evidenciando elevada capacidade de regeneração vegetativa. Árvores como esta podem representar importantes fontes de resistência natural à doença da tinta.

COMO A CIÊNCIA PODE AJUDAR A TORNAR OS SOUTOS DE CASTANHEIRO MAIS RESILIENTES

A doença da tinta continua a ameaçar os soutos de castanheiro em Portugal. Novas abordagens científicas estão a abrir caminho para a seleção de árvores mais resistentes. Conheça como a genética pode ajudar a proteger a produção e as variedades tradicionais.

Carmen Santos, Patrícia Conde e Rita Lourenço da Costa
Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



O castanheiro: base económica e cultural dos territórios rurais

O castanheiro (*Castanea sativa*) é uma espécie com grande importância económica nas regiões de montanha de Trás-os-Montes, Beira Interior e Alto Alentejo. Para além da produção de castanha, que tem elevado valor comercial, os soutos contribuem de forma decisiva para o rendimento de muitas explorações agrícolas e para a fixação de população em zonas de baixa densidade.

Grande parte desta produção está associada a variedades tradicionais, valorizadas em mercados com Denominação de Origem Protegida (DOP). Estas variedades são reconhecidas pela qualidade do fruto e desempenham um papel fundamental na diferenciação do produto português, sendo também parte integrante da identidade cultural dos territórios.

Doença da tinta: uma ameaça sempre presente

Um dos principais problemas que afeta os soutos é a doença da tinta, causada por um microrganismo do solo, *Phytophthora cinnamomi*. Este agente ataca as raízes das árvores, comprometendo a absorção de água e nutrientes e levando ao seu enfraquecimento progressivo.

Com o avançar da infeção, as árvores apresentam sintomas como a perda de vigor, e acabam por morrer. A situação tende a agravar-se em solos compactados e encharcados, com temperaturas elevadas e em condições de seca prolongada, fatores que se têm tornado mais frequentes. Neste contexto, a doença da tinta representa ainda hoje uma ameaça à sustentabilidade dos soutos mais antigos e é responsável pela baixa produtividade dos soutos portugueses (Figura 1).



Figura 1 – Castanheiro com sintomas da doença da tinta.

O que já foi feito: novos porta-enxertos resistentes e inovação científica

Ao longo das últimas décadas, os programas de melhoramento do castanheiro na Europa têm apostado sobretudo no cruzamento entre o castanheiro-europeu (*Castanea sativa*) e espécies asiáticas mais resistentes à doença da tinta, como *Castanea crenata* e *Castanea mollissima*. Estes cruzamentos permitiram obter híbridos com maior resistência, utilizados principalmente como porta-enxertos, contribuindo para reduzir as perdas em novas plantações.

Em Portugal, o trabalho desenvolvido pelo Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV) tem sido particularmente relevante neste domínio. Nos últimos 20 anos, foram criados importantes recursos genéticos, novas variedades melhoradas, e ferramentas de melhoramento com foco na resistência à doença da tinta, baseados em populações obtidas a partir de cruzamentos con-

trolados entre *Castanea sativa*, *Castanea crenata* e *Castanea mollissima* (Costa et al., 2020). Estas populações permitiram estudar de forma detalhada a variabilidade da resistência e avançar no conhecimento da interação entre a planta e o patógeno (Fernandes et al., 2022).

Um dos progressos mais relevantes foi a criação de populações de primeira geração híbrida (F1), a partir das quais foram selecionados indivíduos com maior nível de resistência, através de ensaios controlados, nos quais as plantas foram expostas ao agente causal da doença em condições experimentais (Santos et al., 2015). Estes testes permitiram selecionar novos genótipos híbridos de castanheiro, com diferentes níveis de resistência e identificar regiões do genoma associadas a essa resistência, conhecidas como QTL – *Quantitative Trait Loci*, contribuindo para uma seleção mais eficiente (Santos et al., 2017a).

Estes indivíduos são ulteriormente utilizados para a obtenção de uma geração seguinte (F2), resultante do cruzamento entre os castanheiros mais resistentes da geração F1 (Figura 2). Esta etapa representa um avanço importante no programa de melhoramento, permitindo recombinar e fixar características de resistência de forma mais refinada e obter indivíduos com maior componente genética do castanheiro-europeu, mantendo os genes de resistência dos castanheiros asiáticos.

Paralelamente, foram desenvolvidos estudos ao nível da fisiologia e da biologia molecular das plantas, comparando o nível de expressão entre os genes candidatos de resistência, identificados pela equipa, entre indivíduos resistentes e suscetíveis, bem como a validação da sua função por transformação genética (Santos et al., 2017b, Serrazina et al., 2026). Esta abordagem permitiu compreender melhor os mecanismos envolvidos na resposta à infeção e reforçou a base científica do programa de melhoramento.

O trabalho desenvolvido integra melhoramento clássico com ferramentas modernas de genómica, fenómica, transcriptómica e histopatologia, bem como técnicas de propagação clonal, nomeadamente micropropagação (Fernandes et al., 2020,



Figura 2 – Geração F1 de castanheiros obtidos de cruzamentos controlados.

Fernandes *et al.*, 2021). Esta abordagem integrada constitui uma plataforma experimental abrangente para o melhoramento do castanheiro, permitindo ligar de forma mais eficaz o conhecimento científico à aplicação prática no terreno, para o desenvolvimento de novos genótipos melhorados mais adaptados às novas condições climáticas atuais (Figura 3).

Como resultado deste trabalho, foram já registados em Portugal três novos genótipos híbridos resistentes à doença da tinta, (SC55, SM904 e SC1202) atualmente utilizados como porta-enxertos e um deles, como produtor direto (SC1202 – Variedade RIVERA), com um pedido de direito de obtentor ao organismo Europeu das patentes vegetais, a CPVO – *Community Plant Variety Office* (Costa, 2023). Em paralelo, foram desenvolvidas técnicas de micro-propagação em laboratório que permitem a multiplicação destes materiais em larga escala, bem como a criação de uma unidade-piloto em Marvão dedicada à produção clonal e à avaliação no terreno

de genótipos selecionados (Figura 4) (Costa *et al.*, 2020, Fernandes *et al.*, 2020).

Como a genética pode acelerar soluções para a proteção das variedades regionais

Apesar destes avanços, mantém-se um desafio importante. Os híbridos são uma boa alternativa para utilização como porta-enxerto e conseguiram controlar o problema da tinta em novas plantações, mas os soutos mais antigos continuam a ser muito vulneráveis à doença, sendo simultaneamente um património valioso e uma fonte essencial de rendimento para muitas regiões do interior do país, tornando-se urgente a sua preservação e proteção. Assim, torna-se essencial encontrar soluções que permitam aumentar a resistência à doença da tinta sem comprometer estas características. A preservação destas variedades é fundamental para garantir a competitividade, o rendimento económico dos produtores e a valorização da produção nacional.



Figura 3 – Produção em larga escala de castanheiros melhorados, por micropropagação.

Os avanços recentes na área da genética estão a transformar a forma como se pode melhorar o castanheiro e aumentar a sua resistência à doença da tinta. Em muitos soutos portugueses fortemente afetados, é possível encontrar árvores de *Castanea sativa* que continuam a sobreviver apesar da elevada pressão da doença. Estas árvores sobreviventes resultam de uma seleção natural ao longo do tempo, em que apenas os indivíduos mais adaptados conseguiram persistir.

Estas árvores representam um recurso biológico extremamente importante, pois podem conter combinações genéticas associadas à resistência. No entanto, até agora, a base genética desta capacidade de sobrevivência ainda não foi totalmente compreendida, nem explorada, para o desenvolvimento de marcadores ou ferramentas de seleção no melhoramento genético. Para aproveitar este potencial, é necessário recorrer a abordagens que

permitam analisar o genoma da espécie de forma abrangente, identificando regiões associadas à resistência e permitindo prever o valor das plantas para futuros programas de melhoramento.

Neste contexto, a ciência tem vindo a demonstrar o potencial da chamada predição genómica. Um estudo recente liderado pela *The American Chestnut Foundation (TACF)* mostrou que esta abordagem permite selecionar com elevada precisão árvores de castanheiro-americano resistentes tanto ao cancro, como à tinta do castanheiro (Westbrook *et al.*, 2026). Este trabalho demonstrou que a resistência não depende de um único gene, mas sim de muitos genes com efeitos pequenos, o que torna a utilização de ferramentas genómicas particularmente eficaz. Ao integrar informação genética de alta densidade com populações de melhoramento estudadas ao longo de várias gerações, foi possível acelerar significativamente os ciclos de sele-



Figura 4 – Castanheiro da variedade Judia enxertado em porta-enxerto melhorado SC55.

ção, mantendo ao mesmo tempo as características desejadas da espécie americana. Estes resultados foram reforçados pela disponibilidade recente de genomas de referência de elevada qualidade para várias espécies do género *Castanea*, que permitem uma análise mais precisa e detalhada do material genético.

Estes avanços mostram que a predição genómica não é apenas uma ferramenta experimental, mas sim uma abordagem já aplicável ao melhoramento do castanheiro. Ao mesmo tempo, reforçam a importância de estratégias de seleção recorrente, capazes de melhorar progressivamente as populações ao longo do tempo.

No caso do castanheiro-europeu, esta abordagem abre uma oportunidade única: integrar o conhecimento das árvores sobreviventes dos soutos portugueses com ferramentas genómicas modernas, permitindo desenvolver soluções mais rápidas, eficientes e adaptadas às condições locais.

Benefícios práticos para os produtores

A aplicação destas soluções poderá traduzir-se em benefícios concretos para os produtores. Entre eles destacam-se a redução da mortalidade das árvores, uma maior estabilidade da produção ao longo dos anos e uma menor necessidade de substituição de plantas.

Para além disso, a utilização de material vegetal mais adaptado permitirá enfrentar melhor as condições adversas associadas às alterações climáticas. Ao mesmo tempo, será possível preservar as variedades tradicionais, mantendo o valor económico e a identidade dos produtos.

O futuro dos soutos passa pela inovação

A combinação entre conhecimento técnico e inovação científica será determinante para garantir o futuro dos soutos em Portugal. O desenvolvimento de castanheiros mais resilientes e adaptados às condições atuais permitirá aumentar a sustentabilidade das explorações, proteger o rendimento dos produtores e valorizar os produtos nacionais.

Num contexto de crescente pressão climática e sanitária, investir em soluções baseadas na ciência é um passo essencial para assegurar que os soutos continuam produtivos e viáveis a longo prazo. 🌱

Bibliografia

- Costa, R.L.; Colavolpe, B.; Amaral, A.; Fernandes, P.; Balonas, D.; Serra, M.; Pereira, A. (2020). Utilização da biotecnologia para a produção de castanheiros melhorados. *Vida Rural*, **1856**:32–34.
- Costa, R.L. (2023). Inscrição de novas variedades de castanheiro no Registo Nacional de Variedades de Fruteiras. DGAV. Inscrição de 3 variedades de castanheiro com aptidão para porta-enxerto no Registo Nacional de Variedades de Fruteiras. 2.ª edição de 2023. DGAV.
- Fernandes, P.; Colavolpe, M.B.; Serrazina, S.; Costa, R.L. (2022). European and American chestnuts: an overview of the main threats and control efforts. *Front Plant Sci.*, **13**:951844. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.951844>.