



**NOVOS PORTA-ENXERTOS DE CASTANHEIRO
COM RESISTÊNCIA À DOENÇA DA TINTA**

**NEW ROOTSTOCKS OF CHESTNUT
WITH RESISTANCE TO INK DISEASE**



Instituto Nacional de
Investigação Agrária e
Veterinária, I.P.







New Cast RootStocks • 2018
<https://projects.iniav.pt/NewCastRootstock>



NOVOS PORTA-ENXERTOS DE CASTANHEIRO COM RESISTÊNCIA À DOENÇA DA TINTA NEW ROOTSTOCKS OF CHESTNUT WITH RESISTANCE TO INK DISEASE

ÍNDICE | INDEX

O CASTANHEIRO – IMPORTÂNCIA ECONÓMICA CHESTNUT - ECONOMIC IMPORTANCE	7
PRAGAS E DOENÇAS DO CASTANHEIRO CHESTNUT PESTS AND DISEASES	13
O PROJETO THE PROJECT	17
O PROGRAMA DE INVESTIGAÇÃO THE RESEARCH PROGRAM	21
CLONES SELECIONADOS SELECTED CLONES	25
PLANTAÇÃO DE UM SOUTO DE CASTANHEIRO PLANTING A CHESTNUT ORCHARD	27



Castanheiros europeus | *European chestnut trees*



Flores masculinas e ouriços | *Male flowers and burs*



O CASTANHEIRO - IMPORTÂNCIA ECONÓMICA

THE CHESTNUT - ECONOMIC IMPORTANCE

O CASTANHEIRO, sendo uma espécie de dupla aptidão, produção de madeira e fruto, é cultivado em Portugal principalmente para a produção de castanha, a madeira de castanheiro perdeu importância nos últimos anos no nosso país. De acordo com os dados oficiais, a área de castanheiro em Portugal em 2016 era de 35.718 hectares e a produção de castanha de 26.780 toneladas. O valor das exportações, ainda segundo as estatísticas agrícolas de 2016, foi de 18.041 toneladas em 2015, com o valor de 40.575M€ transacionados. A área de colheita de castanha e produção, a nível mundial, têm vindo a aumentar consistentemente ao longo dos últimos anos. A produção passou de cerca de 1,5 mil toneladas em 2006 para perto de 2 mil toneladas em 2010.

THE CHESTNUT tree is a species that can be exploited both for timber as well as fruit. In Portugal chestnuts are mainly cultivated for fruit production as timber has mostly lost its importance in recent years. According to official data, the area of chestnut in Portugal for fruit production, was 35,718 hectares, with a production of 26,780 tonnes in 2016. The value of exports was 18,041 tonnes in 2015, according to the Agricultural Statistics of 2016, with 40.575M€ transacted. The area of harvesting and production has been increasing steadily worldwide, over the last few years. Production has increased from around 1,500 tonnes in 2006 to close to 2,000 tonnes in 2010. Analysis of the evolution of production and area shows that the production growth rate (5.6%) was higher

A análise da evolução da produção e da área de colheita permite constatar que o ritmo de crescimento da produção (5,6%) foi superior ao da área (3,4%) o que é revelador de um aumento da produtividade, que passou de 3,35 toneladas/hectare em 2006 para 3,73. A China é o maior produtor mundial, tendo produzido em 2010 mais de 80% do total mundial. Já Portugal foi o 7.º maior produtor, com uma produção ligeiramente superior a 1% do total. A China, além de ser o maior produtor mundial, detém também a maior área de produção. O país tem uma produtividade que é cerca de duas vezes superior à da Grécia (o segundo país mais produtivo). Portugal, apesar de apresentar a 5.ª maior área de colheita é apenas o 7.º maior produtor, o que reflete uma produtividade muito inferior à dos restantes países analisados. De acordo com a informação recolhida junto dos elementos pertencentes à fileira da castanha em Portugal, os valores oficiais apresentados para a produção de castanha, em Portugal e Espanha, ficam aquém dos valores reais, por força do peso do mercado paralelo, do autoconsumo e da não divulgação de toda a informação disponível. Acresce ainda a falta de um inventário rigoroso ao território para determinar com exatidão a área do território ocupada por castanheiro.

Com base nesta informação, e

than the area growth rate (3.4%). This indicates an increase in productivity from 3.35 tonnes/hectare to 3.73 in 2006. China is the world's largest producer, responsible for more than 80% of the world total in 2010. Portugal is the 7th largest producer, producing just over 1% of the total. In addition to being the world's largest producer, China also has the largest production area. Its productivity is about twice that of the second largest producer, Greece. Portugal has the 5th largest harvest area but is only the 7th largest producer, indicative of lower productivity. It is known that the official figures on production in Portugal and Spain fall short of the real values. This is because of the parallel market, self-consumption and often not all of the information is made available. The situation is aggravated by a less than rigorous inventory of the territory to determine the exact area occupied by chestnuts.

Based on the available information and productivity data provided by the main associations of the sector, it can be estimated that the production of chestnut in Portugal is between 35,000 and 45,000 tonnes per year. According to official data from 2012, Portugal was the 4th largest exporter worldwide being China the first, followed by Italy and South Korea. Recent data from INE and FAOSTAT 2012 show clearly that, despite An increase of the



Cruzamentos | Crossings



Polinização das flores femininas | Pollination of female flowers

na análise da produtividade registada pelas principais associações do sector, é possível estimar que a produção de castanha em Portugal se possa situar entre as 35.000 e as 45.000 toneladas por ano. Segundo dados oficiais de 2012, Portugal foi o 4º maior exportador de castanha a nível mundial, sendo a China o primeiro, seguida pela Itália e pela Coreia do Sul. Analisando os dados mais recentes do INE e do FAOSTAT de 2012, é visível que, apesar do aumento registado na área de colheita entre 2006 e 2010, a quantidade produzida tem vindo a decair, sendo assim possível inferir que em Portugal a produtividade tem vindo a diminuir nos anos mais recentes. (in: “Estudo Económico do Desenvolvimento da Fileira da Castanha – Fórum Florestal”)

A castanha ocupa o 6.º lugar nas exportações nacionais de frutos frescos, em volume. A produtividade por hectare é menos de metade do valor potencial, para o que muito contribui o elevado défice em materiais vegetais melhorados para a resistência as principais doenças, tanto no mercado nacional, como no internacional: a doença da tinta e o cancro do castanheiro. A tinta continua a ser a principal ameaça para o castanheiro em Portugal. A luta química, que foi sendo utilizada nas últimas décadas, tem provado não ser nem eficaz nem ambientalmente aceitável. Por outro lado, não existe controlo biológico

cultivated area observed, between 2006 and 2010, the production has been declined. It can therefore be inferred that productivity has been declining in Portugal in recent years (in: “Estudo Económico do Desenvolvimento da Fileira da Castanha – Fórum Florestal”).

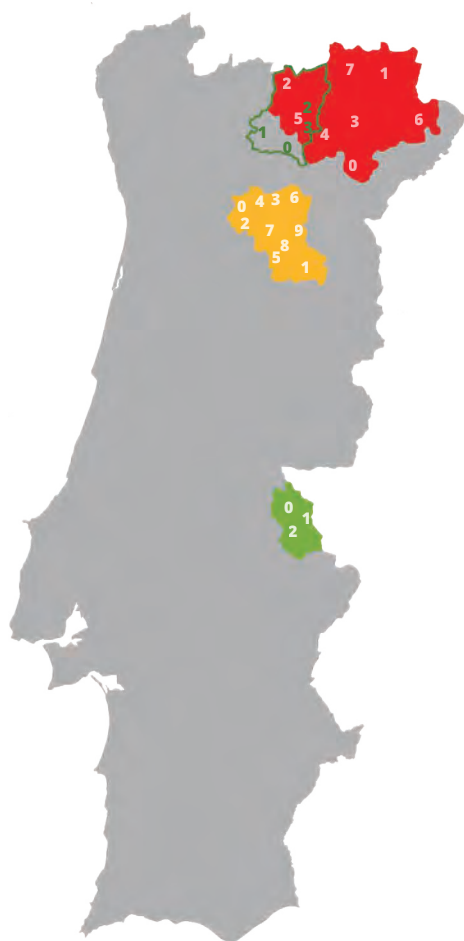
Chestnuts occupy the 6th place, regarding the exportation of fresh fruits, in volume. The productivity per hectare of chestnut orchards is less than half of the country's potential, due mainly to the lack of improved plant materials with improved resistance to ink and blight diseases. Root rot/ink disease continues to be the main threat for chestnut productivity in Portugal. Chemicals used in the last decades have proven to be neither efficient nor environmentally acceptable. Also, there is no biological control method available, unlike the case for blight, through hypovirulence, and for the gall wasp, using the parasitoid *Torymus sinensis*. Overall, the European market suffers from a lack of improved plant materials particularly, in relation to rootstocks, that can impart disease resistance.

For fruit production, chestnut is grafted with different varieties, though, improved hybrid rootstocks, obtained from crosses between the European species and the resistant Asian species, shall be compatible with regional varieties. European chestnuts are highly priced in the national and

disponível, como existe para o cancro, através da hipovirulência, ou para a praga da vespa das galhas do castanheiro, através do parasitoide *Torymus sinensis*. O mercado europeu revela um elevado défice de porta-enxertos de castanheiro melhorados para a resistência à doença da tinta para plantação.

international markets, as they have excellent organoleptic qualities, are gluten free, have essential amino acids, quality lipids and significant amounts of fibres and minerals, especially iron. Chestnuts are compatible with multifunctional farms that diversify and value the production (fruits, mushrooms, agro-

DENOMINAÇÕES DE ORIGEM PROTEGIDA (DOP) PROTECTED DESIGNATIONS OF ORIGIN (PDO)



PADRELA

- 0** Murça
- 1** Vila Pouca de Aguiar
- 2** Chaves
- 3** Valpaços

TERRA FRIA

- 0** Alfândega da Fé
- 1** Bragança
- 2** Chaves
- 3** Macedo de Cavaleiros
- 4** Mirandela
- 5** Valpaços
- 6** Vimioso
- 7** Vinhais

SOUTOS DA LAPA

- 0** Lamego
- 1** Trancoso
- 2** Tarouca
- 3** Tabuaço
- 4** Armamar
- 5** Aguiar da Beira
- 6** S. João da Pesqueira
- 7** Moimenta da Beira
- 8** Sernancelhe
- 9** Penedono

MARVÃO

- 0** Castelo de Vide
- 1** Marvão
- 2** Portalegre

Na sua vertente frutícola, o castanheiro é enxertado com variedades de castanha, pelo que os porta-enxertos híbridos melhorados, provenientes de cruzamentos entre a espécie Europeia e as espécies Asiáticas resistentes, deverão ter, para além da resistência, compatibilidade com as variedades regionais de castanha. As castanhas de castanheiro europeu têm alta coação nos mercados nacional e internacional, por serem um produto com excelentes qualidades organoléticas, sem glúten, possuem aminoácidos essenciais, lípidos de boa qualidade e quantidades significativas de fibra e minerais, com destaque para o ferro. O castanheiro é uma espécie compatível com explorações multifuncionais que diversificam e valorizam a produção (frutos, cogumelos, agroturismo, produtos com valor acrescentado, como farinhas, bolos, geleias). O rendimento proveniente da cultura do castanheiro para produção de castanha, tem forte impacto económico nas regiões de montanha do Sudoeste Europeu, fator crucial para contrariar a tendência de desertificação destas regiões.

Em Portugal existem quatro Denominações de Origem Protegida (DOP): Castanha da Padrela, Castanha da Terra Fria, Castanha dos Soutos da Lapa e Castanha de Marvão/Portalegre.

tourism and value-added products such as flours, cakes, jellies). Chestnuts have a strong economic impact on mountain regions of the European SW and make an important contribution in the combat against desertification, a trend occurring in these regions.

In Portugal there are four Protected Designations of Origin (PDO): Castanha da Padrela, Castanha da Terra Fria, Castanha dos Soutos da Lapa e Castanha de Marvão/Portalegre.



*Novos Porta-enxertos
New Rootstocks*

PRAGAS E DOENÇAS DO CASTANHEIRO

CHESTNUT PESTS AND DISEASES

AS MAIORES ameaças para o castanheiro Europeu em Portugal e na Europa, continuam a ser as que resultam de stresses bióticos, nomeadamente os provocados pela doença da tinta provocada por oomicetas do género *Phytophthora spp.* o cancro, *Cryphonectria parasitica* (Murrill) M.E. Barr, introduzido na Europa, a partir dos Estados Unidos, em 1938, tendo sido responsável pela quase total destruição das florestas de castanheiro nos Estados Unidos (Bhiragi *et al.*, 1946) e a vespa, *Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu*, responsável pela doença das galhas do castaheiro “gall wasp”, introduzida na Europa em 2002.

Os oomicetas do género *Phytophthora* são considerados patógenos muito graves, já que afectam um grande número de espécies anuais e perenes por todo o mundo. *Phytophthora cinnamomi*, agente causal da doença da tinta, constitui uma séria ameaça para o castanheiro na Europa e na América do Norte, introduzido em ambos os continentes, a

THE MAIN threats for European chestnut in Portugal and Europe result from biotic stress. These include root rot also known as ink disease, caused by oomycetes of genus *Phytophthora spp.*, blight disease caused by the fungus *Cryphonectria parasitica* (Murrill) ME Barr, introduced in Europe from the United States in 1938, responsible for almost the total destruction of chestnut forests in the United States (Bhiragi *et al.*, 1946) and also the pest gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu*, introduced in Europe in 2002.

Oomycetes of the genus *Phytophthora* are highly pathogenic since, they affect a great number of annual and perennial species throughout the world. *Phytophthora cinnamomi*, the causal agent of the ink disease, poses a serious threat to the chestnut tree in Europe and North America. It was introduced into both continents

partir da Ásia por volta dos anos de 1800. Na Península Ibérica *Phytophthora c.* é talvez o agente com maior patogenicidade para a espécie *Castanea sativa* (Vettraino *et al.*, 2001). Em Portugal, afeta a produção de fruto, com grande importância económica para o país, levando a uma baixa produtividade dos soutos portugueses.

A partir de 2002 a vespa, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, responsável pela doença “gall wasp”, que foi identificada pela primeira vez na Europa, especificamente na zona Noroeste de Itália tornou-se uma séria ameaça para o castanheiro. Este inseto, nativo da China, foi introduzido acidentalmente no Japão (1941), Coreia (1963) e Estados Unidos da América (1974). Causa o desenvolvimento de *galls* (galhas) nas folhas, gomos ou inflorescências e tem um efeito nocivo tanto no crescimento, como na produção da árvore. Tanto para o cancro como para a doença das galhas, existe controlo biológico disponível, o primeiro através de estirpes hipovirulentas do fungo, o segundo através de parasitoides, como são exemplo *Torymus sinensis*. Para a doença da tinta não existe controlo biológico disponível e os métodos químicos não têm revelado eficácia duradoura, pelo que o controle da doença passa pela utilização de porta-enxertos com resistência melhorada a *Phytophthora cinnamomi*, através de melhoramento genético.

from Asia around the 1800s. In the Iberian Peninsula. *Phytophthora cinnamomi* is perhaps the agent with higher pathogenicity for the *Castanea sativa* species (Vettraino *et al.*, 2001). In Portugal, it affects the production of fruit, with a great negative impact in the economy of mountain regions of Trás-os-Montes, the main producing area, leading to a low productivity of Portuguese orchards.

From 2002 the gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, first identified in Europe, specifically in the Northwest of Italy, has become a serious threat to chestnut. This insect, native to China, was introduced accidentally in Japan (1941), Korea (1963) and in the United States of America (1974). It causes the development of galls in leaves, buds or inflorescences and has a detrimental effect on both growth and tree production. For both blight and gall wasp, biological control takes time but is available, the first through hypovirulent strains of the fungus, the second through parasitoids, as *Torymus sinensis*. For ink disease there is no biological control agent available. Chemical methods used to date have not shown lasting efficacy and furthermore negatively impact the environment. Thus, control of the disease calls for the use of improved plant materials with resistance to *Phytophthora cinnamomi*.



Sintoma de tinta | Root rot/ink disease



Sintoma de galhas da vespa | Gall wasp symptoms



Localização da estufa e campo de demonstração | Location of greenhouse and demonstration field



Estufa | Greenhouse

O PROJETO

O PROJETO tem como objetivo estratégico transferir novos conhecimentos e tecnologias, gerados no âmbito da I&D - Investigação e Desenvolvimento, para o tecido empresarial, envolvendo a criação de um projeto-piloto demonstrador, ações setoriais de experimentação e ações de difusão de informação científica e tecnológica, para o lançamento de um produto inovador, com valor acrescentado, uma nova geração de porta-enxertos de castanheiro, com pedigree, com caracterização molecular e resistência à doença da tinta, selecionados do programa de melhoramento genético, para a resistência a *Phytophthora cinnamomi*, agente

THE PROJECT

THE PROJECT has the strategic objective to transfer new R&D - Research and Development knowledge and technology into the industrial realm, involving the creation of a demonstration pilot-project, together with experimentation, dissemination and information actions, for the release of an innovative product with added value, a new generation of chestnut rootstocks, with pedigree and molecular characterized, selected from the breeding program, for resistance to *Phytophthora cinnamomi*, the causal agent of the root rot-ink disease. The project will disseminate its results to farmers and policy makers

causal da doença da tinta. O projeto disseminará os seus resultados a agricultores e decisores políticos, a nível nacional e internacional (<https://projects.inia.pt/NewCastRootstock>). Visa a criação de uma unidade piloto de demonstração, genericamente constituída por uma estufa com 480m², zona de ensombramento de 480m² e campo de 1,2 hectares, para demonstração da técnica de produção dos novos porta-enxertos, bem como permitir a avaliação da sua performance em condições de campo. A estufa inclui túneis de aclimação, bancadas, fertirrega, ecrãs térmicos. O campo de ensaio inclui estação meteorológica e sondas de controlo de humidade do solo e teor hídrico da folha, para estudar a eficiência do uso da água e determinar dotações ideais de rega. No campo de ensaio, instalado com sistema de rega gota-a gota e fertirrega, é avaliada a performance de cada clone, bem como a compatibilidade de enxertia com as variedades: Longal, Martaínha, Judia e Bária. A unidade piloto é alimentada por um sistema energético híbrido: solar/eléctrico.

at national and international levels (<https://projects.inia.pt/NewCastRootstock>). It aims the creation of a pilot unit of demonstration generally constituted by a greenhouse with 480m², shading area with 480m² and demonstration field of 1.2 hectares, for demonstration of the production technique of the new rootstocks and also to enable the evaluation of their performance in field conditions. The greenhouse includes acclimatization tunnels, benches, fertigation system and thermal screens. The field includes a meteorological station and soil and plant moisture probes, to study water use efficiency and determine the ideal amount of water to provide. In the demonstration field, equipped with an irrigation drip system and fertigation, the performance of each clone is evaluated, as well as the grafting compatibility with the 3 main commercialized varieties: Longal, Martaínha, Judia and Bária. The pilot unit is powered by a hybrid solar/electricity system.



Bancadas | Benches



Zona de ensombreamento com sistema de rega gota-a gota | Shading area with drip irrigation system



Micropropagação de novos porta-enxertos | Micropropagation of new rootstocks



Material vegetal para plantação | Planting material

O PROGRAMA DE INVESTIGAÇÃO

THE RESEARCH PROGRAM

AS DOENÇAS provocadas por agentes patogénicos exóticos constituem um problema mundial devido aos movimentos de mobilidade e comércio intercontinental. Um melhor conhecimento da base genética e dos mecanismos moleculares das interações planta-patogénio são, portanto, fundamentais e críticos, para o desenvolvimento de estratégias de gestão, que minimize as perdas económicas e ecológicas relativas a doenças já estabelecidas, bem como as relacionadas com novas doenças emergentes.

O INIAV iniciou, em 2006, um programa de melhoramento genético, para a resistência à doença da tinta do castanheiro, causada pelo oomiceta *Phytophthora cinnamomi* Rands, baseado em cruzamentos controlados, entre a espécie europeia, *Castanea sativa*, muito sensível ao patogénico e as espécies

DISEASES by exotic pathogens are a global problem due to mobility and intercontinental trade. A better understanding of the genetic basis and molecular mechanisms of plant-pathogen interactions, are therefore fundamental and critical for the development of management strategies that minimize economic and ecological losses, related to established diseases, as well as those related to new emerging diseases.

In 2006 INIAV initiated a breeding program for resistance to *Phytophthora cinnamomi*, based on controlled crosses, between the European species, *Castanea sativa*, which is very sensitive and the resistant Asian species, *Castanea crenata* (Japanese chestnut) and *Castanea mollissima* (Chinese chestnut). The goal is the introgression of resistance genes from Asian species

asiáticas resistentes: *Castanea crenata* (castanheiro japonês) e *Castanea mollissima* (castanheiro chinês). Visa-se a introgressão de genes de resistência das espécies Asiáticas (*Castanea mollissima* e *Castanea crenata*) em *Castanea sativa* (Costa *et. al.*, 2011). Este programa possui uma vertente aplicada, que tem como objetivo, selecionar e produzir uma nova geração de clones de castanheiro, para utilização como porta-enxertos, com resistência melhorada à doença da tinta, com “pedigree” e entidade genética determinada, que são divulgados através do presente projeto: **NEW Cast Rootstocks**, para impulsionar o setor produtivo da castanha, a nível nacional e internacional, que possui falta de material vegetal melhorado para plantação.

Numa vertente de investigação mais fundamental, pretende-se conhecer e compreender os mecanismos moleculares e genéticos de resistência a *Phytophthora cinnamomi* que as espécies Asiáticas possuem, em resultado de uma co-evolução com o agente patogénico, para identificação de marcadores ligados a resistência. Este conhecimento permitirá a ulterior seleção precoce de genótipos melhorados do programa de melhoramento, assistida por marcadores moleculares (MAS - Molecular Assisted Selection).

(*Castanea mollissima* and *Castanea crenata*) into *Castanea sativa* (Costa *et al.*, 2011). This program has an applied approach, which aims to select and multiply a new generation of chestnut rootstocks, with improved resistance to ink disease, with pedigree and molecular characterized aiming to boost the productive sector at national and international levels. The new clones are disseminated through this project: **NEW Cast Rootstocks**, to boost the productive sector of chestnut nuts, national and internationally, which has a shortage of improved plant material for plantation.

In a more fundamental research approach, the goal is to unveil and understand the molecular and genetic mechanisms of resistance to *Phytophthora cinnamomi*, that Asian species possess, as a result of a co-evolution with the pathogen, to identify molecular markers for MAS - Molecular Assisted Selection, for an early and expedite selection of improved genotype from the breeding program.



Melhoramento baseado em cruzamentos controlados | Breeding based on controlled crosses



Sessão de divulgação | Divulcation session



SC1202 enxertado com variedade Martainha | SC1202 grafted with Martainha variety



Descendências de cruzamentos controlados | Offspring from controlled crosses

CLONES SELECIONADOS

SELECTED CLONES

CÓDIGO	SC 55	SM 904	SC914	SC1202
DATA ¹	2006	2009	2009	2012
MÃE	<i>Castanea sativa</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>Castanea sativa</i>
PAI	<i>Castanea crenata</i>	<i>C. mollissima</i>	<i>Castanea crenata</i>	<i>Castanea crenata</i>
VIGOR	muito elevado	elevado	médio	elevado
RESISTÊNCIA ²	elevada	elevada	intermédia	elevada
ENRAIZAMENTO ³	elevado	elevado	intermédio	intermédio
¹ Ano em que o híbrido foi obtido ² Resistência à doença da tinta ³ Taxa de enraizamento				

CODE	SC 55	SM 904	SC914	SC1202
DATE ¹	2006	2009	2009	2012
MOTHER	<i>Castanea sativa</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>Castanea sativa</i>
FATHER	<i>Castanea crenata</i>	<i>C. mollissima</i>	<i>Castanea crenata</i>	<i>Castanea crenata</i>
VIGOR	very high	high	medium	high
RESISTENCE ²	high	high	intermediate	high
ROOTING RATE ³	high	high	intermediate	intermediate
¹ Year when hybrid was obtained ² Resistance to ink disease ³ Rooting percentage				



PLANTAÇÃO DE UM SOUTO DE CASTANHEIRO

PLANTING A CHESTNUT ORCHARD

PREPARAÇÃO DO TERRENO

O PRIMEIRO cuidado a ter na instalação do souto é fazê-lo num solo adequado (fértil e profundo). Os castanheiros requerem solos bem drenados, com pH entre 5,5 e 6,5. Um solo adequado é condição essencial para o sucesso da plantação, no que diz respeito à sobrevivência e crescimento das jovens árvores. A preparação do terreno deve ser feita com o solo seco, no Verão anterior à plantação. Deve fazer-se uma lavoura com ripagem cruzada, para arejar bem o solo. Deve fazer-se uma análise de solo e fertilizar e corrigir o pH, de acordo com as indicações da análise. Do ponto de vista do clima, o castanheiro é uma espécie mesotérmica, que mostra aptidão para se desenvolver em regiões com temperaturas médias anuais entre os 8° e os 15°C, exigindo seis meses de temperaturas médias superiores a 10° C, para dar origem a boas produções de fruto. Esta espécie desenvolve-se e produz bem entre os 400m e os 1200m de altitude.

SITE PREPARATION

THE FIRST step for the successful installation of a chestnut orchard is to ensure a suitable soil (fertile and deep). Chestnuts require well-drained soils with pH between 5,5 and 6,5. The ground cover between chestnut trees can have a profound effect on the survival and growth of young trees. The site preparation shall be executed with dry soil, during the Summer, prior to planting. To get a well-aerated soil a raised crop or cross-ripening tillage should be performed. If needed, fertilization and soil pH correction should be done according to soil analysis indications. Regarding climate, the chestnut tree is a mesothermic species, showing the ability to develop in regions with annual average temperatures between 8° and 15° C, requiring six months of average temperatures above 10° C, to produce good fruits. This species develops and produces well between 400m and 1200m of altitude.

PLANTAÇÃO

Deve realizar-se na época de repouso vegetativo, desde novembro, não devendo ir além de fevereiro. Os compassos de plantação variam desde 8m x 8m (156 árvores/hectare) até 12m x 12m (69 árvores/hectare). Com rega gota-a-gota, poderá instalar-se um soto mais intensivo, com distâncias entre as árvores menores, de 6m x 6m, de forma a aumentar a rentabilidade nos primeiros anos. Deve dar-se preferência a porta-enxertos com resistência melhorada à doença da tinta, que devem apresentar bom vigor, boas raízes e bom estado sanitário. Devem colocar-se protetores nas plantas, desde a plantação até ao fim da primavera. Os protetores protegem as jovens plantas do frio extremo, dos animais selvagens, reduzindo a mortalidade e permitindo um maior crescimento no abrolhamento. Se não houver instalação de rega gota-a-gota, devem ser efetuadas regas com cisterna no verão, nos primeiros dois anos de crescimento. Uma vez instalado o soto, não é aconselhável o cultivo de cereais.

FERTILIZAÇÃO

Pode incorporar-se estrume no solo, na altura da plantação, mas em nenhuma situação deverá ser feita em simultâneo com a aplicação de calcário. A título indicativo, poderão ser utilizados 30-50 toneladas de estrume de curral, por hectare. Os

PLANTATION

The plantation shall be done at the beginning of the dormant phase, from November and not later than February. The spacing between trees ranges from 8m x 8m (156 trees/hectare) to 12m x 12m (69 trees/hectare). With the use of drip watering system, a more intensive chestnut orchard can be installed, with smaller spacing between trees like 6m x 6m, for increasing the production in the first years. Preference shall be given to rootstocks with improved resistance to root rot, good vigour, good roots and good sanitary condition. Tree tubes must be used, after plantation and until the end of Spring, to protect the plants. Tree tubes act as shelters, protecting the trees from wild animals and frost, reducing tree mortality and making the trees grow faster after bud burst. With no watering system installed, several irrigations will be necessary during the Summer, in the first two years of growth. Once the chestnuts are installed, it is not advisable to grow cereals.

FERTILIZATION

At plantation, manure can be incorporated into the soil, but under no circumstances should be carried out simultaneously with the application of limestone. As an indication, 30-50 tonnes of manure per hectare shall be applied.





soutos de castanheiro devem ser cuidados como pomares. Necessitam de adubações que compensem as exportações de nutrientes que vão para as castanhas e a madeira podada. Assim, a adubação deve ser planeada em função da produção. Não deverão ser aplicados adubos azotados simples, o que de modo sistemático, leva a desequilíbrios nutricionais e a uma maior suscetibilidade das árvores às doenças. Aplicar, sempre que possível, fosfato de cálcio. Os dois nutrientes, cálcio e fósforo, contribuem muito para a saúde do souto. O fósforo promove o desenvolvimento das raízes, um fator chave para o sucesso da instalação das plantas no solo. No caso de solos ácidos, devem aplicar-se, com regularidade, adubos que contenham magnésio. Deve ser efetuada uma calagem, sempre que o pH do solo for inferior a 5,5. O calcário a aplicar não deverá exceder 2 toneladas/hectare e deve ser aplicado com regularidade (4-5 anos). Em agosto deverá ser feita uma análise foliar, para detetar deficiências nutricionais da árvore e assim fertilizar de forma racional, de acordo com as deficiências detetadas.

PODA

A poda deve ser ligeira, só devem ser retirados os ramos mal inseridos. Fazer os cortes corretamente ajuda à cicatrização das feridas. As podas de ramos de pequeno diâmetro, feitas em junho, permitem uma melhor cicatrização.

Chestnut orchards should be conducted like any other orchard. They claim fertilizations that compensate for the exports of nutrients that go into nuts and pruned wood. Therefore fertilization must be planned according to the production. Simple nitrogen fertilizers should not be applied, which in a systematic way, leads to nutritional imbalances and a greater susceptibility of the tree to diseases. Phosphorus promotes roots development, a key factor for the successful installation of plants in the soil. Calcium phosphate shall be applied whenever possible. These two nutrients, calcium and phosphorus, contribute greatly to the health of the chestnut tree. In the case of acid soils, magnesium-containing fertilizers should be applied regularly, whenever the soil pH is less than 5.5. The limestone to be applied should not exceed 2 tonnes/hectare and should be applied regularly (4-5 years). In August it is important to make a leaf analysis to detect nutritional deficiencies and fertilize rationally in accordance.

PRUNING

The pruning should be light, removing only poorly inserted branches. The cuts must be done properly, which helps the healing of wounds. The pruning of small branches made in June allows a better healing of the cuts.

MOBILIZAÇÃO DO SOLO

Devem reduzir-se as mobilizações do solo ao mínimo e, se necessárias, devem ser superficiais, procurando não danificar as raízes das árvores. A eliminação de ervas daninhas deve ser realizada de forma superficial, no mês de julho. Deve evitar-se o uso do escarificador. Em zonas chuvosas, poderão ser instaladas pastagens permanentes. Também poderão ser efetuados enrelvamentos anuais, com mistura de leguminosas, que contribuem para o aumento da fertilidade do solo.

ENXERTIA

A enxertia representa um tipo de reprodução assexuada frequentemente utilizada em fruteiras. Permite a produção de frutos de melhor qualidade e produções mais uniformes, encurtando o período de entrada em produção. É uma técnica simples que consiste, fundamentalmente, na inserção de uma porção de determinada planta adulta, de uma variedade com as características desejadas (enxerto), numa planta que se pretende melhorar (porta-enxerto). Depois de enxertada, a planta produzirá frutos da qualidade da variedade usada para enxerto. A melhor altura para a realização da enxertia em castanheiro, coincide com o período em que se inicia a produção da seiva, correspondendo aos meses de fevereiro e março. No entanto, dependendo do tipo de enxertia adotado, a altura de execução pode variar.

SOIL MOBILIZATION

The soil mobilizations shall be reduced to a minimum. Mobilizations should be superficial, if necessary in order not to damage the roots of the trees. The elimination of weeds should be done superficially, in July. The scarifier must be avoided. In rainy areas, permanent pastures can be installed. Annual pasture with a mix of leguminosae can be used, also benefiting the soil with nutrients incorporation.

GRAFTING

Grafting represents a type of asexual reproduction often used in fruit trees. It allows the production of fruits with better quality and more uniform productions, as well as shortens the period of production. It is a simple technique which consists essentially in the insertion of a portion of a particular adult plant of a variety with the desired characteristics (graft) in a plant to be improved (rootstock). Once grafted, the plant will produce fruits of the quality of the variety used for grafting. The best time for grafting chestnut trees coincides with the period when sap production begins, corresponding to the months of February and March. However, depending on the type of grafting adopted, the time of execution may vary.



REFERÊNCIAS CITADAS | CITED REFERENCES

- **Biraghi A** (1946). Il cancro del castagno causato da *Endothia parasitica*. Ital. Agric. 7: 1-9
- **Costa RL, Bragança H, Machado H** (2011) - Os Últimos 75 anos de Investigação para o Mel- horamento do Castanheiro em Portugal. Agrorrrural: contributos científicos. (907-918). Edição dos Instituto Nacional dos Recursos Biológicos e da Imprensa Nacional Casa da Moeda, no âmbito das comemorações dos 75 anos da Estação Agronómica Nacional. Edição n.º 1018454. 1088 págs. ISBN 978-972-27-2022-9
- **Vettraino AM, Natili G, Anselmi N, Vannini A** (2001) -.Recovery and pathogenicity of *Phytophthora* species associated with a resurgence of of ink disease in *Castanea sativa* in Italy. Plant Pathology 50, 90–6



FICHA TÉCNICA | TECHNICAL RECORDS

AUTOR | AUTHOR

INIAV - Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.

TEXTOS | TEXTS

Rita Lourenço Costa, Investigadora responsável do projeto: rita.lcosta@iniav.pt

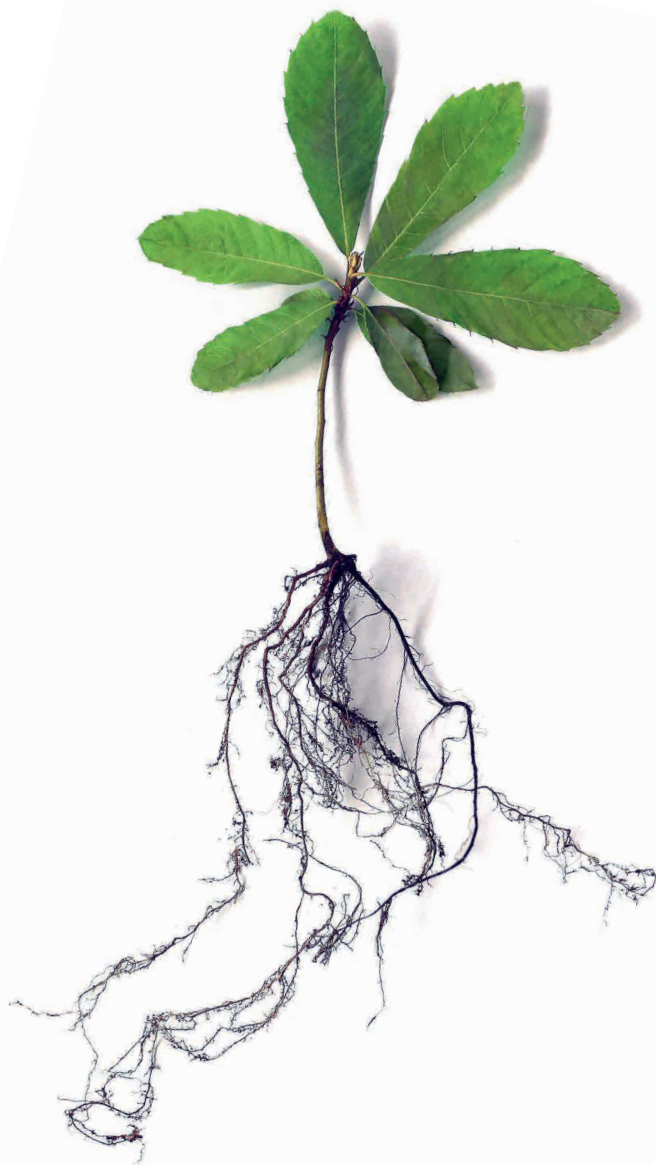
FOTOGRAFIA | PHOTOGRAPHY

INIAV - Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.

ANO | YEAR

2018





COFINANCIADO POR:

