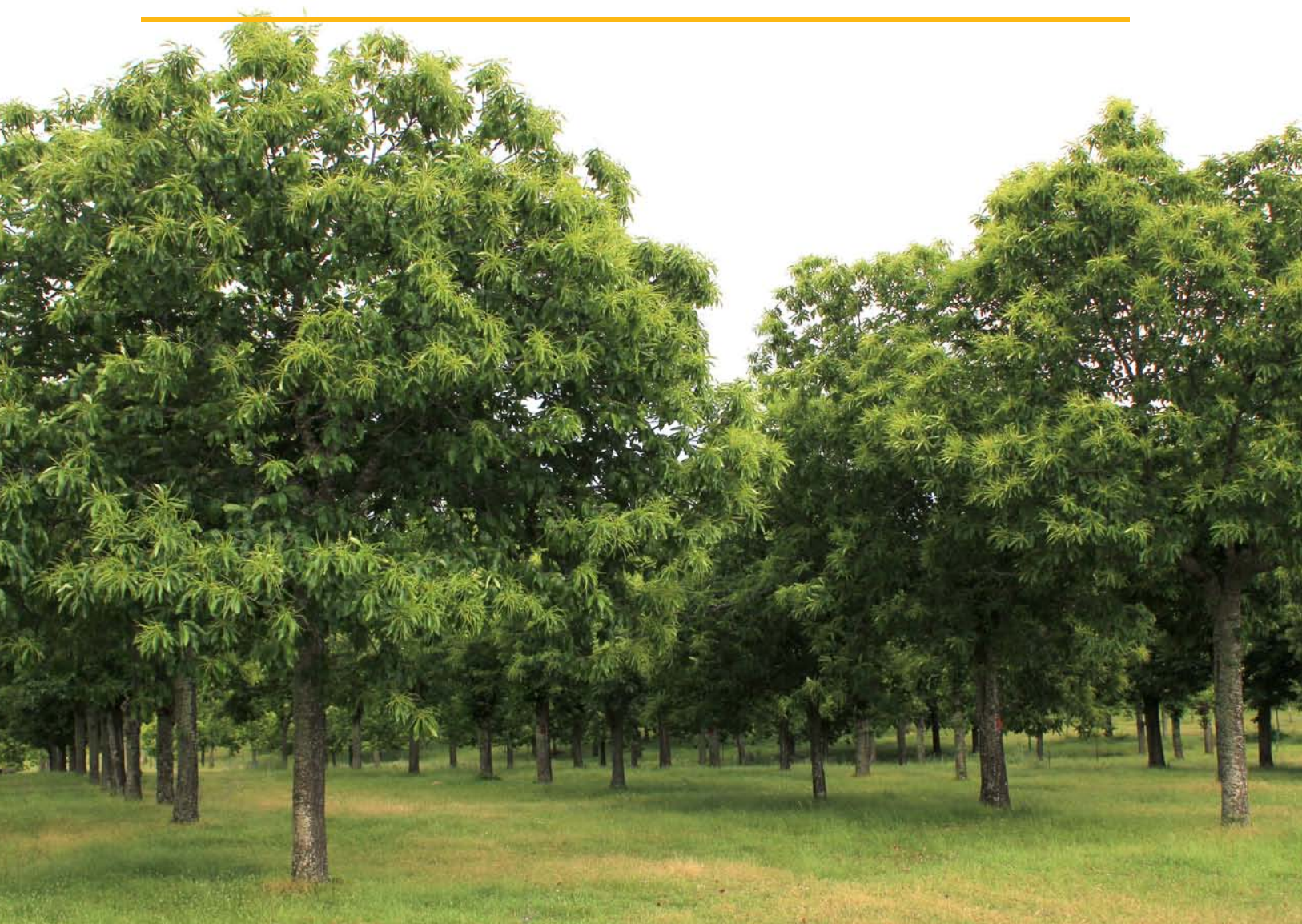

MANUAL DE
BOAS PRÁTICAS DO

Castanheiro

MANUAL DE
BUENAS PRÁCTICAS DEL

Castaño



MANUAL DE
BOAS PRÁTICAS DO

Castanheiro

MANUAL DE
BUENAS PRÁCTICAS DEL

Castaño



Dezembro de 2020
Diciembre de 2020

MANUAL DE
BOAS PRÁTICAS DO

Castanheiro

MANUAL DE
BUENAS PRÁCTICAS DEL

Castaña



Título: Manual de boas práticas do Castanheiro

Manual de buenas prácticas del castaño

Editores: Albino Bento

António Castro Ribeiro

Centro de Investigação de Montanha, Instituto Politécnico
de Bragança

Cordenação: TRANSTEC - Associação Transmontana para Transferência de Tecnologia

Propriedade / Edição: Comunidade Intermunicipal das Terras de Trás-os-Montes
Rua Visconde da Bouça, apartado 238 – 5300-318 Bragança
Telef. +351 273 327 680 – www.cim-ttm.pt

Coordenação do projeto: Rui Caseiro; Isabel Andrade
Comunidade Intermunicipal das Terras de Trás-os-Montes

Tradução: David Santos Barreales

Centro de Investigação de Montanha, Instituto Politécnico de Bragança

Design: Atilano Suarez

Serviços de Imagem do Instituto Politécnico de Bragança

Impressão: Bringráfica - Indústrias Gráficas, Lda.

Tiragem: 2000 exemplares

ISBN: 978-989-33-1088-5

Depósito legal: 470877/20

1ª Edição: Dezembro de 2019

2ª Edição: Dezembro de 2020



www.frontur.pt
www.frontur.es

Os textos e fotografias são da responsabilidade dos autores do Manual de Boas Práticas do Castanheiro

PROJETO 0113_FRONTUR_2_E: Este projeto é co-financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) através do Programa Interreg V-A Espanha-Portugal (POCTEP) 2014-2020
PROYECTO 0113_FRONTUR_2_E cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa Interreg V-A España - Portugal (POCTEP) 2014 - 2020.

Índice

Índice.....	3	Índice.....	3
Autores	9	Autores	9
Nota de abertura.....	11	Nota de apertura.....	11
Introdução	13	Introducción	13
Caracterização da região	17	Caracterización de la región	17
Introdução.....	17	Introducción.....	17
Território	17	Territorio	17
Geografia física.....	19	Geografía física	19
Demografia	21	Demografía	21
Economia	25	Economía.....	25
Comércio Externo	28	Comercio Exterior.....	28
Bibliografia	29	Bibliografía	29
Sistemática, morfologia, fenologia e biologia da reprodução	31	Sistemática, morfología, fenología y biología de la reproducción	31
Sistemática, distribuição e ecologia.....	31	Sistemática, distribución y ecología	31
Evolução e sistemática	31	Evolución y sistemática.....	31
Distribuição atual	37	Distribución actual.....	37
Ecologia atual e pretérita	38	Ecología actual y pasada	38
Morfologia, fenologia e biologia da reprodução ..	42	Morfología, fenología y biología de la reproducción.....	42
Morfologia e fisionomia	42	Morfología y fisionomía	42
Tipologia e dormência dos gomos	52	Tipología y latencia de las yemas	52
Biologia da reprodução	56	Biología de la reproducción	56
Ciclo fenológico anual	63	Ciclo fenológico anual	63
Bibliografia	70	Bibliografía	70
Agroecologia do castanheiro.....	73	Agroecología del castaño	73
Introdução.....	73	Introducción.....	73
Origem do castanheiro e distribuição atual	73	Origen del castaño y distribución actual	73
O castanheiro em Portugal.....	75	El castaño en Portugal	75
El castaño en Portugal	75	Preferencias climáticas y edáficas del castaño ...	77
Preferências climáticas e edáficas do castanheiro	77	De la ecología de la especie a las técnicas de cultivo	79
Da ecologia da espécie às técnicas de cultivo	79	Bibliografía	83
Bibliografia	83		



Instalação da cultura.....	85	Instalación del cultivo.....	85
Introdução.....	85	Introducción.....	85
Preparação do terreno.....	85	Preparación del terreno.....	85
Desenho da plantação.....	86	Diseño de la plantación.....	86
Execução da plantação.....	88	Ejecución de la plantación.....	88
Bibliografia.....	92	Bibliografía.....	92
Porta-enxertos e variedades.....	93	Portainjertos y variedades.....	93
Introdução.....	93	Introducción.....	93
Propagação do castanheiro.....	93	Propagación del castaño.....	93
Multiplicação via seminal (reprodução sexual).....	94	Multiplicación mediante semilla (reproducción sexual).....	94
Multiplicação vegetativa (reprodução vegetativa).....	95	Multiplicación vegetativa (reproducción vegetativa).....	95
Enxertia.....	101	Injerto.....	101
Principais porta-enxertos.....	105	Principales porta-injertos.....	105
Porta-enxertos seminais de <i>C. sativa</i>	105	Portainjertos de semilla de <i>C. sativa</i>	105
Porta-enxertos híbridos clonais.....	106	Portainjertos híbridos clonales.....	106
Principais variedades.....	109	Variedades principales.....	109
Principais variedades de castanha, cultivadas em Portugal.....	111	Principales variedades de castañas cultivadas en Portugal.....	111
Bibliografia.....	118	Bibliografía.....	118
Gestão do solo.....	119	Gestión del suelo.....	119
Gestão do solo em fruticultura de regadio.....	119	Gestión del suelo en fruticultura de regadío.....	119
Gestão do solo em pomares de sequeiro.....	119	Gestión del suelo en fruticultura de secano.....	119
Gestão do solo em castanheiro.....	123	Gestión del suelo en castaño.....	123
Bibliografia.....	128	Bibliografía.....	128
Fertilização.....	131	Fertilización.....	131
Princípios da fertilização das culturas.....	131	Principios de la fertilización de los cultivos.....	131
Diagnóstico da necessidade de fertilização.....	133	Diagnóstico de las necesidades de fertilización ..	133
Análises de terras.....	134	Análisis de suelos.....	134
Análises de tecidos vegetais.....	136	Análisis de tejidos vegetales.....	136
Fertilidade do solo e estado nutricional dos soutos em Trás-os-Montes.....	138	Fertilidad del suelo y estado nutricional de las plantaciones en Trás-os-Montes.....	138
Fertilização do castanheiro.....	141	Fertilización del castaño.....	141
Fertilização à instalação e em soutos jovens.....	141	Fertilización antes de la instalación y en plantaciones jóvenes.....	141
Fertilização de pomares adultos.....	143	Fertilización en plantaciones adultas.....	143
Bibliografia.....	148	Bibliografía.....	148



Sistemas de condução e poda	149	Sistemas de conducción y poda	149
Sistemas de condução	149	Sistemas de conducción	149
A condução dos souts	150	La conducción de plantaciones de castaños	150
Escolha plantas de boa qualidade	151	Seleccione plantas de buena calidad	151
A proteção e manutenção das plantações:		La protección y el mantenimiento de las plantaciones:	
complementos indispensáveis do investimento ..	153	complementos indispensables de la inversión	153
Proteção contra os danos dos animais selvagens: ...	153	Protección contra los daños de los animales salvajes: ..	153
A manutenção nos primeiros anos é indispensável 154		El mantenimiento en los primeros años es	
Cuidado preventivo dos castanheiros jovens	154	indispensable	154
Formas alternativas para minimizar as queimaduras		Cuidado preventivo de los castaños jóvenes	154
solares	155	Formas alternativas para minimizar las quemaduras	
A poda	156	solares	155
Como podar corretamente uma árvore	157	La poda	156
Execução dos cortes	158	Como podar correctamente un árbol	157
A poda bem executada faz toda a diferença	160	Ejecución de los cortes	158
Poda de formação	161	La poda bien ejecutada hace toda la diferencia ...	160
Poda de formação do tronco (cortes de formação) ...	161	Poda de formación	161
Poda de formação da copa	162	Poda de formación del tronco (cortes de formación) ..	161
Podas de manutenção	163	Poda de formación de la copa	162
Época de poda dos castanheiros	166	Podas de mantenimiento	163
Podas de rejuvenescimento	167	Época de poda de los castaños	166
Bibliografia	170	Poda de rejuvenecimiento	167
		Bibliografía	170
Rega	171	Riego	171
Introdução	171	Introducción	171
Efeito do stresse hídrico no castanheiro	172	Efecto del estrés hídrico en el castaño	172
Gestão da rega no castanheiro	173	Gestión del riego en el castaño	173
Metodologia com base na evapotranspiração da		Metodología basada en la evapotranspiración del	
cultura	174	cultivo	174
Necessidades de rega	176	Necesidades de riego	176
Rega deficitária no castanheiro	177	Riego deficitario del castaño	177
Avaliação do teor de água no solo	178	Evaluación del contenido de agua en el suelo	178
Medição do potencial de água no solo	181	Medición del potencial hídrico del suelo	181
Monitorização do estado hídrico do castanheiro ...	182	Monitorización del estado hídrico del castaño	182
Métodos de rega	185	Métodos de riego	185
Tempos de rega e dotações de rega	187	Tiempos de riego y dotaciones de riego	187
Bibliografia	189	Bibliografía	189
Doenças	191	Enfermedades	191
Introdução	191	Introducción	191
Doença da tinta do castanheiro	191		



Descrição da doença	192
Dispersão da doença nos soutos.....	193
Estratégias e medidas de proteção em soutos de <i>Castanea sativa</i>	195
Cancro do castanheiro	196
Descrição da doença	197
Disseminação da doença nos soutos.....	198
Tratamento do cancro do castanheiro por hipovirulência – um método de luta biológico muito eficaz	199
Perspetivas futuras	202
Bibliografia	203

Pragas..... 205

Introdução	205
<i>Dryocosmus kuriphilus</i> Yasumatsu	205
Biologia	206
Sintomatologia e Importância dos estragos.....	207
Fatores de limitação natural.....	208
Monitorização e estimativa do risco	210
Meios de luta	210
<i>Laspeyresia</i> (= <i>Cydia splendana</i> (Hübner))	212
Biologia	212
Sintomatologia e Importância dos estragos.....	214
Fatores de limitação natural.....	214
Monitorização e estimativa do risco	215
Meios de luta	215
<i>Curculio</i> (= <i>Balaninus</i>) <i>elephas</i> Gyllenhal	216
Biologia	216
Sintomatologia e importância dos estragos.....	218
Fatores de limitação natural.....	219
Monitorização e estimativa do risco	219
Meios de luta	219
<i>Pammene fasciana</i> L. e <i>Cydia fagiglandana</i> Zeller	220
Biologia	220
Importância dos estragos	221
Estimativa do risco e meios de luta	221
Biologia	221
Importância dos estragos	221
Estimativa do risco e meios de luta	222
<i>Zeuzera pyrina</i> L.	222
Biologia	222

Enfermedad de la tinta del castaño	191
Descripción de la enfermedad.....	192
Dispersión de la enfermedad en los sotos	193
Estrategias y medidas de protección en sotos de <i>Castanea sativa</i>	195
Chancro del castaño	196
Descripción de la enfermedad.....	197
Difusión de la enfermedad.....	198
Tratamiento del chancro del castaño por hipovirulencia: un método de lucha biológica muy eficaz	199
Perspectivas futuras	202
Bibliografía	203

Plagas..... 205

Introducción	205
<i>Dryocosmus kuriphilus</i> Yasumatsu	205
Biología	206
Síntomas e importancia del daño.....	207
Factores limitantes naturales.....	208
Monitorización y estimación de riesgo	210
Medios de lucha	210
<i>Laspeyresia</i> (= <i>Cydia splendana</i> (Hübner))	212
Biología	212
Síntomas e importancia del daño.....	214
Factores limitantes naturales.....	214
Monitorización y estimación de riesgos.	215
Medios de lucha	215
<i>Curculio</i> (= <i>Balaninus</i>) <i>elephas</i> Gyllenhal	216
Biología	216
Síntomas e importancia del daño.....	218
Factores limitantes naturales.....	219
Monitorización y estimación de riesgos.....	219
Medios de lucha	219
<i>Pammene fasciana</i> L. y <i>Cydia fagiglandana</i> Zeller	220
Biología	220
Importancia del daño.....	221
Estimación de riesgo y medios de control.....	221
Biología	221
Importancia del daño.....	221
Estimación de riesgo y medios de control	222
<i>Zeuzera pyrina</i> L.	222



Importância dos estragos	223	Biología	222
Estimativa do risco e meios de luta	223	Importancia del daño	223
Xyleborus díspar F.	223	Estimación de riesgo y medios de control	223
Biología	223	Xyleborus díspar F.	223
Importância dos estragos	224	Biología	223
Estimativa do risco e meios de luta	225	Importancia del daño	224
Bibliografia	226	Estimación de riesgo y medios de control	225
Colheita	229	Bibliografía	226
Introdução	229	Recolección	229
Aspetos técnicos a considerar para a adoção de colheita mecânica	230	Introducción	229
Colheita mecânica	232	Aspectos técnicos a considerar para implementar la cosecha mecánica	230
Aspetos económicos a considerar para a adoção de colheita mecânica	235	Cosecha mecánica	232
Bibliografia	236	Aspectos económicos a considerar para implementar la recolección mecánica	235
Valorização da castanha	237	Bibliografía	236
Castanha – Uso doméstico	237	Valorización de la castaña	237
Castanha – Processada industrialmente	238	Castaña – Uso doméstico	237
Castanha – Alimentação animal	240	Castaña – Procesada industrialmente	238
Produtos obtidos a partir da castanha	241	Castaña – Alimentación animal	240
Castanha pilada, farinha e produtos derivados	241	Productos obtenidos a partir de la castaña	241
Purés, cremes e doces	243	Castaña pelada, harina y productos derivados	241
Marron Glacé	243	Purés, cremas y dulces	243
Bebidas e outros produtos fermentados	244	Marron Glacé	243
Produtos elaborados noutros países	244	Bebidas y otros productos fermentados	244
Outros produtos obtidos do castanheiro	245	Productos elaborados en otros países	244
Madeira e casca	245	Otros productos obtenidos del castaño	245
Folhas e flores	246	Madera y corteza	245
Ouriços, cascas exteriores e interiores (película)	246	Hojas y flores	246
Conclusão	247	Erizos, cáscara exterior e interior (película)	246
Bibliografia	247	Conclusión	247
		Bibliografía	247





Autores

Albino Bento

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),
Instituto Politécnico de Bragança.
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.
Email: bento@ipb.pt

Ana Santos

Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos
(CNCFS)
Edifício do Brigantia EcoPark, Avenida Cidade de León,
nº 506, 5300-358 Bragança.
Email: ana.santos@cncfs.pt

Andreia Afonso

Deifil - Green biotechnology
Rua do Talho, 80 – Serzedelo,
4830-704 Póvoa de Lanhoso.
Email: deifil.technology@gmail.com

António Castro Ribeiro

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),
Instituto Politécnico de Bragança.
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.
Email: antrib@ipb.pt

Arlindo Almeida

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),
Instituto Politécnico de Bragança.
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.
Email: acfa@ipb.pt

Carlos Aguiar

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),
Instituto Politécnico de Bragança.
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.
Email: cfaguiar@ipb.pt

Eugénia Gouveia

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),
Instituto Politécnico de Bragança.
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.
Email: egouveia@ipb.pt

Elsa Ramalhosa

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),
Instituto Politécnico de Bragança.
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.
Email: elsa@ipb.pt

Ermelinda L. Pereira

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),
Instituto Politécnico de Bragança.
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.
Email: epereira@ipb.pt

Filipe Pereira

Associação Regional dos Agricultores
das Terras de Montenegro (ARATM).
Rua do Parque nº 1, 5445-110 Carrizado de Montenegro.
Email: cgatmpereira@hotmail.com



Manuel Ângelo Rodrigues

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),
Instituto Politécnico de Bragança.
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.
Email: angelor@ipb.pt

Margarida Arrobas

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),
Instituto Politécnico de Bragança.
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.
Email: marrobas@ipb.pt

Maria de Fátima Lopes da Silva

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),
Instituto Politécnico de Bragança.
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.
Email: lopes.silva@ipb.pt

Maria do Sameiro Patrício

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),
Instituto Politécnico de Bragança.
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.
Email: sampat@ipb.pt

Paula Cabo

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),
Instituto Politécnico de Bragança.
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.
Email: paulacabo@ipb.pt

Rosalina Marrão

Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos
(CNCFS)
Edifício do Brigantia EcoPark, Avenida Cidade de León,
nº 506, 5300-358 Bragança.
Email: rosalina.marrao@cncfs.pt



Nota de abertura

Nota de abertura

A cultura do castanheiro assume-se como uma atividade económica de grande relevância para as regiões montanhosas de baixa densidade como é o caso do território transfronteiriço das Terras de Trás-os-Montes e de Zamora.

A importância desta cultura não se reduz ao seu valor económico, tem reflexos diretos na ocupação do espaço rural, proteção da paisagem e valorização e promoção da identidade dos territórios.

Tendo em conta estas premissas, a Comunidade Intermunicipal das Terras de Trás-os-Montes promove a edição deste manual de boas práticas do castanheiro como forma de contribuir para o aumento do conhecimento da cultura, da competitividade, sustentabilidade e rentabilidade dos agentes ligados à produção, processamento e comercialização da castanha.

Trata-se de uma publicação que se destina a todos os agentes do setor, incluindo técnicos, produtores, empresas de transformação e comercialização, bem como aos entusiastas e interessados por esta fileira, com ou sem formação específica.

Este manual surge no âmbito do projeto FRONTUR – TURISMO DE FRONTEIRA. Trata-se de um projeto de cooperação transfronteiriça Espanha – Portugal, financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) através do Programa Interreg V-A Espanha-Portugal (POCTEP) 2014-2020 enquadrado no objetivo específico 6C: “Proteger e valorizar o património cultural e natural, como suporte de base económica da região transfronteiriça”.

O projeto tem como promotores a Diputación de Zamora e a Comunidade Intermunicipal das Terras de Trás-os-Montes e abrange todos os municípios que os integram.

*Presidente da Comunidade Intermunicipal
das Terras de Trás-os-Montes
Artur Nunes*

El cultivo del castaño se considera una actividad económica de gran relevancia para las regiones montañosas de baja densidad como es el caso del territorio transfronterizo de las Terras de Trás-os-Montes y de Zamora.

La importancia de este cultivo no se reduce a su valor económico, tiene reflejos directos en la ocupación del espacio rural, la protección del paisaje y la valorización y promoción de la identidad de los territorios.

Teniendo en cuenta estas premisas, la Comunidad Intermunicipal das Terras de Trás-os-Montes promueve la edición de este manual de buenas prácticas del castaño, como una forma de contribuir al aumento del conocimiento del cultivo, sostenibilidad y rentabilidad de los agentes relacionados a la producción, transformación y comercialización de la castaña.

Se trata de una publicación dirigida a todos los agentes del sector, incluidos técnicos, productores, empresas transformadoras y comercializadoras, así como a aficionados y personas interesadas en este cultivo, con o sin formación específica.

Este manual forma parte del proyecto FRONTUR - TURISMO DE FRONTEIRA. Se trata de un proyecto de cooperación transfronteriza entre España y Portugal, financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa Interreg V-A España-Portugal (POCTEP) 2014-2020 dentro del objetivo específico 6C: “Protección y puesta en valor del patrimonio cultural y natural, como base económica de apoyo a la región transfronteriza”.

El proyecto tiene como impulsores la Diputación de Zamora y la Comunidade Intermunicipal de Terras de Trás-os-Montes y abarca todos los municipios que las integran.

*Presidente de la Comunidade Intermunicipal
das Terras de Trás-os-Montes
Artur Nunes*





Introdução

Introducción

Em Portugal, as maiores manchas de castanheiro encontram-se em Trás-os-Montes e Beiras onde a civilização do castanheiro teve, e ainda tem, maior expressão e mantém a tradição nos seus diferentes aspetos históricos, gastronómicos e culturais. A cultura do castanheiro é uma atividade económica muito importante para regiões montanhosas de baixa densidade como é o caso do território transfronteiriço das Terras de Trás-os-Montes e de Zamora. A sua importância ultrapassa largamente o seu valor económico, pelo efeito multiplicador na ocupação do espaço rural, proteção da paisagem e promoção da identidade dos territórios.

No início de século XX o castanheiro ocupava uma área de 84 mil hectares dos quais cerca de 38 mil situavam-se em Trás-os-Montes. Durante todo o decurso do século assistiu-se a uma redução considerável da área de castanheiro, associada a problemas fitossanitários, como a dispersão da doença da tinta que provocou uma elevada mortalidade de castanheiros, mas também a fatores de ordem económica e transformações sociais relacionadas com o êxodo rural. No final do século a área ocupada pelo castanheiro era de cerca de 40 mil hectares. Atualmente, o cultivo do castanheiro encontra-se em fase de expansão com uma superfície de cerca de 77 mil hectares, dos quais 40 mil são de souto e cerca de 36 mil de castanheiro para madeira. Nos concelhos que integram a Comunidade Intermunicipal das Terras de Trás-os-Montes a área de castanheiro é de cerca de 42,5 mil hectares (souto e madeira), ou seja, cerca de 55 % da área nacional de castanheiro.

A Estratégia Nacional para as Florestas, no capítulo referente à “Especialização do Território”, e tendo por base as propostas dos Planos Regionais de Ordenamento Florestal (PROF), prevê, para o castanheiro, em 2030, uma área de 90 mil hectares, dos quais 70 mil serão explorados em sistema

En Portugal, las mayores manchas de castaño se encuentran en Trás-os-Montes y Beiras, donde la civilización del castaño tuvo, y aun tiene, mayor expresión, manteniéndose la tradición en sus diferentes aspectos históricos, gastronómicos y culturales. El cultivo del castaño es una actividad económica muy importante para las regiones montañosas de baja densidad, como el territorio transfronterizo de Terras de Trás-os-Montes y Zamora. Su importancia supera con creces su valor económico, debido al efecto multiplicador sobre la ocupación del espacio rural, la protección del paisaje y la promoción de la identidad de los territorios.

A principios del siglo XX, el castaño ocupaba un área de 84.000 hectáreas, de las cuales cerca de 38.000 estaban situadas en Trás-os-Montes. A lo largo del siglo, ha habido una reducción considerable en el área de castaños, asociada a problemas fitosanitarios, como fue la dispersión de la enfermedad de la tinta que provocó una alta mortalidad de los castaños, pero también factores económicos y transformaciones sociales relacionadas con el éxodo rural. A finales del siglo, el área ocupada por el castaño era de aproximadamente 40.000 hectáreas. Actualmente, el cultivo del castaño se encuentra en fase de expansión con un área de aproximadamente 77.000 hectáreas, de las cuales 41.000 son de plantación para producción de castaña y cerca de 36.000 para la obtención de madera. En los municipios que integran la Comunidad Intermunicipal de Terras de Trás-os-Montes, el área de castaños es de aproximadamente 42.500 hectáreas (castaña y madera), es decir, cerca del 55% del área nacional de castaños.

La Estrategia Nacional para los Bosques, en el capítulo referido a “Especialización del Territorio”, y con las bases de las propuestas de los Planes Regionales de Ordenamiento Forestal (PROF), prevé, para el castaño, en 2030, un área de 90.000 hectáreas, de las cuales 70.000 serán exploradas



multifuncional, preconizando-se uma lógica de diferentes usos, nomeadamente de produção de castanha, pastagem, caça, cogumelos, recreio e agroturismo, garantindo-se desta forma os valores paisagísticos e a biodiversidade deste sistema de exploração da terra.

Durante gerações, o castanheiro foi uma das mais importantes fontes de hidratos de carbono e a base da economia rural. Atualmente, o castanheiro foi recolocado como protagonista do desenvolvimento das regiões de montanha, assente num renovado interesse pelos produtos naturais, pela qualidade ambiental e pela identidade cultural e regional. Na Terra Fria Transmontana o castanheiro é considerado um eixo de desenvolvimento regional que assenta na tradição desta cultura, nas condições ecológicas favoráveis ao seu cultivo, na qualidade das variedades existentes, no rendimento gerado para os produtores e na margem para o aumento da área de produção devido à situação atual de mercado favorável. Contudo, para assegurar a sustentabilidade futura da cultura do castanheiro será necessário implementar as melhores práticas culturais que permitam fazer face às ameaças presentes, relacionadas com as doenças e pragas, e futuras, associadas às alterações climáticas.

O manual de boas práticas do castanheiro reúne o conhecimento atual sobre as melhores práticas para a cultura do castanheiro. Pretendeu-se que fosse um manual prático, de fácil leitura e interpretação e, nesse sentido, útil também para leitores menos familiarizados com a cultura do castanheiro. Os técnicos e produtores encontrarão neste manual informação detalhada e rigorosa, acompanhada de ilustrações, que ajudará na tomada de decisão sobre as melhores práticas para a cultura do castanheiro.

O manual está organizado numa estrutura de capítulos que abrangem as várias vertentes da cultura. O capítulo inicial, de contextualização, faz uma breve caracterização da geografia física e socioeconómica da região transfronteiriça da Terra Fria Transmontana e da província de Zamora. Os aspetos botânicos de sistemática, morfologia, fenologia e biologia da reprodução e a agroecologia do castanheiro são abordados nos primeiros capítulos. Segue-se o capítulo de

en un sistema multifuncional, abogando por una lógica de diferentes usos, como son la producción de castañas, pastos, caza, hongos, espacio de recreo y agroturismo, garantizando así los valores paisajísticos y la biodiversidad de este sistema de explotación de la tierra.

Durante generaciones, el castaño fue una de las fuentes más importantes de carbohidratos y la base de la economía rural. Actualmente, el castaño ha sido recolocado como protagonista en el desarrollo de las regiones montañosas, basándose en un renovado interés por los productos naturales, la calidad ambiental y la identidad cultural y regional. En la Tierra Fría Transmontana, el castaño se considera un eje de desarrollo regional basado en la tradición de este cultivo, en las condiciones ecológicas favorables para su cultivo, en la calidad de las variedades existentes, en los ingresos generados para los productores y en el margen para aumentar el área de producción, debido a la actual situación favorable del mercado. Sin embargo, para garantizar la sostenibilidad futura del cultivo del castaño será necesario implementar las mejores prácticas culturales que permitan enfrentar las amenazas actuales, relacionadas con enfermedades y plagas, y las futuras, asociadas con las alteraciones climáticas.

El manual de buenas prácticas del castaño reúne los conocimientos actuales sobre las mejores prácticas para el cultivo del castaño. Se pretendía que fuese un manual práctico, fácil de leer e interpretar y, en este sentido, también útil para lectores menos familiarizados con el cultivo del castaño. Los técnicos y productores encontrarán en este manual información detallada y rigurosa, acompañada de ilustraciones, que ayudarán en la toma de decisiones sobre las mejores prácticas para el cultivo del castaño.

El manual está organizado en una estructura de capítulos que cubren los diversos aspectos de la cultura. El capítulo inicial, para la contextualización, caracteriza brevemente la geografía física y socioeconómica de la región transfronteriza de la Tierra Fría Transmontana y la provincia de Zamora. Los aspectos botánicos de la sistemática, la morfología, la fenología y la biología de la reproducción y la agroecología del castaño se abordan en los primeros capítulos. A estos le sigue el capítulo dedicado a la instalación del cultivo, donde



dicado à instalação da cultura onde se apresentam, de forma prática, os cuidados a ter com a preparação do terreno e a execução da plantação.

Os métodos de propagação do castanheiro, os principais porta-enxertos comercializados e suas características, bem como uma descrição sumária das características das principais variedades são tratados no capítulo seguinte. Nos quatro capítulos que se seguem, o leitor pode aprofundar os conhecimentos sobre as técnicas culturais e as melhores práticas na cultura do castanheiro, como a gestão de solo, nutrição e fertilização, sistemas de condução e poda e a gestão da rega. Os dois capítulos seguintes são dedicados às questões fitossanitárias (doenças e pragas chave) e às medidas que devem ser tomadas para as combater. Por fim, apresenta-se informação relevante sobre a colheita e os aspetos técnicos e económicos a considerar para a adoção de colheita mecânica e no último capítulo aborda-se a perspetiva da valorização da castanha, através da obtenção de diversos produtos quer a partir da castanha quer do castanheiro.

O manual de boas práticas do castanheiro pretende contribuir para o aumento da competitividade, sustentabilidade e rentabilidade dos agentes ligados à produção, processamento e comercialização da castanha. É, por isso, um manual que se destina a todos os agentes do sector, incluindo técnicos, produtores de castanha, viveiristas, empresas de transformação e comercialização e outros interessados e entusiastas desta fileira, com ou sem formação especializada.

Os editores
Albino Bento
António Castro Ribeiro

se presentan de manera esquemática los cuidados que se deben tomar con la preparación del terreno y la ejecución de la plantación.

Los métodos de propagación del castaño, los principales portainjertos comercializados y sus características, así como una descripción resumida de las características de las variedades principales se tratan en el siguiente capítulo. En los siguientes cuatro capítulos, el lector puede profundizar su conocimiento de las técnicas culturales y las mejores prácticas en el cultivo del castaño, como el manejo del suelo, la nutrición y la fertilización, los sistemas de conducción y poda y la gestión del riego. Los siguientes dos capítulos están dedicados a los problemas fitosanitarios (enfermedades y plagas clave) y las medidas que se deben tomar para combatirlos. Finalmente, se presenta información relevante sobre la cosecha y los aspectos técnicos y económicos a considerar para implementar cosecha mecánica en una plantación y en el último capítulo, se aborda la perspectiva de la valorización de la castaña, a través de la obtención de diferentes productos de la castaña o del propio castaño.

El manual de buenas prácticas del castaño pretende contribuir para el aumento de la competitividad, la sostenibilidad y la rentabilidad de los agentes vinculados a la producción, procesamiento y comercialización de castañas. Es, por lo tanto, un manual destinado a todos los agentes del sector, incluidos los técnicos, productores de castañas, viveristas, empresas de transformación y comercialización y otros interesados y entusiastas de este sector, con o sin formación especializada.

Los editores
Albino Bento
António Castro Ribeiro





Caracterização da região

Caracterización de la región

Paula Cabo; Carlos Aguiar

Introdução

O castanheiro Europeu (*Castanea sativa* Mill.) possui uma larga tradição de cultivo na Europa, particularmente na região Mediterrânica. Na Península Ibérica, a produção de castanheiro está concentrada numa faixa que se estende do Nordeste de Portugal e da Galiza até Navarra (Pereira-Lorenzo & Fernández-López, 2001). Menos importantes são as áreas castaneícolas associadas ao Sistema Central, da Catalunha e das montanhas ácidas da Andaluzia e da Extremadura espanhola. No quadrante noroeste peninsular, o castanheiro perde importância em direção ao litoral; para leste, não penetra na Meseta Norte (Castela-a-Velha). A área de estudo desta publicação engloba o Nordeste de Trás-os-Montes, concretamente os concelhos produtores de castanha dos antigos distritos de Bragança e Vila Real, mais as áreas congêneres na província de Zamora (Comunidade Autónoma de Castela Leão).

A cultura do castanheiro é uma atividade económica importante, em especial para regiões montanhosas de baixa densidade, como é o caso do território transfronteiriço das Terras de Trás-os-Montes e de Província de Zamora, cuja importância ultrapassa largamente o seu valor económico, pelo efeito multiplicador na ocupação do espaço rural e proteção da paisagem, na promoção da identidade dos territórios, da gastronomia, e fomento do turismo e indústria a jusante.

Território

Os nove municípios que constituem a NUT III das Terras de Trás-os-Montes (Figura 1.1) localizada no extremo Nordeste de Portugal, abrangem uma área de 5.544 km² e com-

Introducción

El castaño Europeo (*Castanea sativa* Mill.) tiene una larga tradición como cultivo en Europa, particularmente en la región mediterránea. En la Península Ibérica, el cultivo del castaño se concentra en una franja que se extiende desde el Nordeste de Portugal y Galicia hasta Navarra (Pereira-Lorenzo & Fernández-López, 2001). Menos importantes son las áreas con castaños asociadas al Sistema Central, Cataluña y las montañas ácidas de Andalucía y Extremadura. En el cuadrante peninsular del noroeste, el castaño pierde importancia hacia la costa; al este, no penetra en la Meseta del Norte (Castilla la Vieja). Específicamente, el área de estudio de esta publicación abarca el noreste de Trás-os-Montes, concretamente los concejos productores de castañas de los antiguos distritos de Bragança y Vila Real, además de las áreas limítrofes pertenecientes a la provincia de Zamora (Comunidad Autónoma de Castilla y León).

El cultivo del castaño es una actividad económica importante, especialmente para las regiones montañosas con baja densidad, como es el caso del territorio transfronterizo de Terras de Trás-os-Montes y Zamora, cuya importancia supera con creces su valor económico, debido al efecto multiplicador en la ocupación del espacio rural y la protección del paisaje, en la promoción de la identidad de los territorios, de la gastronomía y en el fomento del turismo y la industria.

Territorio

Los nueve municipios que conforman la NUT III de las Terras de Trás-os-Montes, (Figura 1.1) ubicadas en el extremo noreste de Portugal, cubren un área de 5.544 km² y com-

preendem um total de 107.900 habitantes, correspondendo a 6% da superfície nacional e 1% da população residente. A Província de Zamora está localizada a oeste da Comunidade Autónoma de Castilla y Leon, na área central da Bacia do Douro. Compreendida por doze comarcas¹, com a extensão de 10.559 km² (2,1% do território de Espanha), pode ser dividida nas regiões naturais: Sanabria-La Carballada, Benavente y Los Valles, Aliste e Alba, Tierra de Campos-Tierra do

1) Alfz de Toro, Aliste, Benavente y Los Valles, La Carballada, La Guareña, Sanabria, Sayago, Tierra de Alba, Tierra de Campos, Tierra de Tábara, Tierra del Pan, Tierra del Vino e Zamora.

prenden un total de 107.900 habitantes, correspondientes al 6% del área nacional y al 1 % de la población residente. La provincia de Zamora se encuentra al oeste de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, en la zona central de la cuenca del Duero. Formada por doce comarcas¹, que cubren 10.559 km² (2,1% del territorio de España) y que se puede dividir en las regiones naturales de: Sanabria-La Carballada, Benavente y Los Valles, Aliste y Alba, Tierra de Campos-Tierra del

1) Alfz de Toro, Aliste, Benavente y Los Valles, La Carballada, La Guareña, Sanabria, Sayago, Tierra de Alba, Tierra de Campos, Tierra de Tábara, Tierra del Pan, Tierra del Vino y Zamora.



Figura 1.1 – Território das Terras de Trás-os-Montes e Província de Zamora.

Territorio de Terras de Trás-os-Montes y Provincia de Zamora.

Fonte: Elaboração própria, com base em INE Espanha (2020), INE Portugal (2020) e Junta de Castilla y León (2020).

Fuente: Elaboración propia, con base en: INE de España (2020), INE Portugal (2020) y Junta de Castilla y León (2020).



Pan, Sayago, Alfoz de Toro, Tierra do Vino e La Guareña. A população total da província é de 172.500 habitantes, i.e., 0,4% do total do país.

Geografia física

A região está localizada em pleno Maciço Ibérico, um dos fragmentos do Soco Hercínico. Xistos paleozoicos e granitoides variscos, frequentemente interrompidos por cristas quartzíticas, são os tipos litológicos dominantes (Dias & Ribeiro, 2013). Quebram a monotonia de rochas silíceas ácidas, as manchas de rochas máficas e ultramáficas dos Maciços de Bragança-Vinhais e de Morais, e pequenos e esporádicos afloramentos calcários.

O relevo é caracterizado pela presença de uma peneplanície, geneticamente relacionada com a peneplanície de Castela-a-Velha, dissecada por vales profundos, pontualmente interrompida por bacias tectónicas (grabens) de extensão variável (e.g., vales de Chaves e da Vilariça, e bacias tectónicas de Mirandela e de Bragança). A feição planáltica é uma característica maior do relevo português. Como enfatiza Birot (1950): “o relevo português decompõe-se em fragmentos de planaltos mais ou menos extensos, mais ou menos elevados, mais ou menos recortados por vales. Quase todos os acidentes topográficos são escarpas que separam planaltos de diferentes altitudes”. A norte, em território espanhol, sobressaem pela sua dimensão e altitude dois planaltos, a Sierra Segundera e a Sierra de la Cabrera Baja, com uma altitude máxima de 2126m na Peña Trevinca (Vega Ureta & Aldasoro Martin, 1994).

Os fragmentos melhor conservados da superfície aplanção primitiva têm uma altitude entre os 600-900m de altitude. A sua persistência está correlacionada com a distância ao nível basal definido pelo rio Douro e com a resistência à erosão de granitos e quartzitos. A rede de drenagem regional é jovem e tem um forte controlo estrutural. Em grande parte, está inclusa na bacia hidrográfica do Douro, salvo o vale de Chaves que drena para o Tâmega. Genericamente, os cursos de água na região nascem nos planaltos e descem

Pan, Sayago, Alfoz de Toro, Tierra del Vino y La Guareña. La población total de la provincia es de 172.500 habitantes, es decir, el 0,4% del total del país.

Geografía física

El área de estudio se encuentra en pleno Macizo Ibérico, uno de los fragmentos del Soco Hercínio. Los esquistos paleozoicos y los granitoides varicosos, a menudo interrumpidos por crestas de cuarcita, son los tipos litológicos dominantes (Dias y Ribeiro, 2013). Rompen la monotonía de las rocas ácidas silíceas, los parches de las rocas máficas y ultramáficas de los macizos de Bragança-Vinhais y de Morais, y pequeños y esporádicos afloramientos de piedra caliza.

El relieve se caracteriza por la presencia de una llanura, tradicionalmente relacionada con la llanura de Castilla la Vieja, recorrida por valles profundos, ocasionalmente interrumpida por cuencas tectónicas (grabens) de extensión variable (por ej., valles de Chaves y de Vilariça, y cuencas tectónicas de Mirandela y de Bragança). La formación de meseta es una característica importante del relieve portugués. Como enfatiza Birot (1950): “el relieve portugués se descompone en fragmentos de mesetas más o menos extensas, más o menos elevadas y más o menos recortadas por valles. Casi todos los accidentes topográficos son cárcavas que separan mesetas a diferentes altitudes”. Al norte, en territorio español, dos mesetas destacan por su tamaño y altitud, la Sierra Segundera y la Sierra de la Cabrera Baja, con una altitud máxima de 2.126 m de la Peña Trevinca (Vega Ureta y Aldasoro Martin, 1994).

Los fragmentos mejor conservados de la superficie de llanura primitiva tienen una altitud entre 600-900m. Su persistencia se correlaciona con la distancia al nivel basal definido por el río Duero y con la resistencia a la erosión de granitos y cuarcitas. La red de drenaje regional es joven y tiene un fuerte control estructural. En gran parte, se incluye en la cuenca hidrográfica del Duero, a excepción del valle de Chaves que desemboca en el Tâmega. En términos generales, los cursos de agua en la región nacen en las mesetas



rapidamente por vales profundos em forma de V, ao encontro do rio Douro.

Os solos de maior potencial agrícola estão restringidos aos colúviões e aluviões que bordejam os vales ou preenchem o fundo de depressões tectónicas, aos afloramentos de rochas básicas, e a alguns depósitos de cobertura (e.g., Planalto de Miranda). No restante território dominam solos ácidos, nutricionalmente desequilibrados, pobres em bases de troca, fósforo assimilável e boro, e com teores tóxicos de alumínio e manganês. Embora geralmente delgados (sobretudo nos xistos), os solos formados *in situ* demonstram alguma espessura nos planaltos com granitos susceptíveis à meteorização (e.g., granitos muito fraturados ricos em biotite).

O norte de Portugal é percorrido por quatro alinhamentos montanhosos: (i) serras litorais do Minho – onde sobressai a serra d’Arga, no concelho de Viana do Castelo; (ii) montanhas Galaico-Portuguesas – iniciam-se na Serra da Peneda e prolongam-se até à Serra da Aboboreira, na margem direita do rio Douro; (iii) serras Galaico-Durienses – incluem os sistemas montanhosos interiores de Trás-os-Montes (organizados em três linhas de elevações de orientação NE-SW: (i) Padrela-Falperra; (ii) Montesinho, Coroa, Nogueira, Serra de Bornes e planalto de Carrazeda; e (iii) Variz, Mogadouro e Reboredo, as duas últimas incluídas na área geográfica do projeto). Estes alinhamentos prolongam-se, por sua vez, para norte pelo território espanhol.

Estes alinhamentos montanhosos têm um tremendo impacto no clima regional. As superfícies frontais provenientes do atlântico são obrigadas a subir as montanhas – as chuvas orográficas e um intenso efeito de Foehn originam uma redução da precipitação e uma alteração dos regimes de temperatura a leste. No norte de Portugal, em cerca de 100 km em linha reta, a precipitação diminui de cerca de 3.000 mm/ano (bioclima supratemperado ultra-hiper-húmido) na Serra do Gerês, para menos de 400 mm/ano na região de Barca D’Alva (bioclima mesomediterrânico inferior seco inferior). Note-se que em Portugal Continental e nos territórios vizinhos em Espanha, a temperatura média anual diminui ca. de 0,5°C/100m de latitude.

y descenden rápidamente a través de profundos valles en forma de V al encuentro del río Duero.

Los suelos con mayor potencial agrícola están restringidos a coluviones y aluviones que bordean los valles o llenan el fondo de las depresiones tectónicas, a los afloramientos de rocas básicas y a algunos depósitos de cobertura (por ej., el páramo de Miranda). En el resto del territorio dominan los suelos ácidos, nutricionalmente desequilibrados, pobres en bases de intercambio, fósforo asimilable y boro, y con niveles tóxicos de aluminio y manganeso. Aunque generalmente son poco profundos (especialmente en las zonas de esquistos), los suelos formados *in situ* muestran cierto espesor en las zonas de meseta con granitos susceptibles a la meteorización (por ejemplo, granitos muy fracturados ricos en biotita).

El norte de Portugal está atravesado por cuatro alineaciones montañosas: (i) sierras litorales del Minho – onde sobressale la sierra d’Arga, en el concejo de Viana de Castelo; (ii) montañas Galaico-Portuguesas - comenzando en la Sierra da Peneda y extendiéndose hasta la Sierra da Aboboreira, en la margen derecha del río Duero; (iii) Sierras Galaico-Durienses - incluyen los sistemas montañosos interiores de Trás-os-Montes (organizados en tres líneas de elevaciones de orientación NE-SW: (i) Padrela-Falperra; (ii) Montesinho, Coroa, Nogueira, Serra de Bornes y planalto de Carrazeda; y (iii) Variz, Mogadouro y Reboredo, los dos últimos incluidos en el área de estudio). Estas alineaciones, a su vez, se extienden hacia el norte a través del territorio español.

Estas alineaciones montañosas tienen un tremendo impacto en el clima regional. Las superficies frontales que provienen del Atlántico se ven obligadas a escalar las montañas: las lluvias orográficas y un intenso efecto de Foehn originan una reducción de la precipitación y una alteración en los regímenes de temperatura en el este. En el norte de Portugal, en unos 100 km en línea recta, la precipitación disminuye de unos 3.000 mm/año (bioclima supratemplado ultra-hiper-húmedo) en la Sierra de Gerês, a menos de 400 mm / año en la región de Barca D’Alva (bioclima mesomediterráneo inferior seco inferior). Cabe mencionar, que en Portugal continental y los territorios vecinos de España, la temperatura media anual



Por conseguinte, a região é muito variada do ponto de vista bioclimático. As montanhas mais elevadas são supra a orotemperadas (no maciço de Sanábria) e os planaltos, genericamente, supramediterrânicos; os vales mais profundos descem ao andar mesotemperado inferior seco (Rivas-Martínez *et al.*, 2017). Na classificação climática tradicional de Trás-os-Montes, a chamada Terra-Quente coincide com o andar mesomediterrânico, e a Terra-Fria com os andares supratemperado e supramediterrânico. A vegetação natural potencial da Terra-Quente é dominada pelos bosques perenifólios de sobreiro (*Quercus suber*) e/ou azinheira (*Q. rotundifolia*). A Terra-Fria é o domínio climático dos bosques de *Quercus robur* ou de *Q. pyrenaica*. O andar orotemperado, pelo menos atualmente, tem uma vegetação natural potencial não arbórea.

A estrutura e distribuição dos sistemas de agricultura tradicionais e industriais aderem com surpreendente perfeição à zonagem bioclimática. O andar mesomediterrânico é o território do trigo, das culturas lenhosas mediterrânicas (vinha, oliveira, amendoeira e pistácio). O horizonte inferior dos andares supratemperado e supramediterrânico tinham grande expressão o centeio, a batata, o castanheiro, os lameiros e a bovinicultura. A montanha mais elevada tem um uso essencialmente pastoril.

Demografia

O território das Terras de Trás-os-Montes e Província de Zamora tem um caráter predominantemente rural (Figura 1.2), o qual está associado a baixas taxas de densidade populacional. A rede urbana é pouco desenvolvida, com predomínio de centros urbanos de pequena dimensão. Os principais centros populacionais são, em território castelhano, a cidade capital de província de Zamora, com 61.400 habitantes (417,9 hab./km²) e as cidades de Benavente (17.900 hab.; 404 hab./km²) e Toro (8.700 hab.; 27,6 hab./km²). Do lado português, há a destacar a cidade capital de distrito de Bragança (22.000 hab.; 617 hab./km²), e as cidades sede de concelho de Mirandela (11.850 hab.; 398 hab./km²), Mace-

disminuye proporcionalmente de 0,5°C/100m de latitud. Por lo tanto, el área de estudio es muy variado desde un punto de vista bioclimático. Las montañas más elevadas van de supra a orotempladas (en el macizo de Sanabria) y en las mesetas, en general, supramediterráneas; los valles más profundos descienden al piso mesotemplado inferior seco (Rivas-Martínez *et al.*, 2017). En la clasificación climática tradicional de Trás-os-Montes, la denominada Terra-Quente coincide con el piso mesomediterráneo, y la Terra-Fria con los pisos supratemplado y supramediterráneo. La vegetación natural potencial de la Terra-Quente está dominada por los bosques perennifolios de alcornoques (*Quercus suber*) y/o encinas (*Quercus. rotundifolia*). En la Terra-Fria, el dominio climático es de los bosques de *Quercus robur* o de *Q. pyrenaica*. El nivel orotemplado, al menos en la actualidad, tiene una vegetación potencial natural no arbórea. La estructura y distribución de los sistemas agrícolas tradicionales e industriales se adhieren con sorprendente perfección a la zonificación bioclimática. El nivel mesomediterráneo es el territorio del trigo, de los cultivos leñosos mediterráneos (viñedo, olivo, almendro y pistacho). El horizonte inferior de los niveles supratemplados y supramediterráneos tenía una gran expresión el centeno, las patatas, los castaños, los prados y la bovinicultura. La montaña más alta tiene un uso esencialmente de pastoreo.

Demografía

El territorio de Terras de Trás-os-Montes y la provincia de Zamora tienen un carácter predominantemente rural (Figura 1.2), que se asocia con bajas tasas de densidad poblacional. La red urbana está poco desarrollada, con predominio de centros urbanos de pequeña dimensión. Los principales centros de población son, en territorio castellano, la ciudad, capital de provincia, de Zamora, con 61.400 habitantes (417,9 habitantes/km²) y las ciudades de Benavente (17.900 hab.; 404 hab./km²) y Toro (8.700 hab.; 27,6 hab./km²). En el lado portugués, destacan la ciudad, capital del distrito, de Bragança (22.000 habitantes; 617 habitantes/km²) y las ciudades cabeza de concejo de Mirandela (11.850 hab.; 398



do de Cavaleiros (6.260 hab.; 407,9 hab./km²) e Miranda do Douro (2.250 hab.; 60,1 hab./km²).

Em termos demográficos, evidencia-se uma distribuição populacional desequilibrada em detrimento dos territórios mais rurais, que ostentam as densidades populacionais mais baixas. Ademais, a grande discrepância entre os conselhos/comarcas que constituem as duas sub-regiões, no que respeita ao número de habitantes por quilómetro quadrado (Figura 1.3), é mais acentuada na província castelhana. Em 2018, os valores nas Terras de Trás-os-Montes oscilaram entre 8,5 hab./km², no concelho de Vimioso, e 33,1 hab./km² em Mirandela; na Província de Zamora, os valores extremos foram de 3,9 hab./km², na comarca de La Carbella, e 84,3 hab./km² em Tierra del Pan.

hab./km²). Macedo de Cavaleiros (6.260 hab.; 407,9 hab./km²) y Miranda do Douro (2.250 hab.; 60,1 hab./km²).

En términos demográficos, existe una distribución de la población desequilibrada en detrimento de los territorios más rurales, que cuentan con las densidades de población más bajas. Además, la gran discrepancia entre los concejos/comarcas que constituyen las dos sub-regiones, con respecto al número de habitantes por kilómetro cuadrado (Figura 1.3), es más pronunciada en la provincia castellana. En 2018, los valores en las Terras de Trás-os-Montes oscilaron entre 8,5 hab./km², en el concejo de Vimioso, y 33,1 hab./km² en Mirandela; en la provincia de Zamora, los valores extremos fueron 3,9 hab./km², en la región de La Carballeda, y 84,3 hab./km² en Tierra del Pan.

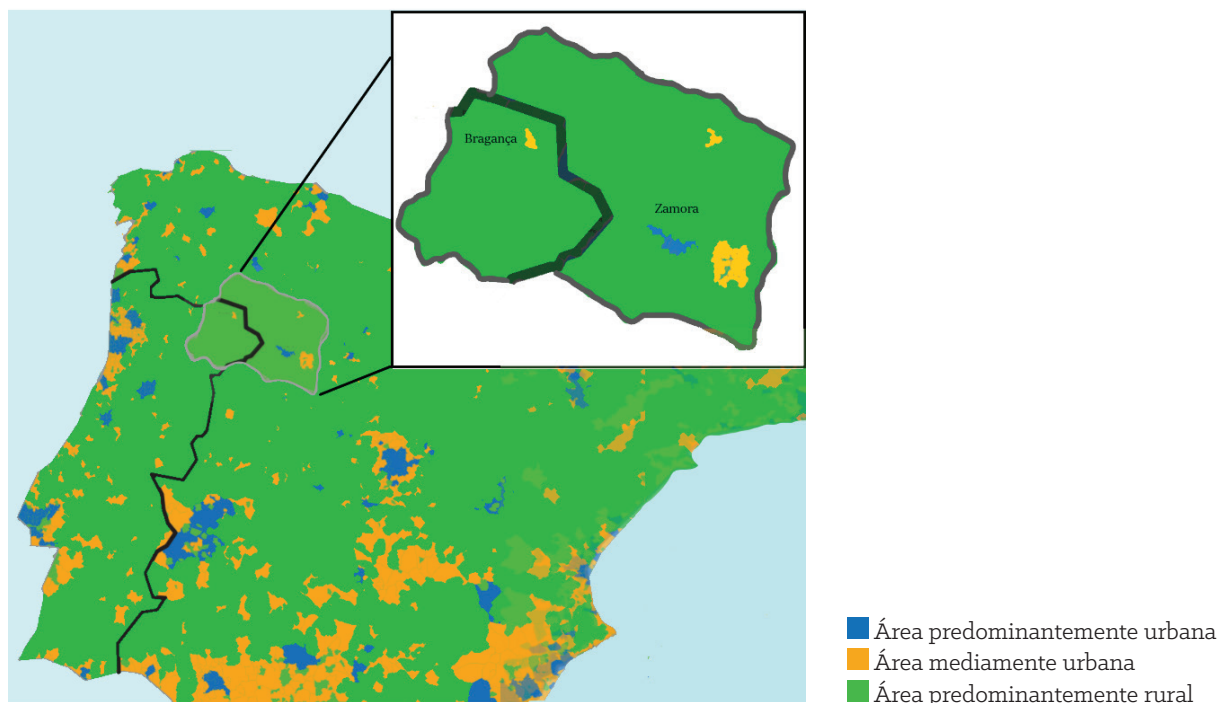


Figura 1.2 – Grau de urbanização da Península Ibérica.

Grado de urbanización de la Península Ibérica.

Fonte/Fuente: Eurostat (2020)



A análise das dinâmicas populacionais mostra uma estrutura populacional em transformação. Nos últimos anos, registou-se uma diminuição da população residente, nomeadamente pela intensificação dos fluxos emigratórios (com maior intensidade após a crise de 2008) e diminuição generalizada das taxas de natalidade e fecundidade. Entre 2013 e 2018, a população a residir nestes espaços de fronteira diminuiu 6,1%: 4,7% e 7%, nas Terras de Trás-os-Montes e Província de Zamora, respetivamente (Quadro 1.1).

Esta situação tem sido acompanhada pelo aumento da esperança média de vida e consequente envelhecimento da estrutura populacional, incentivando alterações nos

El análisis de las dinámicas de la población muestra una estructura poblacional en continua transformación. En los últimos años, se ha registrado una disminución en la población residente, principalmente debido a la intensificación de los flujos de emigración (con mayor intensidad después de la crisis de 2008) y una disminución generalizada en las tasas de natalidad y fertilidad. Entre 2013 y 2018, la población que vive en estas zonas fronterizas disminuyó en un 6,1%: 4,7% y 7%, en Terras de Trás-os-Montes y la provincia de Zamora, respectivamente (Cuadro 1.1).

Esta situación se ha visto acompañada por un aumento en la esperanza media de vida y el consiguiente envejeci-



Figura 1.3 – Densidade populacional das Terras de Trás-os-Montes e Província de Zamora, ao nível do concelho/comarca, em 2018.

Densidad poblacional de las Terras de Trás-os-Montes y Provincia de Zamora, a nivel de ayuntamiento/comarca, en 2018.

Fonte: Elaboração própria, com base em INE Espanha (2020), INE Portugal (2020) e Junta de Castilla y León (2020).

Fuente: Elaboración propia, con base en INE España (2020), INE Portugal (2020) y Junta de Castilla y León (2020).

padrões demográficos das duas sub-regiões e originando grandes desafios no que respeita à renovação das gerações e aos problemas associados à maior longevidade da população.

A Península Ibérica é uma das regiões mais envelhecidas da União Europeia. Esta realidade é especialmente sentida no território das Terras de Trás-os-Montes e Província de Zamora. De facto, em 2018, os índices de envelhecimento relativos a este território evidenciavam a existência, em média, de 3 indivíduos idosos por cada jovem, sendo que esta relação mais que duplica quando o foco da análise são áreas

miento de la estructura poblacional, incentivando alteraciones de los patrones demográficos de las dos sub-regiones y originando grandes desafíos con respecto a la renovación de las generaciones y los problemas asociados a una mayor longevidad poblacional.

La Península Ibérica es una de las regiones más envejecidas de la Unión Europea. Esta realidad se siente especialmente en el territorio de Terras de Trás-os-Montes y la provincia de Zamora. De hecho, en 2018, los índices de envejecimiento relacionados con este territorio mostraron la existencia, en promedio, de 3 personas mayores por cada

Quadro 1.1 – Dinâmica Populacional, 2013-2018

Cuadro 1.1 – Dinamica poblacional 2013-2018

	Terras de Trás-os-Montes		Norte	Portugal	Zamora		Castilla y León	Espanha
	2013	2018	2018		2013	2018	2018	
População residente ¹ (#) Población residente ¹ (#)	113 860	108 547	3 572 583	10 276 617	185 432	172 539	2 399 548	47 026 208
Menos 15 anos (%) Menor de 15 años (%)	10,7	10,0	12,8	13,7	11,2%	9,8	12,8	15,8
65 ou mais anos (%) 65 o más años (%)	28,0	30,0	20,5	21,8	30,5%	29,2	25,2	19,4
Densidade (N.º/Km²) Densidad (N.º/Km2)	20,5	19,5	167,8	111,4	17,6	16,4	25,5	92,9
Taxa de crescimento efetivo (%) Tasa de crecimiento efectivo (%)	-1,34	-0,63	-0,10	-0,14	-1,51%	-1,61%	-0,40	0,65
Índice de envelhecimento ² Índice de envejecimiento ²	261,6	301,6	159,6	159,4	272,9	297,2	197,1	122,9
Índice de dependência de idosos ³ Índice de dependencia de ancianos ³	45,8	50,0	30,7	33,9	48,4	51,5	40,7	29,9
Esperança de vida à nascença (anos) Esperanza de vida al nacimiento (años)	80,1	80,7	81,18	80,8	83,4	83,1	83,9	83,2

Notas: 1) População residente em 31 dezembro do ano n, para Portugal, e em 31 de janeiro do ano n+1, para Espanha; 2) Indicador obtido através da relação entre o número de indivíduos com 65 ou mais anos e idade inferior a 14 anos; 3) Resultado do quociente entre o número de indivíduos com 65 ou mais anos e idades compreendidas entre os 15 e os 64 anos.

Notas: 1) Población residente a 31 de diciembre del año n, para Portugal, y a 31 de enero del año n+1, para España; 2) Indicador obtenido a través de la relación entre el número de individuos con 65 o más años y edad inferior a 14 años; 3) Resultado del cociente entre el número de individuos con 65 años o más años y la edad comprendida entre los 15 y los 64 años.

Fonte: Elaboração própria, com base em INE Espanha (2020), INE Portugal (2020) e Junta de Castilla y León (2020).

Fuente: Elaboración propia, con base en INE España (2020), INE Portugal (2020) y Junta de Castilla y León (2020).



predominantemente rurais. Por outro lado, refletindo sobre o índice de dependência de idosos, verifica-se que a proporção de idosos por pessoas em idade ativa é de aproximadamente 50%, ou seja, em média, existe 1 idoso para cada 2 indivíduos em idade ativa.

Economia

Em 2017, o *Produto Interno Bruto – PIB*, do território das Terras de Trás-os-Montes e Província de Zamora perfazia 4 962 milhões de euros. O indicador do PIB traduz a dinâmica económica global deste território. À semelhança de outras regiões do interior da Península Ibérica, a sua contribuição para o PIB nacional respetivo é reduzida. Em 2017, a NUT III Terras de Trás-os-Montes era responsável por apenas 0,8% do PIB português, sendo que a Província de Zamora respondia por 0,3% do PIB de Espanha. A decomposição do tecido empresarial local revela uma base produtiva constituída, essencialmente, por empresas individuais, sendo a grande maioria empresas de pequena e de muito pequena dimensão. Apenas 4 empresas na província espanhola e uma no nordeste transmontano, possuíam 250 ou mais pessoas ao serviço.

O território das Terras de Trás-os-Montes e Província de Zamora contava, em 2017, com um total de 30.000 empresas, representando 0,7% do tecido empresarial da península, com um total de 120 000 pessoas empregadas (Quadro 1.2), ou seja, aproximadamente, 70,5% dos indivíduos em idade ativa (entre 15 e 64 anos) residentes no território.

As fragilidades do tecido empresarial regional refletem-se no baixo desempenho ao nível de produtividade do trabalho, apresentando os territórios portugueses ao nível das diferentes unidades territoriais, consistentemente, um menor desempenho que os vizinhos ibéricos. Em 2017, a produtividade aparente do trabalho na NUT III Terras de Trás-os-Montes equivalia a 70,3% da média nacional e a 50,5% do valor registado na Província de Zamora. Tal, é resultado do elevado peso do setor primário na economia regional (65% do número de empresas e 40% dos postos de trabalho da região) fundamentado numa agricultura

joven, siendo esta relación más que duplicada cuando el enfoque del análisis es predominantemente en áreas rurales. Por otro lado, al reflexionar sobre el índice de dependencia de las personas mayores, parece que la proporción de personas mayores en edad laboral es aproximadamente del 50%, es decir, en promedio, hay 1 persona mayor por cada 2 personas en edad activa.

Economía

En 2017, el *Producto Interno Bruto - PIB*, del territorio de Terras de Trás-os-Montes y la provincia de Zamora, ascendió a 4.962 millones de euros. El indicador del PIB refleja la dinámica económica global de este territorio. Al igual que otras regiones del interior de la Península Ibérica, su contribución al PIB nacional respectivo es reducida. En 2017, NUT III Terras de Trás-os-Montes fue responsable de solo el 0,8% del PIB portugués, y la Provincia de Zamora representó el 0,3% del PIB de España. La descomposición del tejido empresarial local revela una base productiva que consiste esencialmente, en empresas individuales, siendo, la gran mayoría, de pequeña o muy pequeña dimensión, con solo 4 empresas en la provincia española y una en el noreste de Trás-os-Montes, con 250 o más personas en servicio.

El territorio de Terras de Trás-os-Montes y la provincia de Zamora tenía, en 2017, un total de 30.000 empresas, representando el 0,7% del tejido empresarial de la península, con un total de 120.000 personas empleadas (Cuadro 1.2), es decir, aproximadamente el 70,5% de las personas en edad de trabajar (entre 15 y 64 años) que residen en el territorio.

Las fragilidades del tejido empresarial regional se reflejan en el bajo desempeño en términos de productividad laboral, con los territorios portugueses a nivel de las diferentes unidades territoriales, consistentemente, un desempeño menor que el de los vecinos ibéricos. En 2017, la productividad laboral aparente en la NUT III Terras de Trás-os-Montes fue equivalente al 70,3% de la media nacional y aproximadamente al 50,5% del registrado para la Provincia de Zamora. Este es el resultado del alto peso del sector primario en la economía regional (el 65% del número de empre-



de minifúndio, tradicional, de montanha e difícil mecanização, com destaque para a produção de hortícolas e frutícolas como a castanha, amêndoa, noz e cereja, produção de azeites e mel, associada à produção pecuária de bovinos, ovinos, caprinos e suínos e transformação e comercialização de produtos endógenos. A elevada qualidade dos produtos endógenos da região traduz-se na existência de 28 produtos qualificados, metade dos quais carnes e enchidos com origem em raças autóctones com solar na região. A Província de Zamora possui 8 produtos qualificados, excluindo 5 vinhos.

A Figura 1.4 ilustra repartição do valor acrescentado bruto e emprego total no território das Terras de Trás-os-Montes e Província de Zamora, por atividade económica, no ano de 2017.

No que concerne à remuneração média mensal, existem diferenças significativas entre os dois países ibéricos,

as y el 40% de los puestos de trabajo en la región) basados en agricultura de minifundios, tradicional, de montaña y difícil mecanización, destacando la producción de hortícolas y frutas como: castaña, almendra, nuez, cereza así como producción de aceite y miel, asociada a la producción animal de bovinos, ovinos, caprinos y porcinos y la transformación y comercialización de los productos endógenos. La alta calidad de los productos endógenos de la región se traduce en 28 productos calificados, la mitad de los cuales son carnes y embutidos procedentes de razas autóctonas de la región. La Provincia de Zamora tiene 8 productos calificados, excluyendo 5 vinos.

La Figura 1.4 ilustra el reparto del valor aumentado bruto y empleo total en el territorio de Tierras de Trás-os-Montes y Provincia de Zamora, por actividad económica, en el año 2017.

Quadro 1.2 – Empresas e emprego, 2017

Cuadro 1.2 – Empresas y empleo, 2017

	Terras de Trás-os-Montes	Norte	Portugal	Zamora	Castilla y Leon	Espanha
PIB (Milhões de € / Millones de €)	1 481	57 653	195 947	3 480	56 147	1 161 878
PIB per capita (€)	13 593	16 102	19 023	19 662	23 169	24 969
Empresas (#)	19 013	418 082	1 242 693	11 632	161 986	3 337 646
Empresa individual (%)	83,0	68,1	68,2	61,9	57,1	53,5
Menos 10 assalariados (%) Menos 10 empleados (%)	98,7	95,7	96,3	95,4	96,1	97,1
50 ou mais assalariados (%) 50 o más empleados (%)	0,08	0,62	0,56	0,33	0,53	0,78
Emprego total (#) Empleo total (#)	51 638	1 642 987	4 802 603	68 382	971 684	18 824 786
Produtividade aparente ¹ (€) Productividad aparente ¹ (€)	24 830	30 372	35 323	49 215	52 194	54 322
Remuneração média mensal ² (€) Remuneración media mensual ² (€)	891	1 016	1 131	1320	1 837	1 889

Notas: 1) Indicador obtido pela relação entre o Valor Acrescentado Bruto e Emprego total.

Notas: 1) Indicador obtenido por la relación entre el Valor Aumentado Bruto y el Empleo total.

Fonte: Elaboração própria, com base em INE Espanha (2020), INE Portugal (2020) e Junta de Castilla y León (2020).

Fuente: Elaboración propia, con base en el INE España (2020), INE Portugal (2020) y Junta de Castilla y León (2020).



sendo os valores relativos à remuneração média mensal em Portugal consistentemente inferiores. Em 2017, a Província de Zamora exibía o menor salário médio mensal da Comunidade de Castilla y León, todavia, era 430€ acima do registado em Terras de Trás-os-Montes.

O indicador PIB *per capita* apresenta um desempenho similar. A Figura 1.5 apresenta a evolução deste indicador em Paridades de Poder de Compra, no período 2013-2018, com referência à média da *União Europeia - UE*. A leitura dos resultados associa a Península Ibérica a um poder de compra inferior à média da UE. Esta realidade é especialmente sentida na sub-região das Terras de Trás-os-Montes.

Con respecto a la remuneración mensual promedio, existen diferencias significativas entre los dos países ibéricos, siendo los valores relativos a la remuneración media mensual en Portugal consistentemente inferiores. En 2017, la Provincia de Zamora tenía el salario promedio más bajo en la Comunidad de Castilla y León, pero casi 430 € superior a el verificado en Terras de Trás-os-Montes.

El indicador del PIB *per cápita* presenta un desempeño similar. La Figura 1.5 presenta la evolución de este indicador en Paridades del Poder Adquisitivo, en el período 2013-2018, con referencia a la media de la Unión Europea - UE. La lectura de los resultados vincula a la Península Ibérica con un poder adquisitivo por debajo del promedio de la UE. Esta realidad se siente especialmente en la subregión de Terras de Trás-os-Montes.

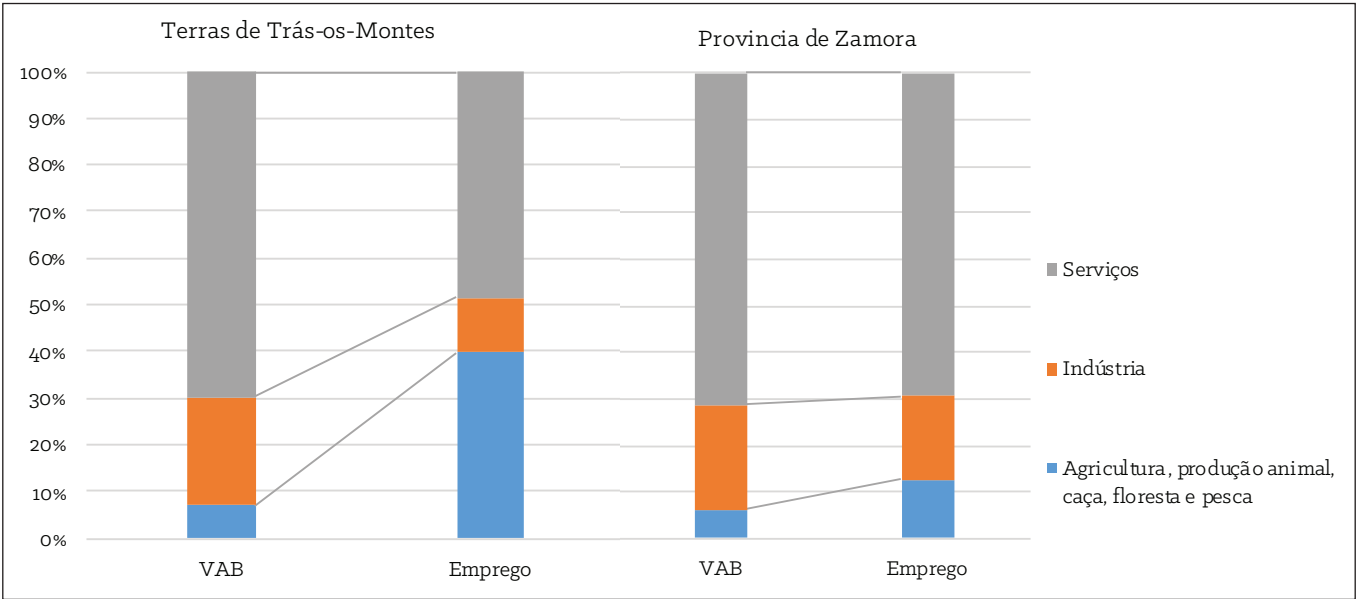


Figura 1.4 – Repartição do VAB e Emprego Total, por setor de atividade, 2017.

Repartición del VAB y del Empleo Total, por sector de actividad, 2017.

Fonte: Elaboração própria, com base em INE Espanha (2020), INE Portugal (2020) e Junta de Castilla y León (2020).

Fuente: Elaboración propia, con base a INE España (2020), INE Portugal (2020) y Junta de Castilla y León (2020).

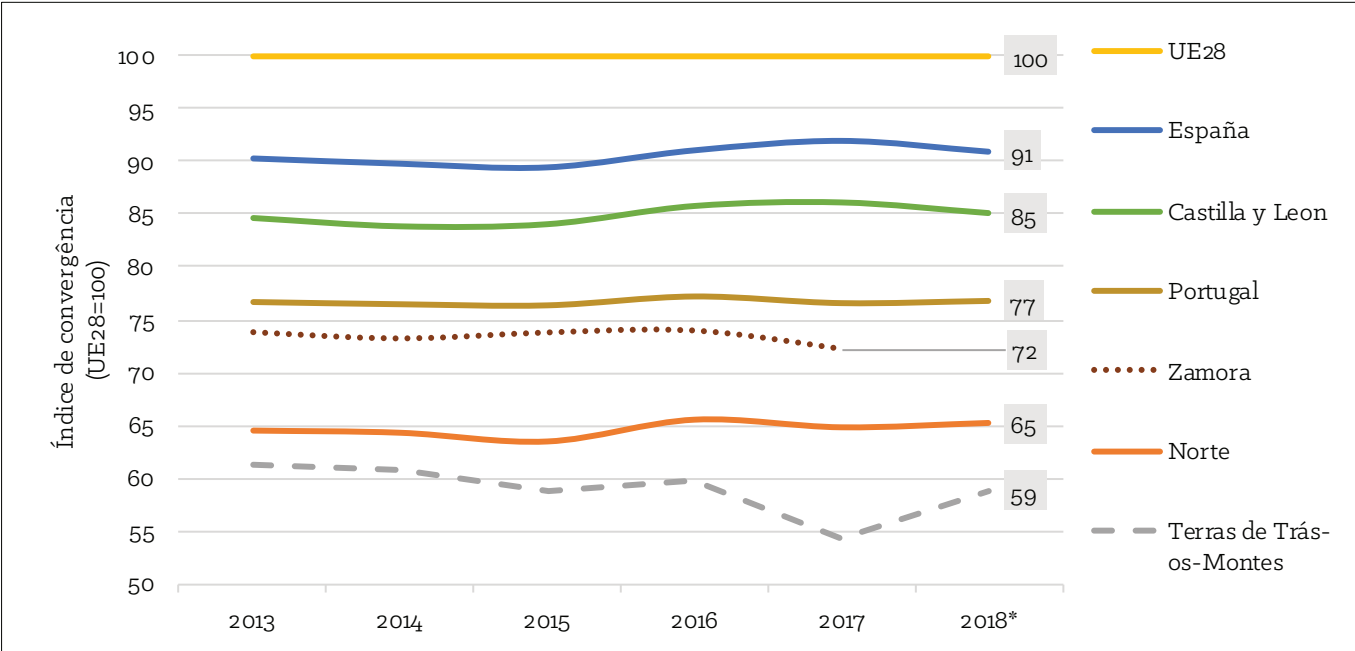


Comércio Externo

O peso do comércio externo na economia regional é especialmente relevante para a sub-região das Terras de Trás-os-Montes, a qual apresentava, em 2018, um grau de abertura ao exterior superior a 87%, exportando a mais de 45% da produção regional, essencialmente para a UE (99%), em particular, para o país vizinho (Espanha 40%). Por seu lado, a economia regional da Província de Zamora apresenta-se mais fechada às trocas com outros países, sendo o peso do comércio externo inferior a 10% a do PIB desta província (Quadro 1.3).

Comercio Exterior

El peso del comercio exterior en la economía regional es especialmente relevante para la subregión de Terras de Trás-os-Montes, la cual presentaba, en 2018, un grado de abertura al exterior superior al 87%, exportando más del 45 % de la producción regional, principalmente para la UE (99%) y en particular, para el país vecino (España 40%). Por su parte, la economía regional de la provincia de Zamora está más cerrada al comercio con otros países, y el peso del comercio exterior es inferior al 10% del PIB de esta provincia (Cuadro 1.3).



Nota: * Dados provisórios. Datos provisionales.

Figura 1.5 – Evolução da Paridade do Poder de Compra, 2013-2017. Evolución de Paridades del Poder Adquisitivo, 2013-2017.

Fonte: Elaboração própria, com base em INE Espanha (2020), INE Portugal (2020) e Junta de Castilla y León (2020).
 Fuente: Elaboración propia, con base al INE España (2020), INE Portugal (2020) y Junta de Castilla y León (2020).



Quadro 1.3 – Comércio Externo de Bens, 2018.
Cuadro 1.3 – Comércio Exterior de Bienes, 2018.

	Terras de Trás-os-Montes	Norte	Portugal	Zamora	Castilla y León	Espanha
Exportações (Milhões €) Exportaciones (Millones de €)	742,4	22 614,40	57 850,00	212	16 438,0	285 260,5
Importações (Milhões €) Importaciones (Millones de €)	690,4	17 335,80	75 439,20	129,6	13 216,1	319 647,3
Balança Comercial (Milhões €) Balanza Comercial (Millones de €)	52	5 278,6	-17 589,3	82,3	3 221,9	-34 386,8
Taxa de Cobertura (%) Tasa de Cobertura (%)	107,5	130,4	76,7	163,5	124,4	89,2
Grau de Abertura ao Exterior (%) Grado de Abertura al Exterior (%)	87,1	66,3	65,4	9,8	51,2	50,3

Fonte: Elaboração própria, com base em INE Espanha (2020), INE Portugal (2020) e Junta de Castilla y León (2020).
Fuente: Elaboración propia, con base al INE España (2020), INE Portugal (2020) y Junta de Castilla y León (2020).

Bibliografia

Bibliografía

- Birot, P., 1950. *Le Portugal. Etude de géographie regionale*. Librairie Armand Colin.
- Dias, R., & Ribeiro, A., 2013. O varisco do sector norte de Portugal. In R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha, & J. Kullberg (Eds.), *Geología de Portugal* (Vol. 1). Escolar Editora.
- Eurostat, 2020. Eurostat regional yearbook 2019. Disponível em <<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-statistical-books/-/KS-HA-19-001>>
- INE Portugal, 2020. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa, Portugal. www.ine.pt
- INE Espanha, 2020. Instituto Nacional de Estatística. Madrid, Portugal. www.ine.es
- Junta de Castilla y León, 2020. Estadística de Castilla y León. <https://estadistica.jcyl.es/web/es/estadistica.html>
- Pereira-Lorenzo, S., & Fernández-López, J., 2001. El castaño. In F. Nuez & G. Llácer (Eds.), *La Horticultura Española* (pp. 280–284). Sociedad Española de Ciencias Hortícolas.
- Rivas-Martínez, S., Penas, A., del Río, S., Díaz González, T. E., Rivas-Sáenz, S., 2017. Bioclimatology of the Iberian Peninsula and the Balearic Islands. In J. Loidi (Ed.), *The Vegetation of the Iberian Peninsula: Volume 1* (pp. 29–80). Springer International Publishing.
- Vega Ureta, J. C., & Aldasoro Martin, J. J., 1994. *Geología de Sanabria. Monografías de la Red de Espacios Naturales de Castilla y Leon*. Junta de Castillas y León.





Sistemática, morfologia, fenologia e biologia da reprodução

Sistemática, morfología, fenología y biología de la reproducción

Carlos Aguiar

Sistemática, distribuição e ecologia

Evolução e sistemática

O castanheiro-europeu (*Castanea sativa*), de agora em diante designado por castanheiro, é uma fagácea (*Fagaceae*) (Figura 2.1). As fagáceas são uma família de plantas com flor (angiospérmicas) com 9 géneros e cerca de 1000 espécies, de ampla distribuição no Hemisfério Norte, com um pico de diversidade no sudoeste da Ásia e nas ilhas do oeste do Oceano Pacífico (Manos, Zhou, & Cannon, 2001). Em termo evolutivos, são próximas de outras famílias de plantas leñosas polinizadas pelo vento (anemófilas), como sejam as juglandáceas (família das nogueiras), as betuláceas (família dos bidoeiros e amieiros), as casuarináceas (família das casuarinas) e as miricáceas (família do samouco, uma árvore comum nos Açores e Madeira, pontual em Portugal continental) (Kubitzki, 1993).

As fagáceas estão representadas na Europa e na Península Ibérica por três géneros: *Castanea* (castanheiros), *Quercus* (carvalhos) e *Fagus* (faias), o último dos quais não indígena de Portugal (o carácter indígena ou não do castanheiro na região é discutido mais adiante). Os *Quercus* e os *Fagus* dominam boa parte das florestas climáticas europeias, desde Portugal até à parte europeia da Rússia, e da Península Itálica até ao sul da Escandinávia. Os géneros de fagáceas polinizados por insetos – *Chrysolepis*, *Lithocarpus*, *Castanopsis* e *Castanea* –, entre os quais se inclui o castanheiro, foram

Sistemática, distribución y ecología

Evolución y sistemática

El castaño europeo (*Castanea sativa*), de ahora en adelante designado castaño, es una fagácea (*Fagaceae*) (Figura 2.1). Las fagáceas son una familia de plantas con flor (angiospermas) con 9 géneros y cerca de 1000 especies, de amplia distribución en el Hemisferio Norte, con un pico de diversidad en el Suroeste de Asia y en las islas del oeste del Océano Pacífico (Manos et al., 2001). En términos evolutivos, están próximas de otras familias de plantas leñosas polinizadas por el viento (anemófilas), como son las juglandáceas (familia de los nogales), las betuláceas (familia de los abedules y alisos), las casuarináceas (familia de las casuarinas) y de las miricáceas (familia de la faya, un árbol común en las Azores y en Madeira, puntual en Portugal continental) (Kubitzki, 1993).

Las fagáceas están representadas en Europa y en Península Ibérica por tres géneros: *Castanea* (castaños), *Quercus* (robles) y *Fagus* (hayas), el último de los cuales no es autóctono de Portugal (a continuación se analiza si el castaño es autóctono o no en el área de estudio). Los *Quercus* y los *Fagus* dominan buena parte de los bosques climáticos europeos, desde Portugal hasta la parte europea de Rusia, y de la Península Itálica hasta el sur de Escandinavia. Los géneros de fagáceas polinizados por insectos – *Chrysolepis*, *Lithocarpus*, *Castanopsis* y *Castanea* –, entre los cuales se incluye el casta-



segregados num grupo monofilético (com uma ancestralidade comum) autónomo, a subfamília *Castaneoideae* (Yang et al., 2018). Os *Quercus* e os *Fagus* distribuem-se por duas outras subfamílias exclusivamente polinizadas pelo vento, respetivamente, *Quercoideae* e *Fagoideae*.

ño, forman segregados en un grupo monofilético (con una ancestralidad común) autónomo, a la subfamilia *Castaneoideae* (Yang et al., 2018). Los *Quercus* y los *Fagus* se distribuyen en dos subfamilias exclusivamente polinizadas por el viento, respectivamente, *Quercoideae* y *Fagoideae*.



Figura 2.1 – Castanheiro-europeu (*Castanea sativa*, Fagaceae).
Castaño-europeo (*Castanea sativa*, Fagaceae). [Foto C Aguiar].



As fagáceas são árvores, raras vezes arbustos (e.g., *Quercus lusitanica*), de folhas alternas inseridas nos ramos em espiral, de limbo de recorte marginal a profundo, e pecíolos ligeiramente engrossados na base. As flores são unissexuais, pequenas, organizadas em espigas compridas, geralmente, pendentes, conhecidas por amentos. Distinguem-se pela presença de uma cúpula, i.e., por uma estrutura de origem foliar que envolve um (em *Quercus*), dois (*Fagus*) ou (geralmente) três frutos (*Castanea*) secos. A cúpula do castanheiro é vulgarmente conhecida por ouriço. A camada mais interna do fruto (endocarpo) está transformada numa densa camada de pelos a proteger a semente. A dispersão é primariamente realizada por gravidade (queda dos frutos e rolamento no solo) (Masaki et al., 2019).

As plantas com flor são originalmente polinizadas por insetos (entomofilia). Foi sugerido que o ancestral das fagáceas era polinizado por insetos e que a polinização pelo vento (anemofilia) evoluiu três vezes de forma independente na família (Manos et al., 2001). Esta hipótese, a ser verdadeira, implica que as *Castanea*, e os restantes géneros de *Castaneoideae*, retiveram algumas características da síndrome de polinização do ancestral entomófilo, e que a sua conversão à anemofilia foi incompleta.

Os géneros *Castanea* e *Quercus* divergiram no final do Paleocénico há pelo menos 60 M.a. (milhões de anos antes do presente), algures no leste da Ásia. A meio do Eocénico, as *Castanea* migraram, a partir do centro de origem, para este e para oeste (Lang et al., 2007). Os isolados geográficos europeus e americanos do stock ancestral do género evoluíram, por isolamento geográfico, nas espécies atuais, ou nos seus ancestrais mais diretos, entre o final do Eocénico e o início Miocénico. Existem evidências fósseis de *Castanea*/*Castanopsis* no território português nas primeiras etapas do Miocénico, com pelos menos 19 M.a. (País, 2010). A presença continuada de *Castanea* na Península Ibérica durante Pleistocénico (2,58 M.a.-ca. 11.500 BP ¹), a época geológica imediatamente anterior à atual (Holocénico), está bem estabelecida.

1) BP= Before Present, ou seja “Antes do Presente”, entendendo como data de referência, isto é que define o Presente, o ano de 1950. As datas apresentadas encontram-se sempre calibradas.

Las fagáceas son árboles, raramente arbustos (e.j. *Quercus lusitanica*), de hojas alternas insertadas en las ramas en espiral, de limbo de borde liso a lobulado con senos profundos y pecíolos ligeramente engrosados en la base. Las flores son unisexuales, pequeñas, organizadas en espigas anchas, generalmente, colgantes, conocidas como amentos. Se distinguen por la presencia de una cúpula, es decir, por una estructura de origen foliar que envuelve uno (en *Quercus*), dos (*Fagus*) o (generalmente) tres frutos (*Castanea*) secos. La cúpula del castaño es vulgarmente conocida por erizo. La capa más interna del fruto (endocarpio) esta transformada en una densa capa de pelos para proteger la simiente. La dispersión inicialmente es realizada por la gravedad (caída de los frutos y rotación por el suelo) (Masaki et al., 2019).

Las plantas con flor son originalmente polinizadas por insectos (entomofilia). se ha sugerido que originariamente la polinización de las fagáceas se producía mediante insectos y que la polinización por el viento (anemofilia) evolucionó tres veces de forma independiente en la familia (Manos et al., 2001). Esta hipótesis, si fuese cierta, implica que el género *Castanea*, y los restantes géneros de *Castaneoideae*, retuvieron algunas características ancestrales de polinización entomófila, y que su conversión a anemofilia fue incompleta.

Los géneros *Castanea* y *Quercus* divergieron en el final del Paleocénico por lo menos hace 60 M.a. (millones de años antes del presente), en algún lugar al este de Asia. En la mitad del Eoceno, las *Castanea* migraron, a partir del centro de origen, para el este y para el oeste (Lang et al., 2007). Los aislados geográficos europeos y americanos del stock ancestral del género evolucionaron, por aislamiento geográfico, en las especies actuales, o en sus ancestros más directos, entre el final del Eoceno y el inicio del Mioceno. Existen evidencias fósiles de *Castanea*/*Castanopsis* en el territorio portugués en las primeras etapas del Mioceno, con por lo menos 19 M.a. (País, 2010). La presencia continuada de *Castanea* en la Península Ibérica durante Pleistoceno (2,58 M.a.-ca. 11.500 BP ¹), la época geológica inmediata

1) BP= Before Present, es decir “Antes del Presente”, entendiendo como fecha de referencia, esto es lo que define el presente, el año de 1950. Las fechas presentadas se encuentran siempre calibradas.



da (Postigo Mijarra et al., 2008). A distribuição terciária do género à escala global era mais extensa que atual – admite-se que se tenha contraído com as glaciações pleistocénicas (Lang et al., 2007).

O género *Castanea* está restringido ao hemisfério norte: tem uma distribuição holártica. Das nove espécies aceites pelos taxonomistas apenas uma é indígena da Europa – a *Castanea sativa* (POWO, 2019). A *C. crenata* (castanheiro-japonês) e a *C. molissima* (castanheiro-chinês) são cultivadas em larga escala para a produção de fruto nos seus centros de origem e áreas contíguas. Embora exclusivamente usado como ornamental fora Ásia, o castanheiro-chinês é responsável por cerca de 83% da produção mundial de castanha (FAO, 2019). Os castanheiros japonês e chinês produzem frutos menos doces e aromáticos do que o castanheiro-europeu não sendo, por isso, do agrado do consumidor europeu. A sua madeira é também de pior qualidade. Os frutos do castanheiro-japonês têm o defeito acrescido de serem difíceis de descascar.

Muitas cultivares de castanheiro-japonês são resistentes à doença-da-tinta (*Phytophthora* sp.pl.) e ao cancro-do-castanheiro (*Cryphonectria parasitica*); o castanheiro-chinês é resistente à tinta e, consoante a cultivar, vai de suscetível a muito resistente ao cancro-do-castanheiro (Crandall et al., 1945; Headland et al., 1976). Foram identificadas cultivares de castanheiro-chinês resistentes à vespa-das-galhas-do-castanheiro (*Dryocosmus kuriphilus*) (Dini et al. 2012). Por conseguinte, ambas as espécies são depositárias de variação genética de enorme interesse para o melhoramento do castanheiro-europeu e na obtenção de porta-enxertos resistentes.

Uma quarta espécie, a *C. dentata*, o castanheiro-americano, foi uma árvore chave dos ecossistemas florestais do leste da América do Norte, do Mississipi ao Maine, e nos hábitos alimentares das primeiras nações do leste do continente. Lamentavelmente, o castanheiro-americano tem uma suscetibilidade extrema ao cancro-do-castanheiro. A *Cryphonectria parasitica*, o agente fúngico do cancro-do-castanheiro, foi detetada pela primeira vez em 1905 em Nova York. Em 50 anos morreram cerca de 4 mil milhões de árvores, re-

mente anterior a la actual (Holocén), está bien establecida (Postigo Mijarra et al., 2008). La distribución terciaria del género a escala global era más extensa que la actual – se admite que se contrajera con las glaciaciones pleistocenas (Lang et al., 2007).

El género *Castanea* está restringido al hemisferio norte: tiene una distribución holártica. De las nueve especies aceptadas por los taxonomistas solo una es autóctona de Europa – la *Castanea sativa* (POWO, 2019). La *C. crenata* (castaño-japones) y la *C. molissima* (castaño-chino) son cultivadas a gran escala para la producción de fruto en sus centros de origen y áreas contiguas. A veces, es exclusivamente utilizado como ornamental fuera de Asia. El castaño chino es responsable por cerca del 83% de la producción mundial de castaña (FAO, 2019). Los castaños japoneses y chinos producen frutos menos dulces y aromáticos que el castaño europeo, motivo por el cual no son muy apreciados por los consumidores europeos. Su madera es también de peor calidad. Los frutos de castaño japonés cuentan con el defecto de ser más difíciles de pelar.

Muchos cultivares de castaño japonés son resistentes a la enfermedad de la tinta (*Phytophthora* sp.pl.) y al cancro del castaño (*Cryphonectria parasitica*); el castaño chino es resistente a la tinta y dependiendo del cultivar puede ser susceptible o muy resistente al cancro del castaño (Crandall et al., 1945; Headland et al., 1976). Fueron identificados cultivares de castaño chino resistente a la avispa de las gallas (*Dryocosmus kuriphilus*) (Dini et al., 2012). Así, ambas especies son reservorio de variabilidad genética de enorme interés para la mejora del castaño europeo y obtención de portainjertos resistentes.

Una cuarta especie, la *C. dentata*, el castaño americano, fue un árbol llave de los ecosistemas forestales del este de América del Norte, de Misissippi hasta el Maine, y en los hábitos alimenticios de las primeras naciones del este del continente. Lamentablemente, el castaño americano tiene una susceptibilidad extrema al cancro del castaño. La *Cryphonectria parasitica*, el agente fúngico del cancro del castaño, fue detectado por primera vez en 1905 en New York. En 50 años murieron cerca de 4 millones de árboles reduciendo



duzindo a espécie a pequenos núcleos isolados de plantas jovens (Milgroom & Cortesi, 2004).

A chave dicotómica 2.1 resume os caracteres diagnósticos destas quatro espécies.

Embora separadas por oceanos e extensas massas continentais, a morfologia, a ecologia e a biologia da reprodução das espécies atuais de *Castanea* é similar (Bounous & Marinoni, 2010). E como frequentemente acontece nas fagáceas, as barreiras interespecíficas são ténues. Quando cultivadas próximas, as espécies de *Castanea* facilmente se cruzam entre si com descendência fértil, por regra, com pólen estéril (Pereira-Lorenzo *et al.*, 2016). A proximidade morfológica das espécies conhecidas de *Castanea* torna a identificação dos híbridos um desafio e uma fonte permanente de equívocos taxonómicos. Curiosamente, apesar de hibridarem com facilidade, a enxertia interespecífica evidencia severos problemas de incompatibilidade (Huang *et al.*, 1994).

Existe um longo historial com mais de um século de melhoramento do castanheiro-europeu através da seleção de híbridos com castanheiro-chinês ou castanheiro-japonês, resistentes ou tolerantes aos três problemas sanitários maiores da espécie: a doença-da-tinta, o cancro-do-castanheiro e a vespa-das-galhas-do-castanheiro. Estão disponíveis no mercado europeu cultivares híbridas para fruto, para madeira e porta-enxertos (em Portugal usam-se sobretudo híbridos porta-enxertos). Os produtores diretos mantêm frequentemente características desvantajosas do ancestral não europeu, por exemplo, frutos mais pequenos e, no caso dos híbridos com castanheiro-japonês, um tegumento da semente (camisa) difícil de destacar (Pereira-Lorenzo *et al.*, 2016). Infelizmente, tendem a ser mais sensíveis à geada (abroham mais cedo) e à falta de água no solo. Alguns porta-enxertos híbridos resistentes à tinta são difíceis de propagar vegetativamente, outros induzem um abrolhamento demasiado precoce e frequentemente mostram sinais de incompatibilidade (visíveis através diferenças de diâmetro na zona de enxertia). De qualquer modo, os porta-enxertos de híbridos de *C. sativa* e *C. crenata*, como as obtenções francesas ‘MARsol’ (‘Cao7’) e o híbrido ‘COLUTAD’ de origem portuguesa, por exemplo, são instrumentais no controlo da doença-da-tinta.

la especie a pequeños núcleos aislados de plantas jóvenes (Milgroom & Cortesi, 2004).

La clave dicotómica 2.1 resume los caracteres diagnósticos de estas cuatro especies.

Aunque separados por océanos y extensas masas continentales, la morfología, ecología y biología de la reproducción de las especies actuales de *Castanea* es similar (Bounous y Marinoni, 2010). Y como sucede a menudo con las fagáceas, las barreras interespecíficas son tenues. Cuando se cultivan juntas, las especies de *Castanea* se cruzan fácilmente entre sí dando descendencia fértil, por regla general, con polen estéril (Pereira-Lorenzo *et al.*, 2016). La proximidad morfológica de las especies conocidas de *Castanea* hace que la identificación de híbridos sea un desafío y una fuente permanente de equivocaciones taxonómicas. Curiosamente, aunque se hibridan fácilmente, el injerto interespecífico muestra graves problemas de incompatibilidad (Huang *et al.*, 1994).

Existe una larga historia con más de un siglo de mejora del castaño europeo a través de la selección de híbridos con castaño chino o castaño japonés, resistentes o tolerantes a los tres problemas sanitarios de mayor importancia en el especie: la enfermedad de la tinta, el chancro del castaño y la avispa de las gallas del castaño. Están disponibles en el mercado europeo cultivares híbridos para fruto, para madera y portainjertos (en Portugal se usan sobretudo híbridos como portainjertos). Los productores directos mantienen con frecuencia características desventajas del ancestral castaño japonés, un tegumento de la semilla (camisa) difícil de pelar (Pereira-Lorenzo *et al.*, 2016). Infelizmente, tiende a ser más sensible a la helada (brotan más temprano) y a la falta de agua en el suelo. Algunos portainjertos híbridos resistentes a la tinta son difíciles de propagar vegetativamente, otros inducen una brotación demasiado precoz y frecuentemente muestran señales de incompatibilidad (visibles a través de las diferencias de diámetro en el punto de injerto). De cualquier modo, los portainjertos de híbridos de *C. sativa* y *C. crenata*, como las obtenciones francesas ‘MARsol’ (‘Cao7’) y el híbrido ‘COLUTAD’ de ori-



Chave dicotómica 2.1 –Espécies de *Castanea* de maior área de distribuição. Adaptada de Camus (1928) e (Zander (2000) com a adição de observações pessoais.

1. Folhas expostas ao sol sem pelos ou quase glabras (eventualmente com pelos curtos nas nervuras). Base do limbo acunheada (em forma de “V”); ápice da folha com um longo acúmen; dentes do limbo longos e, pelo menos na metade distal, arqueados para dentro (gancheados) *C. dentata* (castanheiro-americano)
 - Folhas de sol pilosas, pelo menos enquanto jovens. Base do limbo variável; dentes do limbo não arqueados para dentro.
2. Gomos hibernantes pilosos, castanho-escuros a pretos. Folhas cerosas (brilhantes com uma cobertura de ceras). Limbo com a largura máxima a meio ou na metade superior; dentes evidentes; abundantes pelos unicelulares com > 1 mm de comprimento dispostos ao longo da nervura média do limbo; estípulas persistentes nos caules até ao final do verão. *C. molissima* (castanheiro-chinês)
 - Gomos hibernantes castanhos a castanho-avermelhado. Folhas menos rijas e menos cerosas. Limbo geralmente com a largura máxima na metade inferior; recorte marginal da folha variável; limbo sem pelos unicelulares com > 1 mm; estípulas prontamente caducas.
3. Raminhos do ano castanho-avermelhados. Raminhos plagiotrópicos (próximos da horizontalidade) com folhas disticadas (em duas fiadas no mesmo plano). Limbo das folhas de sol < 15 cm; dentes pouco evidentes, geralmente aristados; página inferior densamente coberta de pelos, com glândulas características em forma de flor (visíveis à lupa). Tegumento do fruto (camisa) difícil de remover, amargo. *C. crenata* (castanheiro-japonês)
 - Raminhos do ano castanhos. Raminhos plagiotrópicos com folhas inseridas em espiral; no mesmo plano por torção dos limbos. Limbo das folhas de sol > 10 cm; dentes do limbo evidentes, triangulares e agudos, não aristados; página inferior glabra ou com um indumento pouco denso, sem glândulas em forma de flor. Tegumento mais fácil de remover e menos amargo. *C. sativa* (castanheiro-europeu)

Clave dicotómica 2.1 – Espécies de *Castanea* con mayor área de distribución. Adaptada de Camus, (1928) y de Zander (2000) con la adicción de observaciones personales.

1. Hojas expuestas al sol sin pelos o casi glabras (eventualmente con pelos cortos en las nerviaciones). Base del limbo aguda (en forma de “V”); ápice de la hoja con un largo acumen, dientes del limbo largos y, por lo menos en la mitad distal, arqueados hacia dentro (gancheados) *C. dentata* (castaño americano)
 - Hojas de sol pubescentes, por lo menos cuando son jóvenes. Base del limbo variable; dientes del limbo no arqueados para dentro.
2. Yemas hibernantes pubescentes, marrón oscuras a negras. Hojas cerosas (brillantes con una cobertura de cera). Limbo con el ancho máximo en medio o a la mitad superior; dientes evidentes; abundantes pelos unicelulares con > 1 mm de anchura, dispuestos a lo largo de la nerviación medio del limbo; estípulas persistentes en los tallos hasta el final del verano. *C. molissima* (castaño-chino)
 - Yemas hibernantes color marrón a marrón-rojizas. Hojas menos rígidas y menos cerosas. Limbo generalmente con el ancho máximo en la mitad inferior; borde de la hoja variable; limbo sin pelos unicelulares con > 1 mm; estípulas que se desprenden con facilidad.
3. Ramos del año color marrones-rojizos. Ramos plagiotrópicos (cerca de la horizontal) con hojas distorsionadas (en dos filas en el mismo plano). Limbo del sol <15 cm; dientes apenas evidentes, generalmente aristados; envés densamente cubierta de pelo, con glándulas características en forma de flor (visibles con una lupa). Tegumento de el fruto (camisa) difícil de quitar, amargo. *C. crenata* (castaño japonés)
 - Ramos marrones del año. Ramos plagiotrópicos con hojas insertadas en espiral; en el mismo plano por giro de las extremidades. Limbo de haz > 10 cm; dientes evidentes, triangulares y agudos, no aristados; envés glabra o con un pilosidad poco denso, sin glándulas en forma de flor. Tegumento más fácil de eliminar y menos amargo. *C. sativa* (castaño europeo).



Distribuição atual

O castanheiro-europeu, à semelhança de outras espécies arbóreas de frutos edíveis e nutritivos, é, desde longa data, uma importante fonte alimentar quer em regiões de grande potencial produtivo agrícola, quer em áreas remotas, montanhosas, de difícil acesso. O interesse frumentário alargou a área de distribuição do castanheiro muito para além da área de distribuição primitiva. Hoje em dia é impossível precisar a área de distribuição ante-neolítica do castanheiro. E, como adiante se refere, as contribuições da genética para este esclarecimento têm sido limitadas.

A distribuição atual do castanheiro engloba todo o sul da Europa (Península Ibérica, Itália, Balcãs, Ilhas mediterrânicas) (Figura 2.2). A sul do mediterrânico está assinalado nas montanhas do norte de Marrocos e da Tunísia. A oeste, engloba grande parte da França, Inglaterra, Bélgica e Suíça. A fronteira norte corre pelo sudoeste da Alemanha, norte da Suíça e da Itália, sul da Áustria, sudoeste da Eslováquia e Hungria e oeste da Roménia. Para leste, prolonga-se pelo norte da Turquia, até à Geórgia, Arménia e Azerbaijão (Conedera *et al.*, 2016). Embora a área de distribuição seja extensa, a maior parte da área de ocupação (89%) está concentrada, por ordem decrescente, na França, Itália, Espanha, Portugal e Suíça (Conedera *et al.*, 2016).

De acordo com os dados recolhidos pelos colaboradores do projeto Flora-on, em Portugal Continental o castanheiro estende-se desde o litoral até aos 1350m de altitude (Flora-On: Flora de Portugal Interactiva, 2014). Tem máxima expressão no interior norte e centro do país, com isolados geográficos significativos na região Centro-Oeste, na Serra de Sintra/Lisboa, Portalegre e na Serra de Monchique (Figura 2.3). Em Portugal estão definidas quatro Denominações de Origem Protegida: Castanha da Padrela DOP e Castanha de Terra Fria DOP em Trás-os-Montes; Castanha dos Soutos da Lapa DOP na Beira Alta; e Castanha Marvão-Portalegre DOP nas terras altas do Alto-Alentejo. É cultivado esporadicamente, nos arquipélagos dos Açores e da Madeira. O castanheiro tem uma importância económica significativa na vizinha província espanhola de Zamora.

gen português, por exemplo, son buenos instrumentos para el control de la tinta.

Distribución actual

El castaño europeo, al igual que otras especies arbóreas de frutos comestibles y nutritivos, ha sido durante mucho tiempo una fuente importante de alimento tanto en regiones con un gran potencial de producción agrícola como en áreas remotas y montañosas, de difícil acceso. El interés frutal extendió el área de distribución de la castaña mucho más allá del área de distribución primitiva. Hoy en día, es imposible especificar el área de distribución anti-neolítica del castaño. Y, como se señala a continuación, las contribuciones de la genética a esta aclaración han sido limitadas.

La distribución actual del castaño abarca todo el sur de Europa (Península Ibérica, Italia, Balcanes, islas mediterráneas) (Figura 2.2). Al sur del Mediterráneo, lo encontramos en las montañas del norte de Marruecos y Túnez. Al oeste, abarca gran parte de Francia, Inglaterra, Bélgica y Suiza. En la frontera norte atraviesa el suroeste de Alemania, el norte de Suiza e Italia, el sur de Austria, el suroeste de Eslovaquia y Hungría y el oeste de Rumanía. Hacia el este, se extiende a través del norte de Turquía, hasta Georgia, Armenia y Azerbaiyán (Conedera *et al.*, 2016). Aunque el área de distribución es extensa, la mayor parte del área de ocupación (89%) se concentra, en orden descendente, en Francia, Italia, España, Portugal y Suiza (Conedera *et al.*, 2016).

Según los datos recopilados por los colaboradores del proyecto Flora-on, en Portugal continental, el castaño se extiende desde la costa hasta los 1350 m de altitud (Flora-On: Flora de Portugal Interactiva, 2014). Tiene su máxima expresión en el interior norte y centro del país, con aislamientos geográficos significativos en la región del Centro-Oeste, en la Sierra de Sintra/Lisboa, Portalegre y en la Sierra de Monchique (Figura 2.3). En Portugal, se existen cuatro Denominaciones de Origen Protegidas: “Castanha da Padrela DOP” y “Castanha de Terra Fria DOP” en Trás-os-Montes; “Castanha dos Soutos da Lapa DOP” en la Beira Alta; y “Castanha Marvão-Portalegre DOP” en las tierras altas del Alto-Alentejo. Se cultiva esporádicamente, en los archipiélagos de las Azores y Madeira. El castaño es de gran importancia económica en la vecina provincia española de Zamora.



Ecologia atual e pretérita

O solar do castanheiro para fruto em Portugal – Trás-os-Montes, Beira interior e terras altas do Alto-Alentejo – coincide com o andar bioclimático supratemperado inferior, sub-húmido superior a húmido superior, i.e., com o espaço bioclimático que Dionísio Gonçalves designou por Terra Fria

Ecología actual y pasada

El epicentro del castaño de fruto en Portugal - Trás-os-Montes, Beira interior y tierras altas del Alto-Alentejo – coincide con el nivel bioclimático supratemperado inferior, sub-húmido superior a húmido superior, es decir, con el espacio bioclimático que Dionísio Gonçalves designo por

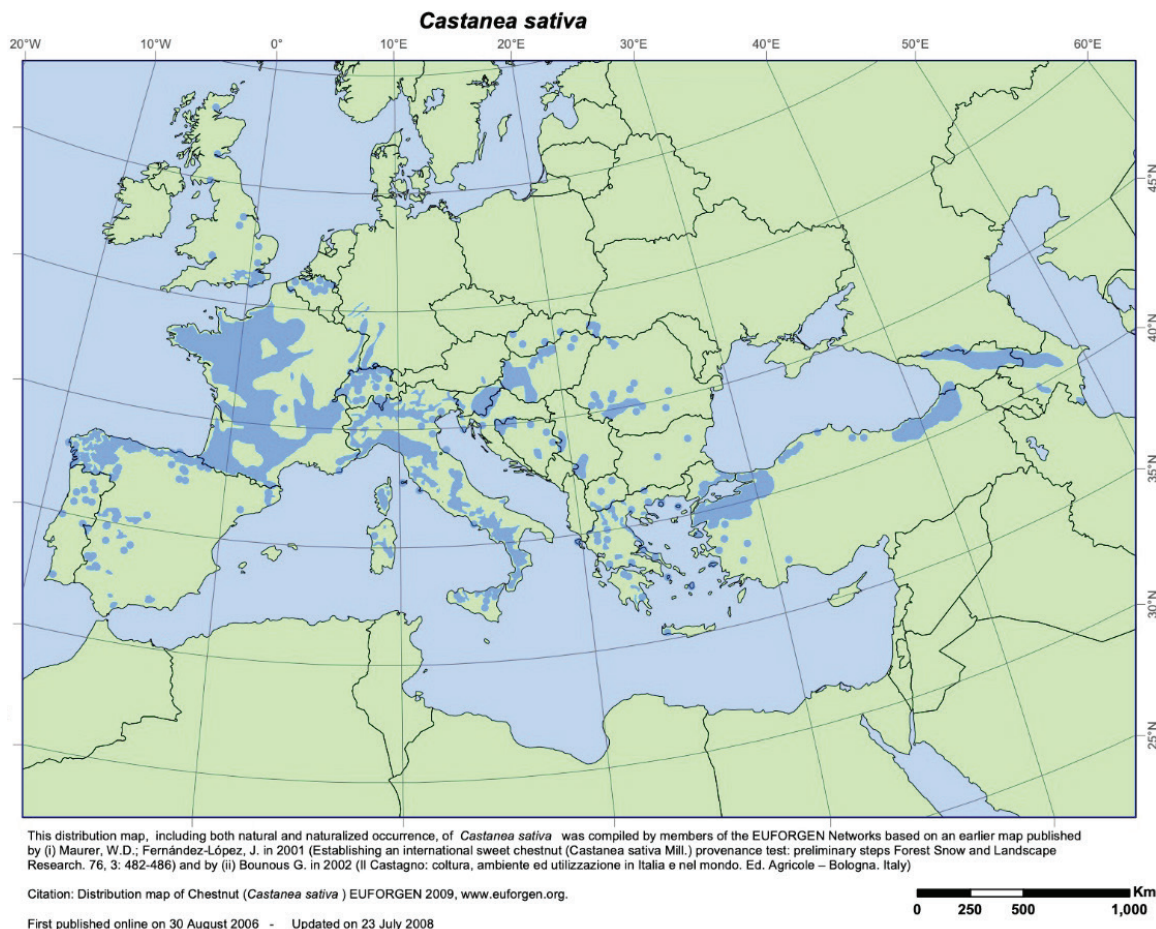


Figura 2.2 – Distribuição atual do castanheiro na Europa. Embora incompleta, a cartografia da EUFORGEN oferece uma informação detalhada da distribuição atual do castanheiro na Europa (EUFORGEN 2009, www.euforgen.org)

Distribución actual del castaño en Europa. Aunque incompleta, la cartografía de EUFORGEN ofrece una información detallada de la distribución actual del castaño en Europa (EUFORGEN 2009, www.euforgen.org).



de Planalto (Agroconsultores & COBA, 1991). Grosso modo, este território varia entre os 600-1100m de altitude, com uma precipitação total de 600-1500mm/ano, e temperatura média anual de 9-12,5°C; a vegetação natural potencial é dominada por bosques de carvalho-negral (*Quercus pyrenaica*) (Aguiar & Vila-Viçosa, 2017; Monteiro-Henriques et al., 2016). A temperatura ótima para a fotossíntese na cultivar Judia ronda os 24°C, reduzindo-se a metade a 32°C (Gomes-Laranjo

Terra Fria de Planalto (Agroconsultores & COBA, 1991). En términos generales, este territorio varía entre 600-1100 m de altitud, con una precipitación total de 600-1500 mm/año, y una temperatura media anual de 9-12.5 °C; la vegetación natural potencial está dominada por bosques de roble rebollo (*Quercus pyrenaica*) (Aguiar y Vila-Viçosa, 2017; Monteiro-Henriques et al., 2016). La temperatura óptima para la fotosíntesis en el cultivar Judía es de alrededor de

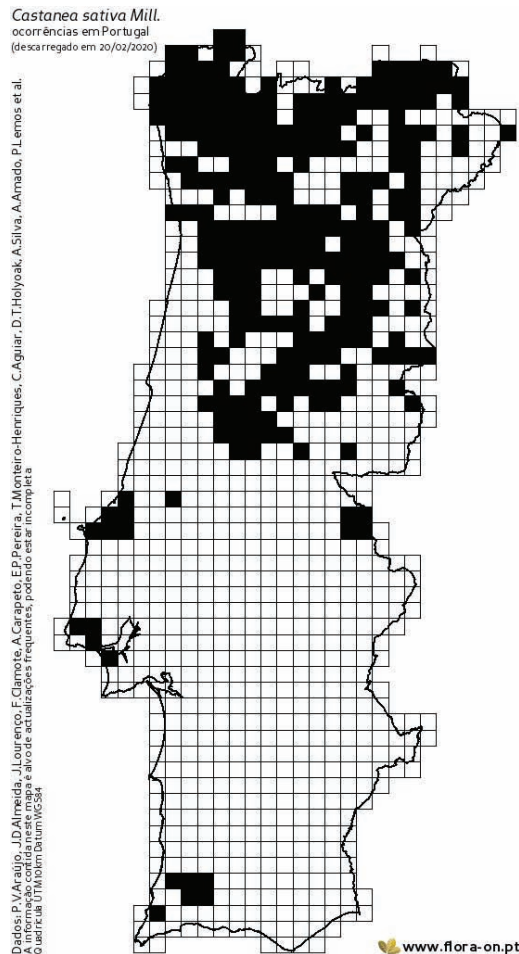


Figura 2.3 – Distribuição atual do castanheiro em Portugal. (Flora-On: Flora de Portugal Interactiva, 2014; consultada em 20/02/2020).

Distribución actual del castaño en Portugal. (Flora-On: Flora de Portugal Interactiva, 2014; consultada el 20/02/2020).

et al., 2006) – por conseguinte, temperaturas muito elevadas na estação de crescimento, como ocorrem na Terra Quente Transmontana no estio, deprimem a produtividade das árvores. Nas últimas décadas assistiu-se a uma subida em altitude das culturas perenes (castanheiro, oliveira e amendoeira) em Trás-os-Montes, uma constatação que merece estudos mais detalhados.

Nem que seja por razões sanitárias, o verão mediterrânico é-lhe favorável. No entanto, o castanheiro é muito sensível a verões quentes e secos muito prolongados (superiores a 4 meses), razão pela qual a sua penetração na meseta ibérica norte e na Terra Quente transmontana é limitada. Em direção ao litoral, o castanheiro desce, com pouca expressão económica, aos andares mesotemperado e mesomediterrânico, o território dos bosques potenciais de carvalho-alvarinho (*Quercus robur*).

A bibliografia técnica agronómica insiste na frugalidade do castanheiro e na sua preferência por solos neutrais a medianamente ácidos, bem drenados, derivados de substratos não calcários. Porém, a maior mancha e a mais produtiva de castanheiro de Trás-os-Montes coincide com os afloramentos de rochas básicas e afins do chamado Maciço Polimetamórfico de Bragança-Vinhais. No contexto português, são solos espessos com um elevado fundo de fertilidade; e, pese embora a natureza básica da rocha-mãe, são ácidos (Agroconsultores & COBA, 1991). Nos sistemas tradicionais de agricultura nordestinos, o castanheiro era cultivado na proximidade dos povoados, em solos de fertilidade química corrigida pelos dejetos de herbívoros domésticos em pastoreio. Conforme é referido no capítulo 6, apesar da castanha ser um fruto rico em hidratos de carbono (constituído essencialmente por H, C e O), tomando por referência outras árvores de fruto, o castanheiro em produção tem exigências nutricionais significativas.

O grande agrónomo romano Lúcius Columella [4-ca.70 d.C.), natural de Cádiz, no sul da atual Espanha, resume com uma espantosa precisão a ecologia do castanheiro: “Gosta de terra solta, escura [rica em matéria orgânica?], fértil e fácil de trabalhar (*terra pulla*); não recusa um solo húmido, casca-lento [como é próprio dos solos coluvionares] ou de tufo

24 °C, reduciéndose a la mitad a 32 °C (Gomes-Laranjo et al., 2006), por lo tanto, temperaturas muy altas en la temporada de crecimiento, como ocurre en la Terra Quente Transmontana durante el verano, reducen la productividad de los árboles. En las últimas décadas ha habido un aumento en la altitud de los cultivos perennes (castaños, olivos y almendros) en Trás-os-Montes, un hallazgo que merece estudios más detallados.

Incluso por razones de salud, el verano mediterráneo es favorable. Sin embargo, el castaño es muy sensible a veranos calurosos y secos muy prolongados (más de 4 meses), por lo que su introducción en la meseta ibérica del norte y en la región de Terra Quente Transmontana es limitada. Hacia la costa, el castaño se reduce, con poca expresión económica, a los niveles mesotemperados y mesomediterráneos, el territorio de los bosques potenciales de roble común (*Quercus robur*).

La bibliografía técnica agronómica insiste en la frugalidad del castaño y su preferencia por suelos neutros a moderadamente ácidos, bien drenados, derivados de sustratos no calizos. Sin embargo, la mancha de castaños más grande y productiva en Trás-os-Montes coincide con los afloramientos de rocas básicas y similares del llamado Macizo Polimetamórfico de Bragança-Vinhais. En el contexto portugués, son suelos espesos con un fondo de alta fertilidad; y, a pesar de la naturaleza básica de la roca madre, son ácidos (Agroconsultores y COBA, 1991). En los sistemas agrícolas tradicionales del noreste, el castaño se cultivaba cerca de los poblamientos, en suelos de fertilidad química corregidos por las deyecciones de herbívoros domésticos en pastoreo. Como se mencionó en el capítulo 12, aunque el castaño es un fruto rico en hidratos de carbono (que consiste esencialmente en H, C y O), tomando como referencia otros árboles frutales, el castaño en producción tiene exigencias nutricionales significativas.

El gran agrónomo romano Lúcius Columella (4-ca.70 DC), nacido en Cádiz, en el sur de la España actual, resume la ecología del castaño con asombrosa precisión: “le gusta el suelo suelto y oscuro [rico en materia orgánica], fértil y fácil de trabajar (*terra pulla*); no rechaza un suelo húmedo, pedregoso [como es típico de los suelos coluviales] o toba



[tipo de rocha vulcânica que dá origem a solos de levada fertilidade]; delicia-se com uma encosta sombria, com exposição ao norte; e teme um solo compacto de ocre vermelho [rico em óxidos de ferro e argila, pouco permeável]” (Clark, 2019; Columella, 1941). Os comentários de Columella são congruentes com a informação paleoecológica. Os bosques naturais de *Castanea* que há cerca de 3.100 BP se estendiam pelo sopé da Serra de Gredos (Sistema Central, Espanha) colonizavam solos profundos e férteis, ácidos, ricos em potássio. Acompanhavam então o castanheiro outras árvores exigentes em nutrientes (eutrófilas) como os ulmeiros (*Ulmus*, *Ulmaceae*) e as tílias (*Tilia*, *Malvaceae*) (López-Sáez et al., 2017).

O simples facto de Columella dedicar o último capítulo do Livro IV do *Res Rustica* ao castanheiro mostra que no século I d.C. o castanheiro tinha uma assinalável importância económica na Península Itálica (o sul de Espanha, onde nasceu, é pouco propício à cultura do castanheiro). Ao invés dos capítulos dedicados à vinha, Columella não refere a enxertia do castanheiro e sobrevaloriza a sua utilidade na produção de madeira. Este enviesamento indicia que no séc. I d.C. a agronomia do castanheiro estaria ainda numa fase inicial.

Tendo em consideração os argumentos expostos, é plausível que na paisagem pristina (anterior à expansão da agricultura) o castanheiro tivesse como habitat colúvies de fundo de encosta nos vales mais apertados, e terraços de diferentes tipos, com toalhas freáticas relativamente profundas, em bacias neotectónicas (e.g. Alto Tâmega) e nos vales alargados de relevo envelhecido que sulcam o NW de Portugal. Em todos os casos, integrado em comunidades florestais eutróficas de elevada produtividade primária, características de solos férteis, sem riscos de encharcamento, de considerável potencial produtivo agrícola e, por isso, sensíveis à pressão antrópica, desde etapas iniciais das economias produtoras, ainda que incipientes, durante a Pré-história.

Quando comparado com outras espécies florestais do NW peninsular, o castanheiro revela-se mais termófilo do que o carvalho-negral, um pouco mais sensível à secura edáfica do que o sobreiro (*Q. suber*) e mais tolerante à continentalidade climática do que o carvalho-alvarinho. Na paisagem

[tipo de roca volcánica que da lugar a un suelo altamente fértil]; deleitarse en una ladera sombría, con exposición norte; y teme un suelo ocre-rojizo y compacto [rico en óxidos de hierro y arcilla, poco permeable]” (Clark, 2019; Columella, 1941). Los comentarios de Columella son congruentes con la información paleoecología. Los bosques naturales de *Castanea* que existían alrededor de 3.100 BP al pie de la Sierra de Gredos (Sistema Central, España) colonizaron suelos profundos y fértiles, ácidos, ricos en potasio. El castaño luego siguió a otros árboles que requieren nutrientes (eutrófilos) como los olmos (*Ulmus*, *Ulmaceae*) y los tilos (*Tilia*, *Malvaceae*) (López-Sáez et al., 2017).

El simple hecho de que Columella dedique el último capítulo del Libro IV de *Res Rustica* al castaño muestra que en el siglo I d. C. el castaño tenía una notable importancia económica en la Península Itálica (el sur de España, donde nació, no es propicio para la cultura del castaño). A diferencia de los capítulos dedicados a la viña, Columella no se refiere al injerto del castaño y sobreestima su utilidad en la producción de madera. Este sesgo indica que en el siglo I d.C. la agronomía de la castaña todavía estaría en una etapa inicial.

Teniendo en cuenta los argumentos anteriores, es plausible que en el paisaje pristino (antes de la expansión de la agricultura) el castaño tuviera como hábitat pendientes coluviales de fondo en los valles más estrechos y terrazas de diferentes tipos, con capas freáticas relativamente profundas, en cuencas neotectónicas (p. ej., Alto Tâmega) y en los grandes valles de relieve envejecido que surcan el NW de Portugal. En todos los casos, se encontraban integrados en comunidades de bosques eutróficos con alta productividad primaria, característica de suelos fértiles, sin riesgos de encharcamiento, de considerable potencial productivo agrícola y, por lo tanto, sensibles a la presión antrópica, desde las etapas iniciales de las economías productoras, incluso si son incipientes, durante la Prehistoria.

En comparación con otras especies forestales del NW peninsular, el castaño es más termófilo que el roble rebollo, un poco más sensible a la sequía edáfica que el alcornoque (*Q. suber*) y más tolerante a la continentalidad climática que el roble común. En el paisaje pristino, probablemente estaba buscando suelos tan fértiles como el fresno, el ce-



pristina, provavelmente procurava solos tão férteis como o freixo, a cerejeira-brava (*Prunus avium*, Rosaceae), o *Ulmus glabra* (Ulmaceae), pereira-brava (*Pyrus cordata*, Rosaceae) e o *Prunus padus* (Rosaceae), mas talvez menos húmidos (com a toalha freática mais profunda).

Embora, no nosso entender, prováveis, as hipóteses formuladas nos dois parágrafos anteriores carecem de corroboração com dados paleoecológicos concretos.

Morfologia, fenologia e biologia da reprodução

Morfologia e fisionomia

O castanheiro é uma árvore de folha caduca, muito longeva (ultrapassa os 1000 anos), de copa ampla e arredondada nas plantas cultivadas, mais esguia nos indivíduos obtidos por semente (bravos), com uma silhueta fácil de reconhecer à distância. Atinge um máximo de 30-40 m de altura e um diâmetro de 1,5m (Fernández-López & Alía, 2003). É uma árvore de grande tamanho quando comparada com outras árvores europeias, e de média dimensão se tomarmos como referência as árvores das florestas pluviais dos trópicos. O ritidoma (casca) do tronco é liso, cinzento-acastanhado e brilhante nas plantas jovens, progressivamente sulcado por uma rede de fissuras profundas e veias, torcidas helicoidalmente com a idade, como é característico de muitas fagáceas. As árvores jovens e as reiterações basais (poulas de touça) tendem a manter as folhas secas até muito tarde, i.e., são parcialmente marcescentes. Este comportamento das folhas ocorre noutras fagáceas (e.g., carvalho-negral) – admite-se que protege os troncos jovens de casca delgada dos efeitos das geadas (Aguar, 2020). Os raminhos do ano são glabros (sem pelos), castanho-avermelhados, cada vez mais escuros com o passar dos anos.

No castanheiro, a raiz primária proveniente de semente perde rapidamente vigor e é ultrapassada em comprimento e espessura por raízes de ordem superior (Lespinasse & Leterme, 2011). Alguns castaneicultores escarificam o solo na proximidade do colo das árvores jovens para forçar o

rezo silvestre (*Prunus avium*, Rosaceae), *Ulmus glabra* (Ulmaceae), peral silvestre (*Pyrus cordata*, Rosaceae) y *Prunus padus* (Rosaceae), pero tal vez menos húmedo (con la capa freática a mayor profundidad).

Aunque, en nuestra opinión, es probable, las hipótesis formuladas en los dos párrafos anteriores deben ser corroboradas con datos paleoecológicos concretos.

Morfología, fenología y biología de la reproducción

Morfología y fisionomía

El castaño es un árbol caducifolio, muy longevo (puede pasar de 1000 años), con una copa ancha y redondeada en los árboles cultivados, más estrecha en individuos obtenidos por semilla (bravos), con una silueta fácil de reconocer a distancia. Alcanza un máximo de 30-40 m de altura y un diámetro de 1,5 m (Fernández-López y Alía, 2003). Es un árbol grande en comparación con otros árboles europeos de tamaño mediano, si se toma como referencia los bosques tropicales. El ritidoma (corteza) del tronco es lisa, gris parduzco y brillante en las plantas jóvenes, surcado progresivamente por una red de fisuras y venas profundas, retorcidas helicoidalmente con la edad, como es característico de muchas fagáceas. Los árboles jóvenes y los rebrotos basales (brotaciones de tocones) tienden a mantener las hojas secas hasta muy tarde, es decir, son parcialmente marcescentes. Este comportamiento de las hojas ocurre en otras fagáceas (p. ej., roble rebollo) – se admite que protege los troncos jóvenes de corteza delgada de los efectos de las heladas (Aguar, 2020). Los ramos del año son glabros (sin pelo), de color marrón rojizo y se van oscureciendo con el paso de los años.

En el castaño, la raíz primaria de la semilla pierde vigor rápidamente y las raíces de orden superior la exceden en longitud y grosor (Lespinasse y Leterme, 2011). Algunos productores de castaños dan pases de cultivador al suelo, cerca del cuello de los árboles jóvenes para obligar a las raíces a hundirse a una edad temprana y obtener, dicen, plantas



afundamento das raízes nas primeiras idades e obter, dizem, plantas adultas mais resistentes à seca.

As árvores adultas têm um sistema radicular com dois grandes tipos de raízes – raízes plagiotrópicas e profundantes – em proporção variável. A maioria das raízes é plagiotrópica e acumula-se nas camadas superficiais do solo estendendo-se muito para lá da projeção da copa (4 a 7 vezes o raio da copa), tanto mais longe quanto mais seco for o solo (Thomas, 2000). As raízes plagiotrópicas têm por função absorver nutrientes nas camadas superficiais do solo, as mais ricas em nutrientes e ativas do ponto de vista biológico. A mobilização do solo destrói o raizame plagiotrópico. Para além de abrir portas à penetração de agentes patogénicos do solo, obriga a árvore a desinvestir, temporariamente, no crescimento da canópia para repor as raízes perdidas. Por essa razão, os castanheiros crescem mais, e são mais produtivos, nos sotos com cobertura herbácea permanente, ou com o sobcoberto controlado por roça mecânica ou herbicida, do que nos sotos ciclicamente mobilizados. As raízes plagiotrópicas emitem raízes profundantes que mergulham no solo até encontrarem algum imperme, água ou atmosferas do solo demasiado pobres em oxigénio. Estas raízes estão especializadas na captura da água retida nas camadas mais profundas do solo. As raízes engrossam com a idade, tanto mais quanto mais próximas do colo, e tendem a enxertar-se umas nas outras e a rodear blocos de pedra para melhor ancorar a árvore ao solo (Figura 2.4).

O castanheiro entra rapidamente em frutificação (3 a 5 anos), i.e., o período juvenil é muito curto, e mantém-se produtivo durante décadas. A partir dos cem anos de idade, aproximadamente, os castanheiros começam a acumular sinais de senilidade. A diminuição da produtividade é um dos mais evidentes. As árvores velhas têm geralmente o tronco oco, com uma grande cavidade aberta para o exterior, e uma forte tendência para emitir reiteraões (Figura 2.5). Ocorre uma reiteraão quando um caule emitido a partir de um gomo epicórmico, geralmente da zona da toíça, tem um comprimento equivalente ou superior, e repete o modelo de ramificação do caule que lhe deu origem (Bell, 2008). As reiteraões dos velhos castanheiros eventualmente ganham

adultas que son más resistentes a la sequía.

Los árboles adultos tienen un sistema de raíces con dos tipos principales de raíces – raíces plagiotrópicas y profundas – en proporción variable. La mayoría de las raíces son plagiotrópicas y se acumulan en las capas superficiales del suelo que se extienden mucho más allá de la proyección de la copa (4 a 7 veces el radio de la copa), llegando más lejos cuanto más seco es el suelo (Thomas, 2000). Las raíces plagiotrópicas tienen la función de absorber nutrientes en las capas superficiales del suelo, las más activas desde el punto de vista biológico y ricas en nutrientes. La movilización del suelo destruye la raíz plagiotrópica. Además de abrir las puertas a la penetración de los patógenos del suelo, obliga al árbol a desinvertir temporalmente en el crecimiento del dosel para reemplazar las raíces perdidas. Por esta razón, los castaños crecen más y son más productivos en plantaciones con cubierta herbácea permanente, o con la cubierta controlada por corte o herbicida, que en plantaciones movilizadas cíclicamente. Las raíces plagiotrópicas emiten raíces profundas que se sumergen en el suelo hasta que encuentran algunas atmósferas impermeables, de agua o del suelo demasiado bajas en oxígeno. Estas raíces están especializadas en capturar el agua retenida en las capas más profundas del suelo. Las raíces engordan con la edad, cuanto más cerca del cuello, tienden a injertarse entre sí y rodean bloques de piedra para anclar mejor el árbol al suelo (Figura 2.4).

El castaño rápidamente comienza a dar frutos (3 a 5 años), es decir, el período juvenil es muy corto y se mantiene productivo durante décadas. A partir de los cien años de edad, los castaños comienzan a acumular signos de senilidad. La disminución de la productividad es una de las más evidentes. Los árboles viejos generalmente tienen un tronco hueco, con una gran cavidad abierta al exterior y una fuerte tendencia a emitir rebrotes (chupones) (Figura 2.5). Esta rebrotación ocurre cuando un chupón emitido a partir de yema epicórmica, generalmente de la zona del tocón, tiene una longitud equivalente o mayor, y repite el modelo de ramificación del ramo que le dio origen (Bell, 2008). Las rebrotaciones de los castaños viejos finalmente ganan dominio y reemplazan el tronco primitivo. El castaño se adapta



dominância e substituem o tronco primitivo. O castanheiro adapta-se facilmente a um sistema de exploração por talhadia baixa ou alta, porque facilmente rebenta de toíça ou emite reiterações na copa. Pela mesma razão regenera vigorosamente pós-fogo.



Figura 2.4 – Enxertia natural em *Quercus pyrenaica* (Fagaceae). Injerto natural em *Quercus pyrenaica* (Fagaceae). [Foto C. Aguiar].

fácilmente a un sistema de explotación por tala baixa o alta, porque fácilmente reaparece o emite rebrotes en el tocón. Por la misma razón, se regenera vigorosamente después del fuego.

La notable longevidad de la madera de castaño se debe



Figura 2.5 – Castanheiro decrépito tronco oco e emissão maciça de reiterações. Castaño con tronco decrépito hueco y emisión de múltiples rebrotes [Foto C. Aguiar].



A notável longevidade da madeira do castanheiro deve-se à rápida diferenciação do cerne, i.e., da parte mais escura e interna do tronco. Na parte enterrada no solo das estacas de castanho, o alburno desagrega-se ficando um espeto rígido correspondente ao cerne, tal é a sua resistência ao ataque de fungos lenhícolas. A durabilidade das estacas e das traves de castanho é louvada pelos autores clássicos (Columella, 1941).

Como é próprio das plantas de porte arbóreo, os castanheiros jovens têm uma grande dominância apical e uma forte acrotonia. A dominância apical implica que as gemas apical ou subterminal suprimem o abrolhamento da maioria das gemas a elas inferiores. Nos caules acrótonos, as ramificações distais (próximas da extremidade dos ramos) tendem a ser eretas e alongam-se mais do que as próximas da base. A conjugação da dominância apical com a acrotonia conduz à diferenciação de um porte arbóreo com um eixo definido e uma guia (Aguiar, 2020). Durante a poda de formação faz-se uso desta tendência para elevar a árvore em altura, definir um tronco e as pernadas.

Nos primeiros anos o castanheiro mantém o gomo apical funcional. Porém, cedo, nas árvores com 3-4 anos, o gomo apical aborta no final da estação de crescimento sendo substituído pelo gomo axilar imediatamente inferior (gomo subterminal), i.e., a árvore transita de um crescimento monopodial (pelo gomo apical) para um sistema simpodial (alongamento por gomos axilares) (Figura 2.6). Consequentemente, verifica-se uma diminuição da dominância apical, i.e., abrolham mais gomos, e são emitidos mais ramos mais próximo da horizontalidade (ramos plagiotrópicos) com tendência para frutificar. O eixo dilui-se no interior da canópia (copa) da árvore, e a planta evolui de uma forma em eixo para uma copa difusa.

As folhas do castanheiro são simples, alternas, caducas, glabrescentes (com pouco pelos) a pubescentes na página inferior, pelo menos junto aos nervos. Atingem 25 cm de comprimento e 8 cm de largura, um pouco mais curtas nos bravos, com pecíolos até 2 cm. O limbo da folha é agudo ou acuminado, de contorno oblongo-lanceolado a oblongo, ou mesmo obovado, de recorte marginal serrado, com dentes

a la rápida diferenciación del duramen, es decir, la parte más oscura e interna del tronco. En la parte enterrada en el suelo de las estacas de castaño, la albura se desintegra quedando un esqueleto rígido que corresponde al duramen, dada su resistencia al ataque de hongos lignícolas. Los autores clásicos elogian la durabilidad de las estacas y vigas de castaño (Columella, 1941).

Como es típico de las plantas arbóreas, los castaños jóvenes tienen un gran dominio apical y una fuerte acrotonía. El dominio apical implica que las yemas apicales o subterminales supriman la brotación de la mayoría de las yemas por debajo de ellas. En los ramos acrotónos, las ramificaciones distales (próximas a la extremidad de los ramos) tienden a ser erectas y se alargan más que las próximas a la base. La conjunción de la dominancia apical con la acrotonía conduce a la diferenciación de una forma arbórea con un eje definido y una guía (Aguiar, 2020). Durante la poda de formación, esta tendencia se utiliza para elevar el árbol en altura, definir el tronco y las ramas principales. En los primeros años, el castaño mantiene la yema apical funcional. En algunos casos, en árboles de 3 a 4 años, la yema apical aborta al final de la temporada de crecimiento y es reemplazada por la yema axilar inmediatamente inferior (yema subterminal), es decir, el árbol pasa de un crecimiento monopodial (por la yema apical) a un sistema simpodial (alargador por yemas axilares) (Figura 2.6). En consecuencia, hay una disminución en la dominancia apical, es decir, brotan más yemas y se emiten más ramos más cerca de la horizontalidad (ramos plagiotrópicos) con tendencia a fructificar. El eje se diluye dentro de la canopia (copa) del árbol, y la planta evoluciona de una forma en eje a una copa difusa.

Las hojas del castaño son simples, alternas, caducas, glabrescentes (con poco pelo) a pubescentes en el envés, al menos cerca de los nervios. Alcanzan los 25 cm de largo y 8 cm de ancho, ligeramente más cortos en los bravos, con pecíolos de hasta 2 cm. El limbo de la hoja es afilado o acunado, de oblongo-lanceolado a oblongo, o incluso obovado, con un borde serrado, con dientes triangulares, agudos, con una pequeña prolongación filiforme (acumen o arista). En cuanto a la nerviación, la hoja del castaño es



triangulares, agudos, com um pequeno prolongamento filiforme (acúmen ou arista). Quanto à nervação, a folha do castanheiro é penínérvea, regular, com nervuras secundárias quase paralelas, não ramificadas, salientes na página inferior, e que terminam num dente. A página superior do limbo é mais brilhante do que a inferior. A cor das folhas e da canópia varia com a cultivar. As estípulas são proeminentes nos lançamentos jovens e prontamente caducas.

penninervia, regular, con nerviaciones secundarias casi paralelas, no ramificadas, que sobresalen de la página inferior y terminan en un diente. La página superior del limbo es más brillante que la inferior. El color de las hojas y del dosel varía con el cultivar. Las estípulas son prominentes en los brotes jóvenes y caducas de forma temprana. La filotaxia de las hojas está representada por una relación en la cual el numerador corresponde al número de espira-



Figura 2.6 – Substituição, por abortamento, do gomo apical por um gomo subapical. No ápice do ramo distinguem-se duas cicatrizes: à esquerda, a cicatriz do gomo apical; à direita, cicatriz da folha que axila do gomo subterminal.

Reemplazo, por aborto, de la yema apical por una yema subapical. En el ápice del ramo se distinguen dos cicatrices: a la izquierda, la cicatriz del brote apical; a la derecha, la cicatriz de la hoja que axila la yema subterminal.

[Foto C. Aguiar].



A filotaxia das folhas é representada por um rácio em que o numerador corresponde ao número de espirais necessárias até à sobreposição de duas folhas (quando observadas do topo do caule), e o denominador ao número de folhas que medeiam duas folhas sobrepostas. O castanheiro tem uma filotaxia 2/5 – são necessárias 2 espirais para que duas folhas se sobreponham e entre estas contam-se 5 folhas (contando apenas uma das folhas dos extremos da espiral). Os caules plagiotrópicos (próximos da horizontalidade) de *Castanea sativa* mantêm a filotaxia alterna em espiral dos ramos eretos (as folhas estão dispostas no mesmo plano por torção do limbo); nos híbridos com *C. crenata* e *C. molissima* os gomos e folhas dispõem-se no mesmo plano (inserção disticada) (Figura 2.7) (Lepinasse & Leterme, 2011).

As folhas capturam a energia solar pelo processo da fotossíntese sob a forma de fotoassimilados. Cobrir adequadamente o solo com folhas fotossinteticamente eficientes é determinante na produtividade do soto.

O castanheiro é uma planta monoica: os indivíduos possuem flores masculinas e femininas. As flores surgem organizadas em longas espigas hirtas até 25 cm, geralmente 15-20 cm por 1,5 cm de espessura, interrompidas (cobertura descontínua de flores), designadas por amentos². Os amentos inserem-se na axila das folhas dos ramos do ano; são verdes enquanto jovens, amarelos na antese (abertura das flores, floração), e acastanhados depois da floração. Os primeiros amentos a serem diferenciados, localizados na base dos ramos do ano, são exclusivamente masculinos; os amentos das extremidades dos ramos têm flores masculinas e femininas, são androgénicos (bissexuais).

Os castanheiros geram desproporcionadamente mais amentos e flores masculinos. Num estudo realizado em *C. molissima*, observaram-se 4-5 vezes mais amentos masculinos do que amentos androgénicos, e uma proporção de aproximadamente 1 flor feminina por 1000 flores masculinas (Shi & Stösser, 2005). As flores amadurecem da base para a extremidade dos amentos. Os amentos masculinos caem por inteiro ao solo depois da floração; nos amentos androgé-

les requeridas para superponer dos hojas (cuando se observa desde la parte superior del brote), y el denominador al número de hojas que median dos hojas superpuestas. El castaño tiene una filotaxia 2/5: se necesitan 2 espirales para que dos hojas se superpongan y entre ellas se cuentan 5 hojas (contando solo una de las hojas en los extremos de la espiral). Los brotes plagiotrópicos (cerca de la horizontal) de *Castanea sativa* mantienen la filotaxia espiral alterna de las ramas erectas (las hojas están dispuestas en el mismo plano por giro del limbo); en híbridos con *C. crenata* y *C. molissima*, los brotes y las hojas están dispuestos en el mismo plano (inserción distorsionada) (Figura 2.7) (Lepinasse y Leterme, 2011).

Las hojas capturan la energía solar a través de la fotosíntesis en forma de fotoasimilados. Cubrir adecuadamente el suelo con hojas fotosintéticamente eficientes es crucial para la productividad de la plantación.

El castaño es una planta monoica: los individuos tienen flores masculinas y femeninas. Las flores aparecen organizadas en largas espigas rectas de hasta 25 cm, generalmente de 15-20 cm por 1,5 cm de espesor, interrumpidas (cubierta discontinua de flores), llamadas amentos². Los amentos se insertan en la axila de las hojas de los ramos del año; son verdes mientras son jóvenes, amarillas en la antesis (apertura de las flores, floración) y marrones después de la floración. Los primeros amentos que se distinguen, localizados en la base de las ramas del año, son exclusivamente machos; los amentos en los extremos de los ramos tienen flores masculinas y femeninas, son androgénicos (bisexuales).

Los castaños generan desproporcionadamente más amentos y flores masculinas. En un estudio realizado en *C. molissima*, se observó 4-5 veces más amentos masculinos que amentos androgénicos, y una proporción de aproximadamente 1 flor femenina por 1000 flores masculinas (Shi y Stösser, 2005). Las flores maduran desde la base hasta la punta de los amentos. Los amentos masculinos caen completamente al suelo después de la floración; en los amentos androgénicos se libera la parte distal de las flores masculi-

2) Amento, do latim *amentum* (Font Quer, 1985). A designação “amentillo” é menos correta.

2) Amento, del latín *amentum* (Font Quer, 1985). La designación “amentillo” es menos correcta.





Figura 2.7 – Filotaxia: uso taxonómico. A) Ramos do ano de castanheiro-europeu (*Castanea sativa*, Fagaceae). **B)** Híbrido *C. sativa* x *C. crenata*. Geralmente, os ramos plagiotrópicos de *C. sativa* têm gomos inseridos helicoidalmente e folhas pseudodísticas; nos híbridos com castanheiros asiáticos ou americanos, os gomos e folhas têm uma filotaxia distorcida.

Filotaxia: uso taxonómico. **A)** Ramos del año de castaño europeo (*Castanea sativa*, Fagaceae). **B)** Híbrido *C. sativa* x *C. crenata*. Generalmente, los ramos plagiotrópicos de *C. sativa* tienen yemas inseridas helicoidalmente y hojas pseudodísticas; en los híbridos con castaños asiáticos o americanos, las yemas y las hojas tienen una filotaxia distorsionada. [Fotos C. Aguiar].



nicos solta-se a parte distal, de flores masculinas, ficando as flores femininas retidas na árvore.

As flores masculinas comportam 6 tépalas, unidas na base, em dois verticilos (nós) de 3, e 8-12 estames (Ruiz de la Torre, 2006). No centro da flor masculina encontra-se um pistilo estéril (pistilódio) modificado num nectário (órgão produtor de néctar) (Nixon, 1997). Os estames são constituídos por um filete branco e uma antera amarela; cada antera tem dois lóbulos (tecas) com dois sacos polínicos. As flores masculinas inserem-se em grupos (glomérulos) de 3 a 7, às vezes 10, na axila de uma folha modificada (bráctea). Por sua vez, os glomérulos dispõem-se em espiral ao longo do amento.

Os amentos androgénicos possuem, na base, 1 a 5 glomérulos de três flores femininas, mas somente 1 a 3 são férteis, i.e., cada caule florífero comporta 1 a 3 ouriços. Cada glomérulo feminino tem três flores, uma superior e duas laterais, envolvidas por um involucro (cúpula) de folhas modificadas (brácteas) que na maturação dão origem às 4 valvas do ouriço. A flor central atinge a maturidade mais cedo do que as laterais (Figura 2.8). Pontualmente, observam-se grupos de uma, duas, quatro e cinco flores por glomérulo. As flores femininas possuem um perianto rudimentar de 6-8 peças (tépalas) em forma de espátula aderentes na base, emarginadas por longos pelos esbranquiçados. O ovário é ínfero, com um único pistilo pluricarpelar (4-8 carpelos) e plurióvulado, com 10 a 16 primórdios seminais (Botta *et al.*, 1995). Os estiletes são rígidos e salientes, esbranquiçados, em forma de agulha, 4 a 8, aparentemente um por carpelo. A superfície estigmática está concentrada no ápice dos estiletes. Frequentemente, em vez de flores femininas observam-se flores hermafroditas, i.e., com pistilos e estames. A quantidade de pólen das flores hermafroditas é variável: algumas são funcionalmente femininas porque o pólen é exíguo ou estéril, outras, menos frequentes, têm os dois sexos funcionais (Valdivieso *et al.*, 1993).

O ouriço é uma infrutescência e a castanha um fruto, concretamente um fruto-seco tipo pseudoaquénio, com uma semente inclusa (Aguíar, 2020). A “casca” da castanha corresponde ao fruto (paredes maduras do ovário) e

nas y las flores femeninas se quedan en el árbol.

Las flores masculinas contienen 6 tépalos, unidos en la base, en dos espirales (nudos) de 3, y 8-12 estambres (Ruiz de la Torre, 2006). En el centro de la flor masculina hay un pistilo estéril (pistilódio) modificado en un nectario (órgano productor de néctar) (Nixon, 1997). Los estambres consisten en un filamento blanco y una antera amarilla; cada antera tiene dos lóbulos (tecas) con dos sacos polínicos. Las flores masculinas se insertan en grupos (glomérulos) de 3 a 7, a veces 10, en la axila de una hoja modificada (bráctea). A su vez, los glomérulos están dispuestos en espiral a lo largo del amento.

Los amentos androgénicos tienen, en la base, de 1 a 5 glomérulos de tres flores femeninas, pero solo de 1 a 3 son fértiles, es decir, cada tallo en flor tiene de 1 a 3 erizos. Cada glomérulo femenino tiene tres flores, una superior y dos laterales, rodeadas por una envoltura (cúpula) de hojas modificadas (brácteas) que en la madurez dan lugar a las 4 cavidades del erizo. La flor central alcanza la madurez antes que las laterales (Figura 2.8). Ocasionalmente, se observan grupos de una, dos, cuatro y cinco flores por glomérulo. Las flores femeninas tienen un perianto rudimentario de 6-8 piezas (tépalos) en forma de espátulas, adherida a la base, bordeadas por largos pelos blanquecinos. El ovario es ínfero, con un solo pistilo pluricarpelar (4-8 carpelos) y plurióvulado, con 10 a 16 primordios seminales (Botta *et al.*, 1995). Los estiletes son rígidos y salientes, blanquecinos, con forma de aguja, de 4 a 8, aparentemente uno por carpelo. La superficie estigmática está concentrada en el ápice de los estiletes. A menudo, en lugar de flores femeninas, se ven flores hermafroditas, es decir, con pistilos y estambres. La cantidad de polen en las flores hermafroditas es variable: algunas son funcionalmente femeninas porque el polen es escaso o estéril, otras, menos frecuentes, tienen ambos sexos funcionales (Valdivieso *et al.*, 1993).

El erizo es una infrutescencia y la castaña es un fruto, específicamente un fruto seco de tipo pseudoaquenio, con una semilla inclusa (Aguíar, 2020). La “cáscara” de la castaña corresponde al fruto (paredes maduras del ovario) y



a “camisa” ao tegumento da semente. O fruto é castanho, lustroso, com uma grande cicatriz no contacto com o ouriço, esbranquiçado na extremidade distal onde se denota o que resta dos estiletes, e indeiscente (o fruto dissemina-se com a semente dentro) (Figura 2.10). No caso, frequente, do ouriço conter três frutos, os dois laterais têm uma face plana e outra convexa, e o do meio duas faces planas. Os ou-

la “camisa” al tegumento de la semilla. El fruto es marrón, lustroso, con una gran cicatriz en el contacto con el erizo, blanquecino en el extremo distal donde se muestra lo que queda de los estiletes, e indehiscente (el fruto se desprende con la semilla dentro) (Figura 2.10). Frecuentemente, el erizo contiene tres frutos, los dos laterales tienen una cara plana y otra convexa, y el medio tiene dos caras planas. Los



Figura 2.8 – Amentos unissexuais (na base do caule florífero) e androgénicos (na extremidade do caule florífero) (estádios fenológicos Em, Ff2 e 59 BBCH). Reparar que as flores femininas se encontram na ântese e as masculinas por abrir.

Amentos unisexuales (en la base del brote de floración) y androgénicos (en la extremidad del brote de floración) (estados fenológicos Em, Ff2 y 59 BBCH). Observe que las flores femeninas están en la antesis y las flores masculinas aún no están abiertas. [Foto C. Aguiar].



riços são primeiros verdes e depois, já perto da maturação da semente, amarelados, cobertos de espinhos compridos e ramificados.

O castanheiro produz uma semente cotiledonar: as reservas estão acumuladas em dois grandes cotilédones fáceis de separar após a extração do tegumento (camisa). Além dos cotilédones, na semente observa-se um embrião com radícu-

erizos son primero verdes y luego, cerca de la maduración de la semilla, amarillenta, cubierta con largas espinas ramificadas.

El castaño produce una semilla con cotiledones: las reservas se acumulan en dos cotiledones grandes que son fáciles de separar después de extraer el tegumento (camisa). Además de los cotiledones, se observa en la semilla un em-



Figura 2.9 – Glomérulo feminino imaturo. Os estigmas da flor central estão muito mais adiantados do que os estigmas das duas flores laterais (estádio fenológico Ff).

Glomérulo femenino inmaduro. Los estigmas de la flor central están mucho más adelantados que los estigmas de las dos flores laterales (estado fenológico Ff). [Foto C. Aguiar].

la (raiz embrionária) e plúmula (meristema apical envolvido por folhas embrionares).

Tipologia e dormência dos gomos

Apelida-se de gema a estrutura constituída por um esboço de caule, esboços folheares e/ou florais, catafilos (nem sempre presentes), mais o meristema que lhes deu origem. Os meristemas são aglomerados de células vegetais com capacidade de se dividir. Os gomos são gemas externamente

brión con radícula (raíz embrionaria) y plúmula (meristema apical rodeado de hojas embrionarias).

Tipología y latencia de las yemas

Se define yema como la estructura constituída por un esbozo de tallo, esbozo de hojas y/o esbozos florales, catafilos (no siempre presentes), más el meristema que los originó. Los meristemas son acumulaciones de células vegetales con capacidad de dividirse. Las yemas están forradas



Figura 2.10 – Castanhas da cv. Longal. Na extremidade do fruto identificam-se os estigmas secos. Castañas del cv. Longal. En la punta del fruto, se identifican los estigmas secos. [Foto C.Aguiar].



revestidas por catafilos, i.e., por folhas de modificadas de proteção.

Os gomos dos castanheiros são classificáveis do seguinte modo:

- Quanto à posição:
 - (i) apicais – na extremidade dos caules (só nas plantas jovens e nos ramos ladrões);
 - (ii) axilares – na axila das folhas;
 - (iii) subterminais (subapicais) – gomos axilares de posição terminal em consequência do abortamento do meristema apical (Figura 1.6);
- Quanto à origem:
 - (i) folheares – dão origem a ramos de madeira;
 - (ii) mistos – produzem caules floríferos, neste caso caules com entrenós longos (macroblastos) com inflorescências na axila das folhas;
- Quanto à evolução:
 - (i) hibernantes – ativados na estação de crescimento seguinte ao da sua formação; atravessam latentes ou dormentes um período de repouso vegetativo (inverno);
 - (ii) dormentes – gomos que permanecem num estado de vida latente durante dois ou mais anos, podendo nunca abrolhar.

Os gomos ditos hibernantes abrolham no ano seguinte à sua diferenciação. A maioria dos gomos, porém, fica dormente. Os gomos dormentes ficam relegados para as camadas mais profunda do lenho, ou abortam com o tempo. Têm um importante papel na emissão de reiteraões nas árvores velhas, e na emissão ramos após trauma. A designação gemas/gomos epicórmicos refere-se ao conjunto das gemas/gomos terminais, axilares ou adventícios dormentes.

Nas árvores adultas no pico da produção, cada ramo emite 3 a 5 novos lançamentos na primavera, a partir dos 3 a 5 gomos hibernantes distais (mais próximos da extremidade). Geralmente, só frutificam os lançamentos com origem nos 3 gomos mais próximos da extremidade do ramo, e só os caules com origem nos 2 gomos mais distais produzirão

externamente com catáfilos, es decir, láminas de protección modificadas.

Las yemas de castaño se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Respecto a la posición:
 - (i) apical - al final de los ramos (solo en plantas jóvenes y chupones);
 - (ii) axilar - en la axila de la hoja;
 - (iii) subterminal (subapical) - yemas axilares en una posición terminal como consecuencia del aborto del meristemo apical (Figura 1.6);
- En cuanto al origen:
 - (i) vegetativas - dan lugar a ramos de madera;
 - (ii) mixtos - producen elementos florales, en este caso brotes con entrenudos largos (macroblastos) con inflorescencias en las axilas de las hojas;
- En cuanto a la evolución:
 - (i) hibernantes - activados en la temporada de crecimiento siguiente a su formación; pasan por un período latente o de parada vegetativa (invierno);
 - (ii) adventicias: yemas que permanecen en un estado de vida latente durante dos o más años, y que posiblemente nunca broten.

Las llamadas yemas hibernantes brotan en el año siguiente a su diferenciación. La mayoría de las yemas, sin embargo, están inactivas. Las yemas adventicias se relegan a las capas más profundas de la madera, o se abortan con el tiempo. Tienen un papel importante en la emisión de rebrotes en árboles viejos y en la emisión de ramos después de un accidente. La designación de yemas epicórmicas se refiere al conjunto de yemas terminales, axilares o latentes.

En los árboles adultos en el pico de producción, cada ramo emite de 3 a 5 nuevos brotes en la primavera, a partir de 3 a 5 yemas de hibernantes distales (más próximos del extremo). En general, solo fructifican los brotes que se originan en las 3 yemas más próximos al extremo del ramo, y solo los brotes que se ori-



ramos e frutos no ano seguinte (Lespinasse & Leterme, 2011).

O inverno constitui um sério risco à sobrevivência das plantas nas regiões extratropicais porque as células dos meristemas e dos tecidos jovens das plantas são muito sensíveis ao frio. A chamada dormência de inverno é um importante mecanismo fisiológico que assegura a sincronização do ciclo fenológico com o correr das estações do ano, e protege as plantas dos rigores da estação fria.

Reconhecem-se três tipos de dormência (Lang *et al.*, 1987):

- Ecodormência (ou quiescência) – repressão da taxa de divisão celular e, implicitamente, do crescimento vegetal, cuja retoma pode ocorrer rapidamente;
- Paradormência (ou dominância apical) – dormência induzida por fatores fisiológicos externos à estrutura dormente; e.g., inibidores hormonais (auxinas) produzidos nas folhas ou nos gomos apicais;
- Endodormência – condição em que a retoma do crescimento depende de uma exposição suficiente a sinais ambientais.

Os gomos estão em ecodormência quando um castanheiro para de crescer por falta de água no solo ou porque o calor é excessivo. Em todas as plantas, o alongamento dos caules faz-se pela justaposição de nós e entrenós; em cada nó insere-se uma folha e na axila folha um gomo (gomo axilar ou lateral). No castanheiro os gomos axilares raramente abroham no ano em que se formam. A repressão do crescimento dos gomos axilares é realizada pela auxina, um regulador de crescimento produzido pelo gomo apical e que flui unidireccionalmente da extremidade do ramo para baixo. Os gomos nesta condição dizem-se paradormentes.

Embora o tempo se possa manter quente e húmido e favorável ao crescimento vegetal, a diminuição do comprimento do dia no final do verão-início do outono, induz uma paragem definitiva do crescimento, e a progressiva transição dos gomos paradormentes ou ecodormentes para um estágio de endormência (Ramos *et al.*, 2005). Entretanto as folhas amarelecem, caem e as plantas entram em repouso vegetativo.

ginan en las 2 yemas más distales producirán ramas y frutos al año siguiente (Lespinasse & Leterme, 2011). El invierno constituye un grave riesgo para la supervivencia de las plantas en regiones extratropicales porque las células de los meristemas y los tejidos jóvenes de las plantas son muy sensibles al frío. La llamada latencia invernal es un mecanismo fisiológico importante que garantiza la sincronización del ciclo fenológico con el paso de las estaciones del año y protege a las plantas de los rigores de la estación fría.

Se reconocen tres tipos de latencia (Lang *et al.*, 1987):

- Ecolatencia (o quiescencia): represión de la tasa de división celular e, implícitamente, del crecimiento de las plantas, cuya recuperación puede ocurrir rápidamente;
- Paralatencia (o dominancia apical): latencia inducida por factores fisiológicos externos a la estructura latente; por ejemplo, inhibidores hormonales (auxinas) producidos en hojas o brotes apicales;
- Endolatencia - condición en la que la reanudación del crecimiento depende de una exposición suficiente a las condiciones ambientales.

Las yemas están en ecolatencia cuando un castaño deja de crecer debido a la falta de agua en el suelo o porque el calor es excesivo. En todas las plantas, el alargamiento de los brotes se realiza mediante la yuxtaposición de nudos y entrenudos; en cada nudo se inserta una hoja y en la axila de la hoja una yema (yema axilar o lateral). En el castaño, los brotes axilares rara vez brotan en el año en que se forman. La represión del crecimiento de las yemas axilares se lleva a cabo por la auxina, un regulador de crecimiento producido por la yema apical y que fluye unidireccionalmente desde el extremo de la rama hacia abajo. Se dice que los brotes en esta condición son paralatentes.

Aunque el clima puede permanecer cálido y húmedo y favorable al crecimiento de las plantas, la disminución de la duración del día al final del verano y principios del otoño, induce una parada definitiva en el crecimiento y la transición progresiva de las yemas paralatentes o ecolatentes para una estado de endolatencia (Ramos *et al.*, 2005). Mientras



Ao contrário da paradormência, a quebra da endodormência dos gomos não pode ser conseguida pela exposição a temperaturas elevadas ou comprimentos do dia adequados, ou através de poda ou desfoliações. A quebra da endodormência, o abrolhamento e as datas de floração das plantas lenhosas são essencialmente determinados pela temperatura. Numa primeira etapa, as plantas precisam de acumular um número mínimo de horas de frio, variável entre espécies e cultivares, para sincronizar o abrolhamento e a floração entre indivíduos e partes de plantas. A quebra da endodormência e a entrada em ecodormência ocorre em algum momento durante o Inverno. O frio é mais eficiente no intervalo 2,5-9,1°C; temperaturas inferiores a 0°C não têm qualquer efeito, e se muito altas intensificam a endodormência (Shaltout & Unrath, 1983). Com os dias a crescer e satisfeitas as necessidades em frio, os gomos entram em ecodormência. O abrolhamento dos gomos ecodormentes passa a depender da acumulação de calor.

A quebra da dormência dos gomos do castanheiro e de outras plantas lenhosas temperadas tem então duas etapas: (i) primeiro precisam de acumular um número mínimo de ho-

tanto, las hojas se vuelven amarillas, se caen y las plantas entran en reposo vegetativo.

A diferencia de la paralatencia, la ruptura de la endolatenia de las yemas no se puede lograr mediante la exposición a altas temperaturas, o períodos de luz adecuados, o mediante la poda o la defoliación. La rotura de la endolatenia, o brotación, y de las fechas de floración de las plantas leñosas van a ser esencialmente determinadas por la temperatura. En una primera etapa, las plantas necesitan acumular un número mínimo de horas de frío, que varía entre especies y cultivares, para sincronizar la brotación y la floración entre los individuos y las partes de las plantas. La ruptura de la endolatenia y la entrada en ecolatenia aparece en algún momento durante el invierno. El frío es más eficiente en el intervalo de 2.5-9.1 °C; las temperaturas inferiores a 0 °C no tienen efecto, y si son demasiado altas, intensifican la endolatenia (Shaltout y Unrath, 1983). Con el crecimiento de los días y satisfechas las necesidades de frío, los brotes entran en ecolatenia. La germinación de las yemas ecolatentes depende de la acumulación de calor.



Figura 2.11 – Gomos intumescidos de castanheiro (estádio fenológico 03 BBCH).
Yemas inchadas de castaño (estado fenológico 03 BBCH). [Foto C. Aguiar].

ras de frio, variável entre espécies e cultivares, para quebrar a endodormência; (ii) em seguida acumulam calor até ao abrolhamento. Infelizmente, as necessidades em frio e calor do castanheiro não são conhecidas. De qualquer modo, depreende-se deste mecanismo que invernos frios e primaveras quentes antecipam as datas do abrolhamento e da floração; nos anos de inverno quente e primavera fria estes processos são atrasados (Figura 2.12).

Biologia da reprodução

A iniciação das flores masculinas do castanheiro desenvolve-se no interior dos jovens gomos hibernantes no verão anterior ao abrolhamento. As flores femininas diferenciam-se muito mais tarde, em abril-maio do ano seguinte, pouco antes do abrolhamento (Lepinasse & Leterme, 2011). O frio invernal e temperaturas quentes de primavera favorecem a diferenciação de flores. A experiência mostra que a exposição à luz dos gomos e o equilíbrio nutricional das plantas têm um efeito favorável na diferenciação de flores. O kiwi também diferencia flores pouco antes do abrolhamento, razão pela qual se recomendam fertilizações azotas neste momento do ciclo fenológico (Walton *et al.*, 1997), uma hipótese a investigar no castanheiro. Alguns produtores de castanha opinam que o stress hídrico intenso paga-se com menos frutos no ano seguinte.

Os amentos masculinos emergem prontamente da axila das primeiras folhas recém-expandidas pouco depois do abrolhamento (um por nó). Um intervalo de tempo tão curto indicia que estão pré-formados no interior dos gomos hibernantes. Próximo da extremidade do ramo surgem dois ou mais amentos androgínicos (novamente um por nó) que podem estar, ou não, separados dos amentos masculinos por um ou mais nós sem amentos axilares. Os amentos androgínicos são mais tardios, aparecem 3-4 semanas depois dos amentos masculinos, embora estejam pré-formados à data do abrolhamento (Lepinasse & Leterme, 2011). Os caules floríferos terminam com um número variável de nós (formados *ad novo*?) sem amentos nas axilas (Figura 2.8).

No castanheiro ocorrem dois tipos de flores masculinas: i) estéreis (astaminadas), e ii) e estaminadas. As flores esta-

La ruptura en la latencia de las yemas de castaño y de otras plantas leñosas de clima templado, tiene dos etapas: (i) primero necesitan acumular un número mínimo de horas de frío, que varía entre especies y cultivares, para romper la endodormancia; (ii) después acumular calor hasta la brotación. Desafortunadamente, no se conocen las necesidades de frío y calor del castaño. En cualquier caso, queda claro a partir de este mecanismo que los inviernos fríos y las primaveras calientes anticipan las fechas de brotación y de floración; años de invierno cálido y primavera fría estos procesos no se suelen retrasar (Figura 2.12).

Biología de la reproducción

La inducción de las flores masculinas del castaño se desarrollan en el interior de las jóvenes yemas hibernantes durante el verano anterior a la brotación. Las flores femeninas se diferencian mucho más tarde, en abril-mayo del año siguiente, justo antes de la brotación (Lepinasse y Leterme, 2011). El frío invernal y las temperaturas cálidas de primavera favorecen la diferenciación floral. La experiencia muestra que la exposición a la luz de los brotes y el equilibrio nutricional de las plantas tienen un efecto favorable en la diferenciación de las flores. El kiwi también diferencia las flores justo antes de la brotación, razón por la cual se recomienda la fertilización nitrogenada en este punto del ciclo fenológico (Walton *et al.*, 1997), una hipótesis que debe investigarse en el castaño. Algunos productores de castañas tienen la opinión de que el estrés hídrico intenso repercute en la producción del año siguiente.

Los amentos masculinos emergen rápidamente de la axila de las primeras hojas recién expandidas poco después de la brotación (uno por cada nudo). Un período de tiempo tan corto indica que están preformados dentro de las yemas de hibernación. Cerca del extremo del ramo, aparecen dos o más amentos andróginos (nuevamente uno por nudo), que pueden estar, o no, separados de los amentos masculinos por uno o más nudos sin amentos axilares. Los amentos andróginos son más tardíos, aparecen 3-4 semanas después de los amentos masculinos, aunque estén preformados en el momento de la brotación (Lepinasse y Leterme, 2011). Los



minadas, por sua vez podem ser i) braquistaminadas (filetes curtos, 1-3mm), ii) mesostaminadas (filetes médios, 3-5 mm) e iii) longistaminadas (filetes longos, > 5 mm) (Figuras 2.12 e 2.13). O tipo de flor masculina está correlacionado com a cultivar. As plantas de estames curtos não produzem pólen ou fazem-no em pouca quantidade, tendo, por isso, de ser polinizados por plantas de estames médios ou longos (Feijó *et al.*, 1999). Os castanheiros de flores masculinas estéreis são funcionalmente femininos. Mais de 8% das cultivares ibéricas têm estames estéreis e 13% são braquistaminadas (Pereira-Lorenzo *et al.*, 2016). A cv. Judia, por exemplo, é mesostaminada e a ‘Longal’ astaminada ou braquistaminada (Borges *et al.*, 2007).

A produção de néctar abundante nas flores masculinas e o pólen pegajoso com um forte odor são adaptações à polinização por insetos. Todavia, a morfologia das flores do castanheiro é pouco favorável à entomofilia, os grãos de pólen são muito pequenos e facilmente transportáveis pelo ar, e as flores estão organizadas em amentos que vibram com o vento (Benedek, 1996). Como se refere no Capítulo 2., os castanheiros adquiriram adaptações à polinização pelo vento, mas retiveram características de um ancestral entomófilo. A polinização pelo vento (anemofilia) domina com tempo seco; os insetos, sobretudo abelhas e vários tipos de escaravelhos (coleópteros) e moscas (dípteros), têm uma importância acrescida nos períodos húmidos (Conedera *et al.*, 2016). A proporção entre polinização anemófila e entomófila varia de cultivar para cultivar (De Oliveira *et al.*, 2001). Estudos de exclusão de polinizadores realizados em Portugal mostraram que a polinização do castanheiro pode ser feita exclusivamente pelo vento ou por gravidade, mas a presença de polinizadores aumenta o número de flores femininas polinizadas (2,5 x) e a produtividade. Estes resultados levaram (De Oliveira *et al.*, 2001) a defender que o castanheiro é uma planta entomófila.

As datas da floração variam com a cultivar e o integral (soma) das temperaturas desde a quebra endodormência ou a partir do abrolhamento. Uma estação de crescimento quente antecipa a floração, o inverso acontece se o verão decorreu fresco. Por efeito da subida das temperaturas, e

brotos florais terminan con un número variable de nudos (formados ad novo) sin amentos en las axilas (Figura 2.8). En el castaño hay dos tipos de flores masculinas: i) estériles (astaminadas) y ii) estaminadas. Las flores estaminadas, a su vez, pueden ser i) braquistaminadas (filamentos cortos, 1-3 mm), ii) mesostaminadas (filamentos medianos, 3-5 mm) y iii) longistaminadas (filamentos largos, > 5 mm) (Figuras 2.12 y 2.13). El tipo de flor masculina se correlaciona con el cultivar. Las plantas con estambres cortos no producen polen o lo hacen en pequeñas cantidades y, por lo tanto, deben ser polinizadas por plantas con estambres medianos o largos (Feijó *et al.*, 1999). Los castaños con flores masculinas estériles son funcionalmente femeninas. Más del 8% de los cultivares ibéricos tienen estambres estériles y el 13% están braquistaminados (Pereira-Lorenzo *et al.*, 2016). El cv. Judía, por ejemplo, está mesostaminada y ‘Longal’ astaminada o braquistaminada (Borges *et al.*, 2007).

La producción abundante de néctar en flores masculinas y de polen pegajoso con un fuerte olor son adaptaciones a la polinización mediante insectos. Sin embargo, la morfología de las flores de castaño es poco favorable a la entomofilia, los granos de polen son muy pequeños y fáciles de transportar por aire, y las flores están organizadas en amentos que vibran con el viento (Benedek, 1996). Como se mencionó en el Capítulo 2., los castaños adquirieron adaptaciones a la polinización por el viento, pero conservaron las características de un antepasado entomófilo. La polinización del viento (anemofilia) domina con climatología seca; los insectos, especialmente las abejas y varios tipos de escarabajos (coleópteros) y moscas (dípteros), son de mayor importancia en los períodos húmedos (Conedera *et al.*, 2016). La proporción entre la polinización anemófila y entomófila varía de un cultivar a otro (De Oliveira *et al.*, 2001). Los estudios de exclusión de polinizadores realizados en Portugal mostraron que la polinización de los castaños se puede hacer exclusivamente por el viento o la gravedad, pero la presencia de polinizadores aumenta el número de flores femeninas polinizadas (2.5 x) y la productividad. Estos resultados llevaron (De Oliveira *et al.*, 2001) a defender que el castaño es una planta entomófila.

à semelhança de outras fruteiras, é provável que o abrolhamento e a floração no castanheiro esteja a ocorrer cada vez mais cedo. Num estudo fenológico suíço envolvendo 13 espécies de árvores e arbustos, incluindo o castanheiro-europeu, mostra que as árvores estão a abrolhar mais cedo e que os riscos de estragos pelas geadas a aumentar, sobretudo nas altitudes intermédias, adequadas ao castanheiro (Bigler & Bugmann, 2018). O castanheiro abrolha tardiamente e

Las fechas de floración varían con el cultivar y la integral (suma) de las temperaturas desde la ruptura de la endodormancia o a partir de la brotación. Una estación de crecimiento cálida anticipa la floración, lo contrario ocurre cuando el verano fue fresco. Debido al aumento de las temperaturas, y a semejanza de otros árboles frutales, es probable que la brotación y la floración en el castaño ocurran cada vez más temprano. En un estudio fenológico suizo que



Figura 2.12 – Flores masculinas longistaminadas (estádios fenológicos Fm2 e 65 BBCH).
Flores masculinas longistaminadas (estados fenológicos Fm2 e 65 BBCH). [Foto C. Aguiar].



usufrui, por isso, de uma confortável margem de segurança entre as datas da última geada e do abrolhamento. Não será tanto assim nas árvores enxertadas em certos híbridos resistentes à tinta que induzem abrolhamentos precoces (e.g., ‘Ferrosacre’ e ‘ColUTAD’).

A ântese (libertação do pólen pelas flores masculinas) ocorre entre o início de junho e os primeiros dias de agosto, em função da cultivar e da soma das temperaturas. As flores masculinas (individuais) permanecem funcionais durante cerca de uma semana (Dinis *et al.*, 2011). O estigmas são recetivos (ao pólen) um de cada vez; caso a fecundação seja eficiente os restantes estiletes param de se desenvolver (Feijó *et al.*, 1999). Estudos realizados em *Castanea molissima* mostram que as flores femininas dos castanheiros estão recetivas (ântese) durante um período invulgarmente longo, que se estende por mais de 20 dias (Shi & Xia, 2010) (Figura 2.12). A polinização é favorecida por tempo seco e quente, com algum vento. Com uma simples lupa de bolso ou mesmo à vista desarmada observa-se que os estiletes das flores femininas mais velhas divergem para os lados formando um ângulo quase reto com o ovário. (Clapper, 1954) relacionou esta morfologia com o fim do período de polinização.

O castanheiro está referenciado na bibliografia como uma espécie autoincompatível e, como se referiu anteriormente, alguns indivíduos não produzem pólen, o pólen é estéril ou em quantidade insuficiente (Pisani & Rinaldelli, 1991). Os ensaios de exclusão de polinizadores indicam que certas cultivares são autocompatíveis e que a incompatibilidade pode ser total ou parcial. Na incompatibilidade total não se forma semente com pólen geneticamente próximo, do mesmo indivíduo ou de indivíduos pertencentes à mesma cultivar; na incompatibilidade parcial verifica-se uma depressão da quantidade e da qualidade da semente. De qualquer modo, para garantir a polinização cruzada e obter boas produções desaconselha-se a plantação de grandes sotos monovarietais. Os problemas de autoincompatibilidade não são significativos no soto português porque raramente são monovarietais e é comum a presença de castanheiros bravos (não enxertados, provenientes de semente) (A. Bento, com. pessoal).

involucró a 13 especies de árboles y arbustos, incluido el castaño europeo, muestra que los árboles comienzan a brotar antes y que el riesgo de daños por heladas está aumentando, especialmente en altitudes intermedias, adecuadas para el cultivo de castaños (Bigler & Bugmann, 2018). El castaño brota tarde y, por lo tanto, goza de un cómodo margen de seguridad entre las fechas de la última helada y la brotación. No será tanto en árboles injertados en ciertos híbridos resistentes a la tinta que inducen brotaciones precoces (p. ej., ‘Ferrosacre’ y ‘ColUTAD’).

La abertura de las flores (liberación de polen por flores masculinas) ocurre entre principios de junio y los primeros días de agosto, dependiendo del cultivar y la suma de las temperaturas. Las flores masculinas (individuales) permanecen funcionales durante aproximadamente una semana (Dinis *et al.*, 2011). Los estigmas son receptivos (al polen) uno de cada vez; si la fertilización es eficiente, el resto de los estiletes dejan de desarrollarse (Feijó *et al.*, 1999). Los estudios realizados en *Castanea molissima* muestran que las flores femeninas de los castaños son receptivas (antesis) durante un período inusualmente largo, que se extiende por más de 20 días (Shi & Xia, 2010) (Figura 2.12). La polinización es favorecida por el clima seco y caluroso, con algo de viento. Con una simple lupa de bolsillo o incluso a simple vista, se observa que los estiletes de las flores femeninas más viejas divergen hacia los lados formando un ángulo casi recto con el ovario. Clapper (1954) relacionó esta morfología con el final del período de polinización.

El castaño se menciona en la bibliografía como una especie autoincompatible y, como se mencionó anteriormente, algunos individuos no producen polen, el polen es estéril o en cantidad insuficiente (Pisani y Rinaldelli, 1991). Las experimentos de exclusión de polinizadores indican que ciertos cultivares son autocompatibles y que la incompatibilidad puede ser total o parcial. En la incompatibilidad total, la semilla no se forma con polen genéticamente cercano, del mismo individuo o de individuos que pertenecen al mismo cultivar; en incompatibilidad parcial hay una depresión en la cantidad y calidad de la semilla. En cualquier caso, para garantizar la polinización cruzada y obtener buenos rendi-



A semente resulta do encontro dos gâmetas feminino e masculino. Quer isto dizer que a origem do pólen vai condicionar algumas características do fruto/semente (e.g., sabor, forma e data de maturação). O facto do souto português misturar um grande número de genótipos reflete-se numa grande heterogeneidade dos frutos. Nos souts de produtores diretos há uma grande probabilidade das castanhas (F1) retro-hibridarem com *Castanea sativa* e dos seus descendentes,

no es aconsejable plantaciones monovariaetales grandes. Los problemas de autoincompatibilidad no son significativos en las plantaciones portuguesas porque rara vez son monovariaetales y es común la presencia de castaños silvestres (no injertados, que provienen de semilla) (A. Bento, com. personal).

La semilla resulta de la unión de gametos femeninos y masculinos. Esto significa que el origen del polen condicio-



Figura 2.13 – Flores masculinas maduras de um castanheiro astaminado (estádios fenológicos Fa2, Ff2 e 65 BBCH).

Flores masculinas maduras de un castaño astaminado (estados fenológicos Fa2, Ff2 e 65 BBCH). [Foto C. Aguiar].



tes perderem as características de resistência contra doenças (A. Bento, com. pessoal).

Depois da fecundação os estiletes ficam castanhos, o ovário começa a crescer e as brácteas que envolvem as flores adquirem espinhos. Uma vez que os pistilos são pluriovulados, potencialmente pode ocorrer mais de uma semente por castanha (polispermia). Geralmente somente um dos primórdios evolui em semente, e a castanha é monospérmica. Num corte transversal do fruto em formação conseguem-se observar os primórdios seminais abortados. A tendência para a polispermia é uma característica varietal que desvaloriza comercialmente a castanha. A cv. Judia tem uma particular tendência para ter mais de uma semente por castanha.

Entre a polinização e a queda dos frutos decorre um período de 3 a 3,5 meses. A abertura (deiscência) dos ouriços é facilitada pelas primeiras orvalhadas ou chuvas de outono. Os outonos muito secos refletem-se no peso e na qualidade sanitária da castanha, e dificultam seriamente a colheita. A queda da castanha tem início na terceira ou quarta semanas de outubro, na primeira quinzena de outubro em cultivares muito precoces como a 'Aveleira', prolongando-se por 2-3 semanas (Costa et al., 2008). A data da deiscência dos ouriços parece ser mais influenciada pelo somatório de temperaturas do que as datas de abrolhamento ou floração.

A produtividade das árvores (produção anual) depende de três componentes: do número ouriços, do número frutos por ouriço (vingamento) e do peso unitário dos frutos. A produtividade por área adiciona uma outra variável: o grau de cobertura do solo pela canópi das árvores (captura de luz). Conforme é referido noutros capítulos deste livro, a genética das cultivares, as características da estação (e.g., fertilidade física e química do solo) e o manejo agronómico têm um forte efeito na produtividade. Por exemplo, os bravos produzem menos flor do que as cultivares domesticadas, a profundidade do solo tem um forte efeito na produtividade e a fertilização química é mais importante do que geralmente se supõe.

Os fatores que controlam as flutuações interanuais da produtividade do castanheiro estão mal conhecidos. O cas-

nará algunas características del fruto / semilla (p. ej., sabor, forma y fecha de madurez). El hecho de que las plantaciones portuguesas mezclen una gran cantidad de genotipos se refleja en una gran heterogeneidad de los frutos. En las plantaciones de castaños productores directos existe una alta probabilidad de que las castañas (F1) se retro-hibriden con *Castanea sativa* y que sus descendientes pierdan sus características de resistencia contra las enfermedades (A. Bento, com. personal).

Después de la fertilización, los estiletes se vuelven marrones, el ovario comienza a crecer y las brácteas que rodean las flores adquieren espinas. Dado que los pistilos son pluriovulados, potencialmente puede aparecer más de una semilla por castaña (poliespermia). Por lo general, solo uno de los primórdios evoluciona en semilla, y la castaña es monoespérmica. En un corte transversal de la fruta en formación es posible observar los primordios seminales abortados. La tendencia a la poliespermia es una característica varietal que devalúa comercialmente el castaño. El cv. Judía tiene una tendencia particular a tener más de una semilla por castaña.

De 3-3,5 meses separan la polinización de la caída de los frutos. La apertura (dehiscencia) de los erizos se ve facilitada por los primeros rocíos o las lluvias del otoño. Los otoños muy secos se reflejan en el peso y la calidad de salud de la castaña, y dificultan seriamente la cosecha. La caída de la castaña comienza en la tercera o cuarta semana de octubre, en la primera quincena de octubre en cultivares muy tempranos como 'Aveleira', prolongándose durante 2-3 semanas (Costa et al., 2008). La fecha de la dehiscencia de los erizos parece estar más influenciada por la suma de temperaturas que las fechas de brotación o floración.

La productividad de los árboles (producción anual) depende de tres componentes: la cantidad de erizos, la cantidad de frutos por erizo (cuajado) y del peso unitario de los frutos. La productividad por área adiciona otra variable: el grado de cobertura del suelo por la canopia de los árboles (captura de luz). Como se menciona en otros capítulos de este libro, la genética de los cultivares, las características de la temporada (p. ej., la fertilidad física y química del suelo) y



tanheiro agradece invernos frios, que se prolongam até fevereiro, e atrasam o abrolhamento. Verões moderadamente quentes e outonos sem excessos de temperatura influem positivamente na produtividade (Pereira *et al.*, 2011). Alguns castaneicultores defendem que noites frias e encobertas em agosto são particularmente prejudiciais. A chuva na floração dificulta a polinização e o vingamento. As trovoadas no verão, de preferência na primeira quinzena de agosto, são absolutamente determinantes na produção. As trovoadas têm outra vantagem: antecipam a chegada das orvalhadas outonais e facilitam a queda dos frutos. Anos muitos secos (sem trovoadas de verão) aumentam o número de castanhas vazias (fulecras) e diminuem o peso das castanhas, sobretudo nos relevos convexos. Por alguma razão, muitos agricultores usam destroçadores nos relevos côncavos e planos, mas preferem espigoar o terreno (para facilitar a infiltração da água) nos relevos convexos. Anos sucessivos de baixas precipitação reduzem as reservas de água no solo em profundidade com um forte impacto na produtividade do castanheiro. Este efeito negativo propaga-se por mais de um ano por intermédio da redução da expansão vegetativa. Outonos muito secos prejudicam a queda do fruto e diminuem o peso da castanha. Anos houve que para forçar a deiscência dos frutos se pulverizaram artificialmente com água os ouriços.

Na maturação, os ouriços tombam no solo com os frutos inclusos ou a deiscência da castanha dá-se antes da queda dos ouriços (Figura 2.14). Os ouriços abrem geralmente por 4 valvas tomando a forma de uma estrela. Em condições naturais, os castanheiros dispersam-se por gravidade (barocoria) ou são transportados por vetores animais, sobretudo gaios, como os *Quercus* (Bossema, 1979; Heinrich, 2014).

As fagáceas têm sementes recalcitrantes, i.e., as sementes conservam grande quantidade de água na maturação, não entram em dormência, mantêm-se viáveis durante pouco tempo e não podem ser conservadas vivas congeladas. O tamanho do fruto é uma característica varietal, atingindo, por exemplo, 50-60 castanhas/kg no caso da ‘Judia’ e 70-80 frutos/kg na ‘Longal’, duas das cultivares mais frequentes em Portugal (Gomes-Laranjo *et al.*, 2006). Como geralmente acontece nas plantas dispersas por animais, o castanheiro

el manejo agronómico tienen un fuerte efecto en la productividad. Por ejemplo, los castaños bravos producen menos flores que los cultivares domesticados, la profundidad del suelo tiene un fuerte efecto sobre la productividad y la fertilización química es más importante de lo que generalmente se supone.

Los factores que controlan las fluctuaciones interanuales de la productividad de la castaña son poco conocidos. El castaño agradece los inviernos fríos, que duran hasta febrero, y retrasan la brotación. Los veranos y otoños moderadamente calurosos sin temperaturas excesivas tienen una influencia positiva en la productividad (Pereira *et al.*, 2011). Algunos productores de castaña sostienen que las noches frías y nubladas de agosto son particularmente perjudiciales. La lluvia durante la floración dificulta la polinización y el cuajado. Las tormentas de verano, preferiblemente en la primera quincena de agosto, son absolutamente decisivas en la producción. Las tormentas tienen otra ventaja: anticipan la llegada de las lluvias de otoño y facilitan la caída de los frutos. Los años muy secos (sin tormentas de verano) aumentan el número de castañas vacías (fuleras) y disminuyen el peso de las castañas, especialmente en los relieves convexos. Por alguna razón, muchos agricultores usan trituradoras en relieves cóncavos y planos, pero prefieren asurcar el suelo (para facilitar la infiltración de agua) en relieves convexos. Los años sucesivos con escasas precipitaciones reducen las reservas del agua del suelo en profundidad con un fuerte impacto en la productividad del castaño. Este efecto negativo se extiende por más de un año a través de la reducción de la expansión vegetativa. Los otoños muy secos perjudican la caída de los frutos y reducen el peso de la castaña. Algunos años, para forzar la dehiscencia de los frutos, los erizos fueron pulverizados artificialmente con agua.

En la fase de maduración, los erizos caen al suelo con los frutos dentro o, a veces, la dehiscencia de la castaña ocurre antes de la caída de los erizos (Figura 2.14). Los erizos generalmente se abren por 4 válvulas que hacen la forma de una estrella. En condiciones naturales, los castaños se dispersan por gravedad (barocoria) o son transportados por vectores animales, sobretudo arrendajos, como ocurre en



tem uma germinação hipógea, i.e., os cotilédones ficam soterrados no solo durante todo o processo germinativo.

“Fruto seco” tem dois significados, um botânico e outro agronómico/alimentar. Em agronomia e nas ciências da nutrição, “fruto seco” é a designação genérica de um grupo concreto de plantas cultivadas, e das respetivas sementes, que inclui o amendoim, a aveleira, a nogueira-europeia, o pistacheiro, o castanheiro-europeu, e a castanha-de-caju. As sementes destas plantas têm baixos teores em água, são geralmente ricas em lípidos e em energia, sendo consumidas em fresco ou após um processamento simples (e.g., torrefação). Correspondem às *nuts* dos autores anglo-saxónicos. A castanha destaca-se entre os “frutos secos” pela baixa percentagem de gordura.

Ciclo fenológico anual

A fenologia tem por objeto a variação espacial e temporal da ocorrência de fenómenos biológicos recorrentes (e.g., abrolhamento dos gomos, floração, frutificação, quedas das folhas, migração das aves ou eclosão de ovos de insectos) em função do clima e das condições ambientais. O chamado ciclo fenológico é entendido como uma sequência de estádios fenológicos. O estudo do ciclo fenológico nas culturas perenes geralmente faz-se do início da atividade vegetativa até à colheita. Os principais estádios fenológicos do castanheiro usados nos estudos de fenologia em Portugal estão descritos no quadro 2.1.

O castanheiro abrolha (estádio fenológico C3, BBCH 10) muito tardiamente, do início de abril aos meados de maio, em função da variedade e do mecanismo de soma de horas de frio e calor antes enunciado (que por sua vez está correlacionada com a altitude). O desfaseamento do abrolhamento entre as cultivares precoces (e.g., ‘Verdeal’) e as cultivares tardias (e.g. ‘Judia’) alcança as 3 semanas, intervalo este que se propaga a outros estádios fenológicos iniciais (Costa et al., 2008). Os amentos masculinos emergem (Dm, BBCH 51) cerca de 1 semana depois na axila das primeiras folhas. Os amentos androgínicos são mais tardios (Da): aparecem 3-4 semanas depois dos amentos masculinos.

Ao nível da árvore, a antese (abertura) das flores mas-

los *Quercus* (Bossema, 1979; Heinrich, 2014).

Las fagáceas tienen semillas recalcitrantes, es decir, las semillas conservan grandes cantidades de agua en la madurez, no entran en dormancia, permanecen viables por un corto tiempo y no pueden conservarse vivas congeladas. El tamaño del fruto es una característica varietal, que alcanza, por ejemplo, 50-60 castañas / kg en el caso de ‘Judía’ y 70-80 frutos / kg en ‘Longal’, dos de los cultivares más frecuentes en Portugal (Gomes-Laranjo et al., 2006). Como suele suceder en plantas dispersas por animales, el castaño tiene una germinación hipogea, es decir, los cotiledones están enterrados en el suelo durante todo el proceso de germinación.

“Fruto seco” tiene dos significados, uno botánico y otro agronómico / alimentario. En agronomía y en las ciencias de la nutrición, “fruto seco” es el nombre genérico para un grupo específico de plantas cultivadas, y de sus semillas respectivamente, que incluye el cacahuete, el avellano, el nogal europeo, el pistachero, el castaño europeo, y el anacardo. Las semillas de estas plantas tienen un bajo contenido de agua, generalmente son ricas en lípidos y energía, se consumen frescas o después de un procesamiento simple (p. ej., tostado). Corresponden a los “nuts” de los autores anglosajones. La castaña se destaca entre los “frutos secos” debido al bajo porcentaje de grasa.

Ciclo fenológico anual

La fenología tiene como objeto la variación espacial y temporal de la aparición de fenómenos biológicos recurrentes (p. ej., brotación, floración, fructificación, caída de hojas, migración de aves o eclosión de huevos de insectos) dependiendo del clima y las condiciones ambientales. El llamado ciclo fenológico se entiende como una secuencia de estados fenológicos. El estudio del ciclo fenológico en cultivos perennes generalmente se realiza desde el comienzo de la actividad vegetativa hasta la cosecha. Las principales etapas fenológicas del castaño utilizadas en los estudios de fenología en Portugal se describen en el cuadro 2.1.

El castaño brota (estado fenológico C3, BBCH 10) muy tardiamente, desde principios de abril hasta mediados de mayo, dependiendo de la variedad y del mecanismo de la



culinas nos amentos masculinos (Fm2, BBCH 65) e androgínicos (Fa2) faz-se com algum desfasamento (geralmente até uma semana). A ântese das flores femininas (Ff) começa antes da ântese das flores masculinas (libertação do pólen), possivelmente para promover a polinização cruzada. Como se referiu anteriormente, as flores femininas são recetivas durante um longo período, consequentemente a polinização decorre durante 2-3 semanas, em pleno mês de junho-pri-

suma de horas de frio y calor indicadas anteriormente (que a su vez se correlaciona con la altitud). El desfase de la brotación entre los cultivares tempranos (p. ej., ‘Verdeal’) y los cultivares tardíos (p. ej., ‘Judía’) alcanza las 3 semanas, intervalo este que se extiende a otros estados fenológicos iniciales (Costa *et al.*, 2008). Los amentos masculinos emergen (Dm, BBCH 51) aproximadamente 1 semana después en la axila de las primeras hojas. Los amentos andróginos



Figura 2.14 – Castanheiro na maturação dos frutos (estádio fenológico 85 BBCH).
Castaño en la maduración del fruto (etapa fenológica 85 BBCH). [Foto C. Aguiar].



meiras duas semanas de julho.

Cumprida a função os amentos ficam castanhos (Gm, BBCH 67) e senescem (morrem) (Gm, BBCH 69). Os estádios fenológicos inchamento (I)/crescimento dos ouriços (J) prolongam-se por 3 meses, até ao final de setembro início do mês de agosto. A queda dos ouriços/frutos decorre durante 3-4 semanas, com início no final de setembro em cultivares precoces como a 'Martainha' ou na segunda semana de ou-

son más tardíos (Da): aparecen 3-4 semanas después de los amentos masculinos.

Al nivel del árbol, la antesis (apertura) de las flores masculinas en los amentos masculinos (Fm2, BBCH 65) y andróginos (Fa2) se realiza con cierto retraso (generalmente hasta de una semana). La antesis de las flores femeninas (Ff) comienza antes de la antesis de las flores masculinas (liberación de polen), posiblemente para promover



Figura 2.15 – Castanheiro prestes a atingir a dimensão máxima (estádio fenológico 79 BBCH) com os estames senescentes. Castaño a punto de alcanzar la dimensión máxima (etapa fenológica 79 BBCH) con los estambres senescentes. [Foto C.Aguiar].

tubro em genótipos mais tardios como a cv. Longal e a cv. Judia. Tradicionalmente, a apanha decorre num período de 3-4 semana. Os bravos tendem a maturar mais tarde. No castanheiro, observa-se alguma alternância na produção com intervalos de 2-4 anos.

É cada vez mais frequente os castanheiros terem um segundo período de crescimento em agosto/setembro. A senescência do gomo terminal deixa o gomo subterminal livre da dominância apical (paradormência) e sujeito a abrolhar antecipadamente por causa ambientais não esclarecidas. Observam-se, então, folhas novas e amentos masculinos e androgínicos extemporâneos na margem da copa. Diferenciam-se pequenos ouriços que não têm, porém, tempo, de reter frutos viáveis. De qualquer modo o curto ramo formado no segundo período de crescimento tem gomos mistos e no ano seguinte dará origem a caules floríferos.

A escala fenológica da BBCH (acrónimo de Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and CHEmical Industry) é a tentativa mais bem sucedida de normalização dos estádios fenológicos das plantas com flor (Meier *et al.*, 2009). Pode ser generalizada a espécies sem escalas publicadas, cultivadas ou não. Nos últimos anos a escala do BBCH foi amplamente adoptada quer nos meios agrónomicos, quer em estudos fenológicos de espécies não cultivadas. A escala da BBCH serve-se de um sistema decimal de codificação dos estádios fenológicos principais – numerados de 0 a 9 – por sua vez subdividido em estádios fenológicos secundários, novamente numerados de 0 a 9.

Os estádios principais designam etapas precisas do desenvolvimento da planta – e.g., o algarismo 0 codifica o abrolhamento de gomos; o estádio 1 refere-se à diferenciação de folhas verdadeiras no caule principal (de semente), ou nos caules emitidos por gomos hibernantes nas plantas lenhosas; o estádio 3 refere-se à fenologia dos ramos prolépticos (com origem em gomos hibernantes) e o 2 a ramos silépticos (antecipadas, irrelevantes no castanheiro); a fenologia dos gomos florais e mistos, e das inflorescências é descrita no estádio 5; o estádio 6 refere-se à floração, o 7 ao desenvolvimento do fruto, o 8 à maturação do fruto e

la polinización cruzada. Como se mencionó anteriormente, las flores femeninas son receptivas durante un largo período, en consecuencia, la polinización se lleva a cabo durante 2-3 semanas, a mediados de junio, las dos primeras semanas de julio.

Una vez que se cumple la función, los amentos quedan de color marrón (Gm, BBCH 67) y se produce la senescencia (mueren) (Gm, BBCH 69). Las etapas fenológicas del hinchamiento (I) / crecimiento de los erizos (J) se prolonga durante 3 meses, hasta finales de septiembre y principios de octubre. La caída de los erizos / frutos tiene lugar durante 3-4 semanas, comenzando a fines de septiembre en los cultivares más precoces como ‘Martáinha’ o en la segunda semana de octubre en genotipos más tardíos como el cv. Longal y cv. Judía. Tradicionalmente, la recolección se llevó a cabo en un periodo de 3-4 semanas. Los castaños bravos tienden a madurar más tarde. En el castaño, hay una cierta alternancia en la producción con intervalos de 2-4 años.

Cada vez es más común que los castaños tengan un segundo período de crecimiento en agosto / septiembre. La senescencia de la yema terminal deja la yema subterminal libre de dominancia apical (paralatencia) y sujeta a una brotación anticipada debido a causas ambientales poco claras. Luego, se observan nuevas hojas y amentos masculinos y andróginos extemporâneos en los márgenes de la copa. Se produce la diferenciación de pequeños erizos pero no tienen tiempo para tener frutos viables. En cualquier caso, la rama corta formada en el segundo período de crecimiento tiene yemas mixtas y en el año siguiente dará lugar a brotaciones fructíferas.

La escala fenológica BBCH (acrónimo de Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and CHEmical Industry) es el mejor intento de normalizar los estados fenológicos de las plantas con flor (Meier *et al.*, 2009). Se puede generalizar a especies sin escalas publicadas, cultivadas o no. En los últimos años, la escala BBCH ha sido ampliamente utilizada tanto en entornos agrónomicos como en estudios fenológicos de especies no cultivadas. La escala BBCH utiliza un sistema decimal para codificar los principales estados fenológicos, numerados del 0 al 9, a su vez subdivididos en estados fenológicos secundarios, nuevamente numerados del 0 al 9.



da semente, o 9 aos processos de senescência e entrada no período de repouso vegetativo.

Os estádios secundários codificam categorías ou porcentagens de desenvolvimento de um dado estágio fenológico principal – e.g., o algarismo 3 pode representar a 3ª folha expandida, o 3º nó, 30% do comprimento final de uma estrutura ou 30% das flores na antese.

À escala da parcela cultivada, o estágio fenológico é avaliado nos indivíduos mais representativos; um estágio fenológico é codificado quando é atingido por mais de 50% das plantas presentes na parcela cultivada. No quadro 2.2 apresenta-se a adaptação da BBCH ao castanheiro seguida nos estudos de fenologia do castanheiro em Itália (Epifani, 2015). Reparar que a escala se refere exclusivamente aos amentos e flores masculinos. A escala BBCH é flexível o suficiente para acomodar a fenologia dos amentos androgínicos e das flores femininas, se tal for considerado necessário.

Los estados principales designan etapas precisas del desarrollo de la planta, por ejemplo, el dígito o codifica la brotación de las yemas; el estado 1 se refiere a la diferenciación de hojas verdaderas en el brote principal (de semilla), o en los brotes emitidos por los brotes de hibernación en plantas leñosas; el estado 3 se refiere a la fenología de las ramas prolépticas (originadas en yemas hibernantes) y el 2 a ramos silépticos (anticipados, irrelevantes en el castaño); la fenología de los brotes florales y mixtos y las inflorescencias se describe en el estado 5; el estado 6 se refiere a la floración, 7 al desarrollo del fruto, 8 a la maduración del fruto y la semilla, 9 a los procesos de senescencia y la entrada en el período de reposo vegetativo.

Los estados secundarios codifican categorías o porcentajes de desarrollo de un estado fenológico principal dado, p. ej., el estado 3 puede representar la tercera hoja expandida, o el tercer nudo, el 30% de la longitud final de una estructura o el 30% de las flores en antesis.

La escala de la parcela cultivada, el estado fenológico se evalúa en los individuos más representativos; se codifica un estado fenológico cuando es alcanzado por más del 50% de las plantas presentes en la parcela cultivada. En el cuadro 2.2 se presenta la adaptación de la BBCH al castaño seguida en estudios de fenología del castaño en Italia (Epifani, 2015). Tenga en cuenta que la escala se refiere exclusivamente a amentos masculinos y flores. La escala BBCH es lo suficientemente flexible como para adaptar la fenología de los amentos androgínicos y las flores femininas, si lo considera necesario.



Quadro 2.1 – Estados fenológicos do castanheiro (Sousa, 2010). Entre parênteses é ensaiada uma equivalência com a escala BBCH (Epifani, 2015; Meier *et al.*, 2009).

A Gomos dormentes (BBCH 00)
 B Intumescência dos gomos (BBCH 01)
 C1 Abrolhamento (quando a cor verde ultrapassa o castanhos dos catafilos) (BBCH 07)
 C3 Queda das escamas protetoras (catafilos) (BBCH 10)
 D Aparecimento das folhas (BBCH 11)

Amentos masculinos

Dm Aparecimento dos amentos (BBCH 51)
 Em Glomérulos de flores masculinas individualizados (BBCH 57)
 Fm Aparecimento dos estames (ou abertura do perianto nos amentos astaminados) (BBCH 61)
 Fm2 Plena floração masculina (deiscência do pólen) (BBCH 65)
 Gm Anteras castanhas, fim da ântese (BBCH 67)

Amentos androgénicos

Da Aparecimentos dos amentos
 Fa Aparecimento dos estames (ou abertura do perianto nos amentos astaminados)
 Fa2 Plena floração masculina (deiscência do pólen)
 Ea Glomérulos de flores femininas individualizados
 Ga Anteras castanhas, fim da ântese
 Ef Flores femininas bem diferenciadas
 Ff Aparecimento dos estigmas na flor central
 Ff2 Plena floração feminina. Todos os estigmas das flores femininas visíveis
 I Inchamento do ouriço (BBCH 71)
 J Crescimento do ouriço

Cuadro 2.1 – Estados fenológicos del castaño (Sousa, 2010). Entre paréntesis es experimenta una equivalencia con la escala BBCH (Epifani, 2015; Meier *et al.*, 2009).

A Yemas en dormancia (BBCH 00)
 B Hinchamiento de las yemas (BBCH 01)
 C1 Brotación (cuando el color verde excede el marrón de los catáfilos) (BBCH 07)
 C3 Caída de escamas protectoras (catáfilos) (BBCH 10)
 D Expansión de las hojas (BBCH 11)

Amentos masculinos

Dm Aparición de los amentos (BBCH 51)
 En glomérulos de flores masculinas individualizados (BBCH 57)
 Fm Aparición de los estambres (o abertura del perianto en los amentos astaminados) (BBCH 61)
 Fm2 Plena floración masculina (dehiscencia del polen) (BBCH 65)
 Gm Anteras marrones, fin de la antesis (BBCH 67)

Amentos androgénicos

Da Aparición de los amentos
 Fa Aparición de los estambres (o abertura del perianto en los amentos astaminados)
 Fa2 Plena floración masculina (dehiscencia de polen)
 Ea Glomérulos de flores femininas individualizados
 Ga Anteras marrones, fin de la antesis
 Ef Flores femininas bien diferenciadas
 Ff Aparición de los estigmas en la flor central.
 Ff2 Plena floración femenina. Todos los estigmas de las flores femininas visibles
 I Hinchazón del erizo (BBCH 71)
 J Crecimiento del erizo



Quadro 2.2 – Generalização da escala BBCH ao castanheiro (Epifani, 2015).

00	Gomos dormentes
03	Fim do intumescimento dos gomos
07	Início da abertura dos gomos
10	Queda dos catafilos e primeira folha não expandida evidente
11	Primeira folha expandida
51	Primeiro amento masculino visível
55	Amentos masculinos em crescimento, verdes, com glomérulos coalescentes
59	Amentos atingem o máximo comprimento, glomérulos bem visíveis e distanciados, flores fechadas
61	Início da floração (10% dos amentos com flores masculinas na ântese)
65	Plena floração (pelo menos 50% dos amentos com flores masculinas na ântese)
67	Maioria dos amentos senescentes, de cor acastanhada
69	Fim da floração: amentos senescentes e/ou caducos
71	Frutos com 10% da dimensão final
79	Quase todos os frutos com a dimensão final
81	Primeiros ouriços a mudar de cor (verde para castanho) e a abrir
85	Maior parte dos frutos maduros e cerca de metade dos ouriços abertos
89	Maturação e queda do fruto

Cuadro 2.2 – Generalización de la escala BBCH en el castaño (Epifani, 2015).

00	Yemas en dormancia
03	Fin del hinchamiento de las yemas
07	Comienzo de la abertura de yemas
10	Caída de catafilos y primera hoja no expandida completamente
11	Primera hoja expandida
51	Primer amento masculino visible
55	Amentos masculinos en crecimiento, verdes, con glomérulos coalescentes
59	Amentos alcanzan la máxima longitud, glomérulos bien visibles y distanciados, flores cerradas
61	Comienzo de la floración (10% de amentos con flores masculinas en la antesis)
65	Plena floración (al menos 50% de amentos con flores masculinas en la antesis)
67	Mayoría de los amentos senescentes, de color amarronado
69	Fin de la floración: amentos senescentes y / o caducados
71	Frutos con 10% de la dimensión final
79	Casi todos los frutos con la dimensión final
81	Primeros erizos en cambiar de color (verde a marrón) y a abrir
85	La mayoría de los frutos maduros y aproximadamente la mitad de los erizos abiertos
89	Maduración y caída de fruto



Bibliografia

Bibliografia

- Agroconsultores, & COBA, 1991. *Carta dos Solos, Carta do Uso Actual da Terra e Carta da Aptidão da Terra do Nordeste de Portugal*. Vila Real: UTAD, PDRITM.
- Aguiar, C., 2020. *Estrutura e Biologia das Plantas. Botânica em Português. Vol. I*. Lisboa: Câmara Municipal de Lisboa. Imprensa Nacional-Casa da Moeda.
- Aguiar, C., Vila-Viçosa, C., 2017. Trás-os-Montes and Beira Alta. In J. Loidi (Ed.), *The Vegetation of the Iberian Peninsula* (pp. 367–394). Springer Verlag.
- Bell, A., 2008. *Plant form: an illustrated guide to flowering plant morphology* (New). Portland, Or.: Timber Press.
- Benedek, P., 1996. Insect pollination of fruit crops. In J. Nyéki & M. Soltesz (Eds.), *Floral Biology of Temperate Zone Fruit Trees and Small Fruits* (pp. 287–340). Budapest: Akadémiai Kiado.
- Bigler, C., Bugmann, H., 2018. Climate-induced shifts in leaf unfolding and frost risk of European trees and shrubs. *Scientific Reports*, 8, 9865. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27893-1>
- Borges, O. M. P., Carvalho, J. L. R. S. de, Silva, A. P. C. M. da, Costa, R. M. L. da, Costa, H. A., 2007. *Avaliação e Caracterização de Variedades de Castanheiro Na Área da DRAP Norte (Direcção R)*. Mirandela.
- Bossema, I., 1979. Jays and oaks: An eco-ethological study of a symbiosis. *Behaviour*, 70, 1–117.
- Botta, R., Vergano, G., Me, G., Vallania, R., 1995. Floral biology and embryo development in chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *HortScience*, 30, 1283–1285. <https://doi.org/10.21273/hortsci.30.6.1283>
- Bounous, G., Marinoni, D. T., 2010. Chestnut: Botany, Horticulture, and Utilization. *Horticultural Reviews*, 31, 291–347. <https://doi.org/10.1002/9780470650882.ch6>
- Camus, A., 1928. *Les chataigniers: Monographie des genres Castanea et Castanopsis*. Paris: Paul Lechevalier.
- Clapper, R., 1954. Chestnut breeding, techniques and results. *Journal of Heredity*, 45, 107–114. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jhered.a106474>
- Clark, M., 2019. *Laying the Groundwork: Soil in the Roman Agricultural Imaginary*. The University of Texas at Austin.
- Columella, L. M., 1941. *De Re Rustica. Vol. 1-4* (H. B. Ash, Ed.). Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Conedera, M., Krebs, P., Tinner, W., Pradella, M., Torriani, D., 2004. The cultivation of *Castanea sativa* (Mill.) in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale. *Vegetation History and Archaeobotany*, 13, 161–179.
- Conedera, M., Tinner, W., Krebs, P., de Rigo, D., Caudullo, G., 2016. *Castanea sativa* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In J. San-Miguel-Ayanz, D. de Rigo, G. Caudullo, H. Durrant, & A. Mauri (Eds.), *European Atlas of Forest Tree Species*. Luxembourg: Publication Office of the European Union.
- Costa, R., Ribeiro, C., Valdivieso, T., Afonso, S., Borges, O., Soeiro, J., Lima, M. J., 2008. *Variedades de Castanha das Regiões Centro e Norte de Portugal*. Lisboa: Instituto Nacional dos Recursos Biológicos.
- Crandall, B. S., Gravatt, G. F., Ryan, M. M., 1945. Root disease of *Castanea* species and some coniferous and broadleaf nursery stocks, caused by *Phytophthora cinnamomi*. *Phytopathology*, 35, 162–180.
- De Oliveira, D., Gomes, A., Ilharco, F. A., Manteigas, A. M., Pinto, J., Ramalho, J., 2001. Importance of insect pollinators for the production in the chestnut, *castanea sativa*. *Acta Horticulturae*, 561, 269–273. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.561.40>
- Dini, F., Sartor, C., & Botta, R., 2012. Detection of a hypersensitive reaction in the chestnut hybrid “Bouche de Bétizac”



- infested by *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu. *Plant Physiology and Biochemistry*, 60, 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.07.023>
- Dinis, L. T., Peixoto, F., Pinto, T., Costa, R., Bennett, R. N., Gomes-Laranjo, J., 2011. Study of morphological and phenological diversity in chestnut trees (“Judia” variety) as a function of temperature sum. *Environmental and Experimental Botany*, 70, 110–120. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2010.08.003>
- Epifani, C., 2015. *Manuale per monitoraggio fenologico di Castanea sativa*. IPHEN Italian Phenological Network.
- FAO, 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT statistics database.
- Feijó, J., Certal, A., Boavida, L., van Nerum, I., Valdivieso, T., Oliveira, M., Broothaerts, W., 1999. Advances on the Study of Sexual Reproduction in the Cork-tree (*Quercus suber* L.), Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and in Rosaceae (Apple and Almond). In M. Cresti, G. Cai, & A. Moscatelli (Eds.), *Fertilization in Higher Plants. Molecular and Cytological Aspects* (pp. 377–396). Berlin: Springer-Verlag.
- Fernandez-Lopez, J., Zas, R., Blanco-Silva, R., Díaz, R., 2005. Geographic differentiation in adaptive traits of wild chestnut Spanish populations (*Castanea sativa* Miller). *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 14, 13–26. <https://doi.org/10.5424/srf/2005141-00870>
- Flora-On: Flora de Portugal Interactiva, 2014. *Flora-On: Flora de Portugal Interactiva*. Sociedade Portuguesa de Botânica.
- Font Quer, P. 1985. Diccionario de Botánica. In *Diccionarios Labor*. Barcelona: Editorial Labor.
- Gomes-Laranjo, J., Peixoto, F., Wong Fong Sang, H. W., Torres-Pereira, J., 2006. Study of the temperature effect in three chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars’ behaviour. *Journal of Plant Physiology*, 163, 945–965. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2005.06.020>
- Headland, J. K., Griffin, G. J., Stipes, R. J., Elkins, J. R., 1976. Severity of natural *Endothia parasitica* infection of Chinese chestnut. *Plant Dis. Rep.*, 60, 426–429.
- Heinrich, B., 2014. American chestnut seed dispersal and regeneration. *Northeastern Naturalist*, 21, 619–629.
- Huang, H., Norton, J. D., Boyhan, G. E., Abrahams, B. R., 1994. Graft compatibility among chestnut (*Castanea*) species. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119, 1127–1132. <https://doi.org/10.21273/jashs.119.6.1127>
- Kubitzki, K., 1993. Fagaceae. In K. Kubitzki, J. G. Rohwer, V. Bittrich (Eds.), *The Families and Genera of Vascular Plants. Flowering Plants. Dicotyledons. Magnoliid, Hamamelid and Caryophyllid Families*. Berlin: Springer-Verlag.
- Lang, J., Martin, G., Darnell, R., 1987. Endo-, Para- and Ecodormancy: Physiological terminology and classification for dormancy research. *HortScience*, 22, 371–377.
- Lang, P., Dane, F., Kubisiak, T. L., Huang, H., 2007. Molecular evidence for an Asian origin and a unique westward migration of species in the genus *Castanea* via Europe to North America. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 43, 49–59. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2006.07.022>
- Lespinasse, J.-M., Leterme, E., 2011. *De la taille à la conduite des arbres fruitiers* (3e ed). Arles: Editions du Rouergue.
- Manos, P. S., Zhou, Z. K., Cannon, C. H., 2001. Systematics of Fagaceae: Phylogenetic tests of reproductive trait evolution. *International Journal of Plant Sciences*, 162, 1361–1379. <https://doi.org/10.1086/322949>
- Masaki, T., Nakashizuka, T., Niiyama, K., Tanaka, H., Iida, S., Bullock, J. M., Naoe, S., 2019. Impact of the spatial uncertainty of seed dispersal on tree colonization dynamics in a temperate forest. *Oikos*, 128, 1816–1828. <https://doi.org/10.1111/oik.06236>
- Meier, U., Bleiholder, H., Buhr, L., Feller, C., Hack, H., Heß, M., Zwerger, P., 2009. The BBCH system to coding the phenological growth stages of plants-history and publications. *Journal Für Kulturpflanzen*, 61, 41–52. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2013.268730>
- Milgroom, M. G., Cortesi, P., 2004. Biological control of chestnut blight with hypovirulence: a critical analysis. *Annual Review*



- of *Phytopathology*, 42, 311–318. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.42.040803.140325>
- Monteiro-Henriques, T., Martins, M., Cerdeira, J., Silva, P., Arsénio, P., Silva, Á., Costa, J., 2016. Bioclimatological mapping tackling uncertainty propagation: application to mainland Portugal. *International Journal of Climatology*, 36, 400–411. <https://doi.org/10.1002/joc.4357>
- Nixon, K. C., 1997. *Castanea*. In F. of N. A. E. Committee (Ed.), *Flora of North America North of Mexico*. Vol. 3 (pp. 439–442). Oxford: Oxford University Press.
- Pais, J., 2010. Plantas do Neogénico e paleoclimas. Evidências em Portugal. In J. M. C. Neiva, A. Ribeiro, L. M. Victor, F. Noronha, & M. Ramalho (Eds.), *Ciências Geológicas: Ensino e Investigação*. Vol. I (pp. 357–363).
- Pereira-Lorenzo, S., Díaz-Hernández, M. B., Ramos-Cabrer, A. M., 2006. Use of highly discriminating morphological characters and isozymes in the study of Spanish chestnut cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 131, 770–779. <https://doi.org/10.21273/jashs.131.6.770>
- Pereira, M. G., Caramelo, L., Gouveia, C., Gomes-Laranjo, J., Magalhães, M., 2011. Assessment of weather-related risk on chestnut productivity. *Natural Hazards and Earth System Science*, 11, 2729–2739. <https://doi.org/10.5194/nhess-11-2729-2011>
- Pisani, P. L., Rinaldelli, E., 1991. Alcuni aspetti della biologia florale del castagno. *Fruticoltura*, 52, 25–30.
- Postigo Mijarra, J. M., Gómez Manzanegue, F., Morla, C., 2008. Survival and long-term maintenance of tertiary trees in the Iberian Peninsula during the Pleistocene: First record of *Aesculus* L. (Hippocastanaceae) in Spain. *Vegetation History and Archaeobotany*, 17, 351–364. <https://doi.org/10.1007/s00334-007-0130-x>
- POWO, 2019. Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet.
- Ramos, A., Pérez-Solís, E., Ibáñez, C., Casado, R., Collada, C., Gómez, L., Allona, I., 2005. Winter disruption of the circadian clock in chestnut. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102, 7037–7042. <https://doi.org/10.1073/pnas.0408549102>
- Ruiz de la Torre, J., 2006. *Flora Mayor*. Madrid: Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente.
- Shaltout, A. D., Unrath, C. R., 1983. Rest completion prediction model for “Starkrimson Delicious” apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 108(6), 957–961.
- Shi, Z., & Stösser, R., 2005. Reproductive biology of Chinese chestnut (*Castanea mollissima* Blume). *European Journal of Horticultural Science*, 70, 96–103.
- Shi, Z., Xia, L., 2010. Stigmatic morphology of Chinese chestnut (*Castanea mollissima* Blume). *HortScience*, 45, 981–983. <https://doi.org/10.21273/hortsci.45.6.981>
- Sousa, C., 2010. *Estados fenológicos do castanheiro*. Viseu: Direção de Serviços de Agricultura e Pescas Divisão de Agricultura e Pescas – Estação Agrária de Viseu.
- Thomas, P., 2000. *Trees: their natural history*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Valdiviesso, T., Mederia, C., Pinto de Abreu, C., 1993. Contribution for the study of the chestnut floral biology. In E. Antognozzi (Ed.), *Proceedings of the International Congress on Chestnut* (pp. 95–97). Spoleto: Tipografia Litografia Spoletina.
- Walton, E., Fowke, P., Weis, K., McLeay, P., 1997. Shoot axillary bud morphogenesis in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Annals of Botany*, 80(1), 13–21. <https://doi.org/10.1006/Anbo.1996.0381>
- Yang, Y., Zhu, J., Feng, L., Zhou, T., Bai, G., Yang, J., Zhao, G., 2018. Plastid genome comparative and phylogenetic analyses of the key genera in fagaceae: Highlighting the effect of codon composition bias in phylogenetic inference. *Frontiers in Plant Science*, 9, 82. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00082>
- Zander, R. H., 2000. Identification of chestnut (*Castanea*) species.



Agroecologia do castanheiro

Agroecología del castaño

Margarida Arrobas; Manuel Ângelo Rodrigues

Introdução

A cultura do castanheiro mantém elevada dinâmica nas zonas montanhosas do interior Norte e Centro de Portugal. O preço elevado a que a castanha tem vindo a ser vendida e a falta de alternativas de ocupação destes territórios originam uma paisagem salpicada com plantações jovens de castanheiro. Num território com limitações ecológicas diversas, e onde a mudança climática ameaça agravar as já difíceis condições de cultivo, informação sobre o comportamento desta planta face a condições ecológicas variadas de solo e clima, impostas pela geologia, por processos de pedogénese, declive, exposição e altitude, é determinante para orientar futuras estratégias de plantação. Neste capítulo é apresentada uma visão crítica sobre a forma como o setor está a ser orientado, apesar da escassa informação disponível.

Origem do castanheiro e distribuição atual

O género *Castanea* tem origem provável na Ásia, a partir de onde se terá disseminado para a Europa e posteriormente para a América. Presentemente espécies do género *Castanea* são cultivadas em vários continentes (Lang et al., 2007).

Na Península Ibérica o castanheiro (*Castanea sativa*) está presente desde tempos imemoriais. A Península Ibérica terá sido o refúgio da espécie no último período glacial (Krebs et al., 2019), onde tem sido amplamente cultivada desde a colonização romana da Hispânia. Em vários perío-

Introducción

El cultivo del castaño mantiene una elevada dinámica en las zonas montañosas del interior Norte y Centro de Portugal. El precio elevado de la castaña en los últimos años y la falta de alternativas para la ocupación de estos territorios origina un paisaje salpicado de plantaciones jóvenes de castaños. En un territorio con diversas limitaciones ecológicas, y donde las alteraciones climáticas amenazan con agravar las ya difíciles condiciones de cultivo, la información sobre el comportamiento de esta planta en condiciones ecológicas variadas tanto de suelo como de clima, impuestas por la geología, mediante procesos de pedogénesis, declive, exposición y altitud, es determinante para orientar futuras estrategias de plantación. En este capítulo se presenta una visión crítica sobre la forma en la cual el sector se está orientando, a pesar de la escasa información disponible.

Origen del castaño y distribución actual

El origen del género *Castanea* se sitúa, posiblemente en Asia, a partir de donde se fue diseminando para Europa y posteriormente para América. Actualmente, las especies del género *Castanea* son cultivadas en varios continentes (Lang et al., 2007).

En la Península Ibérica, el castaño (*Castanea sativa*) está presente desde tiempos inmemorables. La Península Ibérica fue el refugio de la especie en el último período glacial (Krebs et al., 2019), donde he sido ampliamente cultivado desde la colonización romana de Hispania. En diferentes épocas tuvo un papel relevante en la sobrevivencia de las



dos terá assumido papel relevante na sobrevivência das populações das regiões montanhosas, sobretudo antes da chegada da batata-comum (*Solanum tuberosum*) (Abreu, 2007).

Para além do papel relevante na alimentação humana, devido ao valor alimentar do fruto e conservação prolongada, a castanha foi bastante usada na alimentação animal. A madeira foi usada no fabrico de mobiliário, tanoaria, estufas, vedações e para muitos outros fins e a lenha miúda no aquecimento das casas.

A Ásia é, no presente, a região do mundo de maior produção de castanha, atingindo 90% da produção mundial (Figura 3.1). Segue-se a Europa com 6% e as Américas com 4%. Em África a produção é residual. Em área ocupada, a Ásia representa apenas 71%, a Europa 19% e as Américas 10%.

Na Europa, Portugal é o país que tem maior área ocupada com castanheiro (36 759 ha), o que corresponde a 33% da área cultivada na Europa (Figura 3.2). Segue-se Espanha com 35 241 ha. Itália é, contudo, o maior produtor europeu, com 52 356 t (34%), seguido da Grécia com 36 000 t. Portugal ocupa a terceira posição como 29 875 t, o que representa 20% da produção europeia (Figura 3.2).

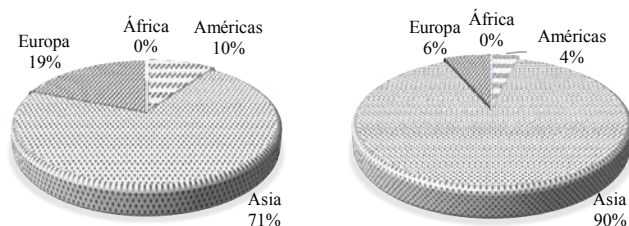


Figura 3.1 – Representatividade do castanheiro no mundo em área (esquerda) e produção de castanha (direita) em 2017. Representatividad del castaño en el mundo: superficie (izquierda) y producción de castaña (derecha) en 2017 (FAOSTAT, 2019).

poblaciones de las regiones montañosas, sobretudo antes de la llegada de la patata (*Solanum tuberosum*) (Abreu, 2007).

Además del papel relevante en la alimentación humana, debido al valor nutricional del fruto y a la conservación prolongada, la castaña fue bastante usada en la alimentación animal. La madera fue usada en la fabricación de muebles, tonelería, invernaderos, cerramientos, calefacción de las casas, además de muchos otros usos.

Asia es la región del mundo con mayor producción de castaña, llegando al 90% de la producción mundial (Figura 3.1). A continuación está Europa con un 6 % y América con un 4%. En África la producción es residual. En cuanto al área ocupada, Asia representa solo el 71%, Europa el 19% y América el 10%.

En Europa, Portugal es el país que tiene mayor área ocupada con castaños (36 759 ha), lo que corresponde al 33% del área cultivada en Europa (Figura 3.2). A continuación, España tiene 35 241 ha. Italia es el mayor productor europeo, con 52 356 t que representa el 34% de la producción europea. Le siguen Grecia con 36 000 t y Portugal con 29 875 t, lo que representa el 20% de la producción Europea (Figura 3.2).

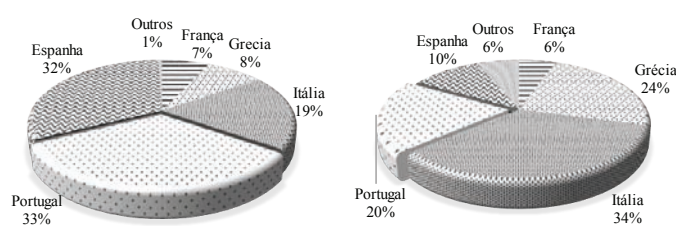


Figura 3.2 – Distribuição da área ocupada com castanheiro na Europa (esquerda) e produção por país (direita) em 2017. Distribución de la superficie ocupada con castaño en Europa (izquierda) y producción por país (derecha) en 2017 (FAOSTAT, 2019).



O castanheiro em Portugal

Embora possa surgir em algumas zonas do litoral do território continental, o castanheiro encontra-se maioritariamente instalado no Nordeste de Portugal (COS, 2007). Alguns dos principais concelhos produtores são Bragança, Vinhais, Macedo de Cavaleiros, Valpaços, Vila Pouca de Aguiar, Alfândega da Fé e Vimioso. Ainda que em menor escala, as Beiras também possuem uma área significativa de castanheiro, principalmente distribuída pelos concelhos de Penedono, Sernancelhe, Sabugal e Trancoso. No Alto Alentejo o castanheiro encontra-se nos concelhos de Marvão e Portalegre. No Algarve existem castanheiros na serra de Monchique. Existem ainda povoamentos dispersos em concelhos adjacentes aos já referidos e na zona de Lisboa e Vale do Tejo, ainda que com representação pouco expressiva. Também as ilhas da Madeira e dos Açores possuem alguma área ocupada com esta cultura.

El castaño en Portugal

El castaño se encuentra mayoritariamente instalado en el Noroeste de Portugal, aunque puede encontrarse en algunas zonas del litoral del territorio continental (COS, 2007). Algunos de los principales municipios productores son: Bragança, Vinhais, Macedo de Cavaleiros, Valpaços, Vila Pouca de Aguiar, Alfândega da Fé y Vimioso. También, a menor escala, las Beiras poseen un área de castaño significativa, principalmente distribuidas por los municipios de Penedono, Sernancelhe, Sabugal e Trancoso. En el Alto Alentejo, el castaño se puede encontrar distribuido por los concejos de Marvão y Portalegre. En el Algarve, existen castaños en la Sierra de Monchique. También podemos encontrar poblaciones dispersas en los concejos adyacente a los ya referidos y en la zona de Lisboa y Vale do Tejo, pero con muy baja representatividad. Por último, cabe mencionar, las Islas de Madeira y Azores, donde el castaño ocupa un área mínima.

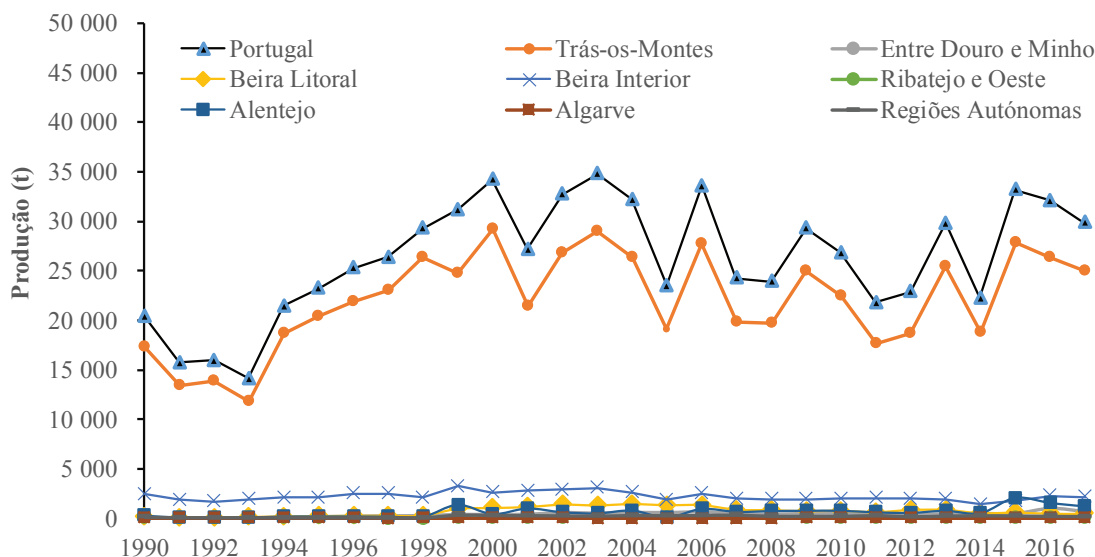


Figura 3.3 –Evolução da produção de castanha no território nacional desde 1990.

Evolución de la producción de castaña en el territorio nacional desde 1990. (Cortesía da Direção Regional de Agricultura do Norte)

A produção nacional terá aumentado até à década de 1990, data a partir da qual parece ter estagnado ou mesmo diminuído (Figura 3.3). A produção nacional está fortemente condicionada pela produção em Trás-os-Montes, uma vez que a produção nas restantes regiões agrícolas é significativamente mais baixa. Em 2017 a área do castanheiro na região Norte de Portugal representava 89% do total nacional, com um contributo dominante da região de Trás-os-Montes (85,5%), correspondente a quase 31 500 ha (Figura 3.4). A região Centro possuía cerca de 10% da área nacional, o que corresponde a 3 683 ha. O Alentejo detém 1% da área nacional com 520 ha. Nas restantes regiões o castanheiro não tem expressão significativa, ocupando pouco mais de 20 ha no total.

Entre 1990 e 2016 ocorreram também relevantes flutuações anuais que serão o resultado da qualidade do ano agrícola, provavelmente liderado pela precipitação e temperatura do ar e também por problemas sanitários. O Instituto Nacional de Estatística fornece por vezes justificações para as estatísticas agrícolas nacionais. Assim, a título de exemplo, em 2007 foram apresentadas como justificação para as quebras de produção a reduzida precipitação e as temperaturas elevadas no verão que não favoreceram o aumento do calibre dos frutos (INE, 2008). Em 2014 as quebras de produção foram atribuídas ao desenvolvimento de um fungo causador da doença da septoriose (*Mycosphaerella maculiformis*) que, embora pouco frequente, atingiu uma intensidade elevada naquela campanha (INE, 2015).

La producción nacional aumentó hasta la década de 1990, a partir de esta fecha se estabilizó o incluso sufrió un descenso (Figura 3.3). La producción nacional está fuertemente condicionada por la producción en Trás-os-Montes, una vez que la producción en las restantes regiones agrícolas es significativamente más baja. En 2017 el área de castaño en la región Norte de Portugal representaba el 89% del total nacional, con un aporte dominante de la región de Trás-os-Montes (85,5%), correspondiendo a casi 31500 ha (Figura 3.4). La región Centro poseía cerca del 10% del área nacional, lo que corresponde a 3 683 ha. El Alentejo tiene un 1% del área nacional con 520 ha. En las restantes regiones el castaño no tiene expresión significativa, ocupando poco más de 20 ha en el total.

Entre 1990 y 2016 aparecieron también relevantes fluctuaciones anuales que fueron el resultado de la calidad agrícola del año, probablemente representado por la precipitación, la temperatura y los problemas sanitarios. El Instituto Nacional de Estadística proporciona a veces justificaciones para las estadísticas agrícolas nacionales. Así, a título de ejemplo, en 2017 fueron presentados como justificación para las reducciones de producción, la escasez de precipitaciones y las altas temperaturas durante el verano que no favorecieron el crecimiento de los frutos (INE, 2008). En 2014 las caídas de producción fueron atribuidas al desarrollo de una enfermedad producida por un hongo, la mancha foliar o socarrina (*Mycosphaerella maculiformis*) que, aunque poco frecuente, tuvo una alta incidencia durante esa campaña (INE, 2015).

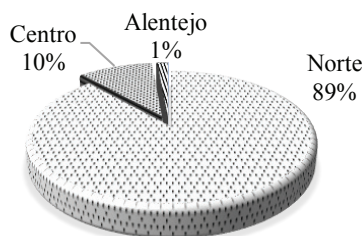


Figura 3.4 – Percentual de área ocupada com castanheiro por NUTS II em 2017.
Porcentaje de área ocupada con castaños por NUTS II en 2017 (INE, 2018).



Preferências climáticas e edáficas do castanheiro

O que se encontra escrito sobre a adaptação ecológica do castanheiro baseia-se sobretudo na análise das condições climáticas e edáficas prevalentes nas zonas em que a espécie se desenvolve e menos em trabalho experimental sobre a cultura. No interior Norte de Portugal, o castanheiro encontra-se maioritariamente entre as cotas 500 e 900 m, onde temperatura e precipitação permitem que as árvores se desenvolvam e produzam de forma adequada (Figura 3.5). Abaixo da cota 500 m podem surgir ainda bons soutos, sobretudo em encostas voltadas a norte, mais frescas e que conservam melhor a humidade. A maior altitude,

Preferencias climáticas y edáficas del castaño

La bibliografía sobre adaptación ecológica del castaño se basa, sobretudo, en el análisis de las condiciones climáticas y edáficas que prevalecen en las zonas en que la especie se desarrolla y menos en estudios experimentales sobre este cultivo. En el interior Norte de Portugal, el castaño se encuentra mayoritariamente entre cotas de 500 a 900 metros de altitud, donde la temperatura y la precipitación permiten que los árboles se desarrollen y produzcan de forma adecuada (Figura 3.5). Por debajo de los 500 m podemos encontrar buenas plantaciones, sobre todo en las laderas orientadas al norte, más frescas y que



Figura 3.5 – Castanheiro de copa exuberante remetendo para boas condições ecológicas locais.
Castaño con exuberante copa que demuestra condiciones ecológicas locales favorables.

tendem a ser mais favoráveis zonas de maior exposição solar, onde o risco de ocorrerem geadas tardias de fim de primavera é menor.

Genericamente, considera-se que a temperatura média anual mais favorável ao castanheiro pode variar entre os 8 e os 15 °C, devendo a temperatura média mensal ser superior a 10 °C durante seis meses (Conedera *et al.*, 2016). A frutificação acontece nas melhores condições para valores de temperaturas médias entre os 19 e os 20 °C, embora as variedades mais antigas frutifiquem bem com temperaturas entre os 10 e os 20 °C. O castanheiro é considerado uma planta sensível às geadas tardias, mas pode suportar temperaturas mínimas absolutas até aos -16 °C durante o período de repouso vegetativo (Fonseca, 2005). A temperatura mínima para a retoma do crescimento situa-se nos 6 °C (Henriques, 2015). O crescimento do castanheiro é otimizado quando o somatório de temperaturas acima dos 6 °C entre maio e outubro se situa entre os 2000 e 2400 °C (Maçarico *et al.*, 2012).

O castanheiro é também reportado como sendo uma planta muito sensível ao stress hídrico e a temperaturas elevadas no verão, situações que comprometem seriamente a produção (Mota, 2018). Esta cultura necessitará de uma quantidade total de precipitação anual variável entre os 600 e os 800 mm para assegurar uma produção mínima aceitável. Contudo, excesso de humidade atmosférica em agosto e setembro, caso ocorram, prejudicam o desenvolvimento do fruto.

Sobre as preferências edáficas sabe-se provavelmente ainda menos. Os substratos rochosos dos solos ocupados por castanheiros distribuem-se sobretudo por granitos de duas micas (biotite e moscovite) e xistos grafitosos, que dão origem a solos muito ácidos, metadiabases e xistos anfibolíticos, que originam solos pouco ácidos, e materiais quartzíticos que originam solos muito pobres em nutrientes (Portela *et al.*, 2007). Dada a longa presença da espécie na região, é provável que os genótipos cultivados tenham mecanismos de adaptação às condições referidas.

Considerando a distribuição geográfica natural do castanheiro como as zonas montanhosas, a cultura ocupa maioritariamente solos em geral delgados, de pouca espes-

conservan mejor la humedad. Cuando la altitud aumenta, tienden a ser más favorables las zonas de mayor exposición solar, donde el riesgo de heladas tardías al final de la primavera es menor.

De forma genérica, se considera que la temperatura media anual más favorable para el castaño puede variar entre los 8 y los 15°C, debiendo ser la temperatura media mensual superior a 10 °C durante seis meses (Conedera *et al.*, 2016). Las mejores condiciones para la fructificación ocurren con temperaturas medias entre los 19 y los 20 °C. El castaño es considerado una planta sensible a las heladas tardías, pero puede soportar temperaturas mínimas absolutas hasta los -16 °C durante la parada vegetativa (Fonseca, 2005). La temperatura mínima para iniciar el crecimiento se sitúa en los 6 °C (Henriques, 2015). El crecimiento del castaño es óptimo cuando el sumatorio de las temperaturas por encima de los 6° C entre los meses de mayo y octubre se sitúa entre 2000 y 2400 °C (Maçarico *et al.*, 2012).

El castaño, también es una planta muy sensible al estrés hídrico y a las temperaturas muy elevadas del verano, situaciones que comprometen su producción (Mota, 2018). Este cultivo necesita de una cantidad total de precipitaciones anuales entorno a los 600 y 800 mm para asegurar una producción mínima aceptable. Así mismo, si se produce un exceso de humedad atmosférico en agosto y septiembre se perjudica el buen desarrollo del fruto.

Sobre las preferencias edáficas, se sabe probablemente menos. Los sustratos rocosos de los suelos ocupados por castaños se distribuyen sobre todo por granitos de dos micas (biotita y moscovita) y esquistos grafitosos, que dan origen a suelos muy ácidos; metadiabases y esquistos anfibólicos, que originan suelos poco ácidos y materiales cuarcíticos que originan suelos muy pobres en nutrientes (Portela *et al.*, 2007). Dada la prolongada presencia de esta especie en esta región, es probable que este cultivo tenga desarrollado mecanismos de adaptación a las condiciones referidas.

Considerando la distribución geográfica natural del castaño como zonas montañosas, el cultivo ocupa mayoritariamente suelos de poco espesor (Leptosuelos), y/o ricos



sura efetiva (Leptossolos), e/ou ricos em materiais rolados provenientes de processos de arrastamento por erosão (Regossolos). Em zonas mais planas podem surgir solos de carácter ácido (Cambissolos dístricos) e/ou ricos em matéria orgânica (Cambissolos húmicos) (Agroconsultores & Coba, 1991). Os teores mais elevados de matéria orgânica resultam da limitação imposta à atividade microbiológica pela acidez do solo e temperaturas baixas.

Da ecologia da espécie às técnicas de cultivo

As zonas em que se tem cultivado castanheiro com sucesso em Portugal coincidem muitas vezes com solos ácidos, que se desenvolvem sobre substrato rochoso maioritariamente de xisto ou granito, pelo que é de admitir que a espécie esteja bem-adaptada a este ambiente, como já foi referido. Em outros países produtores de castanha, como Espanha e Itália, o castanheiro surge por vezes associado a solos neutros a alcalinos, sendo de admitir, por isso, que exista alguma adaptabilidade varietal ao pH do solo, como tem sido observado em outras culturas como a oliveira (*Olea europaea*) (Rodrigues & Arrobas, 2013). Nos últimos anos alguns produtores têm vindo a aplicar calcários, baseados no facto dos solos em que se encontram terem pH baixo, sem que esteja devidamente justificado que seja realmente necessário. De forma intuitiva, supõe-se que o teor de matéria orgânica seja um parâmetro da fertilidade do solo importante, devido ao facto de promover o arejamento, mas também a capacidade de armazenamento de água. Solos com teor de matéria orgânica mais elevados podem reduzir a incidência de doenças por manterem atividade biológica mais elevada. O castanheiro, à semelhança de muitas espécies perenes, é muito sensível ao encharcamento. Excesso de água de inverno pode levar à morte das plantas por asfixia radicular. É também facilmente observável nos soutos nacionais que a falta de drenagem interna do solo favorece a incidência da doença-da-tinta (*Phytophthora cinnamomi*).

Os soutos mais produtivos encontram-se de uma ma-

en materiales rodados provenientes de procesos de arrastre por erosión (Regosuelos). En zonas más planas pueden surgir suelos de carácter ácido (Cambisoles dístricos) y/o ricos en materia orgánica (Cambisoles húmicos) (Agroconsultores & Coba, 1991). Los contenidos más elevados de materia orgánica resultan de la limitación impuesta por la actividad microbiológica limitada por la acidez del suelo y las bajas temperaturas.

De la ecología de la especie a las técnicas de cultivo

Las zonas en que se ha cultivado castaño con éxito en Portugal coinciden frecuentemente con suelos ácidos, que se desarrollan sobre sustrato rocoso mayoritariamente de esquisto o granito, por lo que se puede admitir que la especie está bien adaptada a este ambiente, como ya fue referido. En otros países productores de castaña, como España e Italia, el castaño aparece a veces asociado a suelos neutros o alcalinos, admitiéndose así que existe alguna adaptabilidad varietal al pH del suelo. Este efecto también ha sido observado en otros cultivos como el olivo (*Olea europaea*) (Rodrigues y Arrobas, 2013). En los últimos años algunos productores han aplicado enmiendas calcáreas, basándose en el hecho de que los suelos en que se encuentran tienen pH bajo, sin que esta aplicación esté debidamente justificada para ser realmente necesaria. De forma intuitiva, se supone que el contenido de materia orgánica es un parámetro de fertilidad del suelo importante, debido al efecto de promover el aireamiento, pero también la capacidad de almacenamiento de agua. Suelos con contenido en materia orgánica más elevada pueden reducir la incidencia de enfermedades por mantener una actividad biológica más elevada. El castaño, a diferencia de muchas especies perennes, es mucho más sensible al encharcamiento. El exceso de agua en invierno puede llevar a la muerte de plantas por asfixia radicular. Es también fácilmente observable en las plantaciones nacionales que la falta de drenaje interna de los suelos favorezca la incidencia de la enfermedad de la tinta (*Phytophthora cinnamomi*).



neira geral nos solos de melhor qualidade e em zonas de elevada precipitação anual (> 800 mm). Terras mais planas, com menores problemas de erosão, com maior espessura efetiva e teores de argila um pouco mais elevados tendem a ser mais favoráveis, desde que não apresentem problemas de drenagem interna. Estes solos tendem a ter também teores mais elevados de matéria orgânica e, por consequência, melhor fertilidade geral, em particular melhor capacidade de armazenamento de água. Também as encostas concavas, sobretudo com exposição norte, que recebem menos radiação, podendo apresentar teores de matéria orgânica no solo mais elevados e maior capacidade de armazenamento de água, são mais favoráveis ao cultivo do castanheiro. Assim, o ótimo ecológico para o castanheiro no interior norte de Portugal não poderá deixar de coincidir com terras pouco inclinadas, sem problemas de drenagem interna, ou encostas concavas orientadas a norte. O pH poderá ser ácido, ainda que não em excesso. As cotas acima de 700 m deverão ser mais adequadas, por assegurarem precipitação mais elevada durante o ano.

As plantações atuais tendem progressivamente a afastar-se das condições referidas. O aquecimento global tem originado diminuição de precipitação, com menor disponibilidade de água para as árvores, e subida da temperatura, com aumento da evapotranspiração das plantas. A redução da precipitação e o aumento da temperatura contribuem também para a redução do teor de matéria orgânica no solo e, por conseguinte, originam menor capacidade de armazenamento de água. Stresse hídrico mais intenso e frequente enfraquece as árvores, sendo expectável que possa contribuir para baixar a produtividade e o calibre dos frutos e tornar as plantas mais suscetíveis aos inúmeros stresses bióticos que enfrenta, como o cancro (*Cryphonectria parasitica*) e a doença-da-tinta.

A situação que se vive no meio rural em torno do castanheiro, em que o preço da castanha se mantém elevado e não surgem alternativas para a ocupação das terras, origina que as novas plantações também se afastem progressivamente das condições identificadas anteriormente para o ótimo ecológico. O castanheiro tem-se expandido de forma

Las plantaciones más productivas se encuentran de una manera general en los suelos de mejor calidad y en zonas de elevada precipitación anual (> 800 mm). Tierras más planas, con menores problemas de erosión, con mayor espesor efectivo y contenido en arcilla un poco más elevado tienden a ser más favorables, desde que no presenten problemas de drenaje interno. Estos suelos suelen tener contenidos más elevados de materia orgánica, y en consecuencia, mejor fertilidad y mejor capacidad de almacenamiento de agua. También las laderas cóncavas, sobre todo con exposición norte, que reciben menos radiación, pudiendo presentar contenidos de materia orgánica más elevados y mayor capacidad de almacenamiento de agua, son más favorables al cultivo del castaño. Así, el óptimo ecológico para el castaño en el interior Norte de Portugal coincide con tierras poco inclinadas, sin problemas de drenaje interno o laderas cóncavas orientadas al norte. El pH puede ser ácido siempre que no sea en exceso. Las cotas por encima de los 700 m deberán ser más adecuadas, ya que aseguran cantidades más elevadas de precipitaciones durante el año.

Las plantaciones actuales tienden progresivamente a distanciarse de las condiciones referidas como óptimas. El calentamiento global ha originado una disminución de la precipitación, con menor disponibilidad de agua para los árboles y un aumento de temperatura, con aumento de la evapotranspiración de las plantas. La reducción de la precipitación y el aumento de la temperatura contribuyen también para la reducción del contenido de materia orgánica del suelo y, consecuentemente, originan menor capacidad de almacenamiento de agua. El estrés hídrico intenso y frecuente debilita a los árboles, siendo esperable que pueda contribuir para bajar la productividad y el calibre de los frutos y hacer a las plantas más susceptibles a los innumerables estreses bióticos a los que se enfrentan, como el cancro (*Cryphonectria parasitica*) o la tinta.

La situación que se vive en el medio rural en torno al castaño, en la cual el precio de la castaña se mantiene elevado y no surgen nuevas alternativas para la ocupación de las tierras, origina que las nuevas plantaciones también se alejen progresivamente de las condiciones anteriormente descritas



rápida, incluindo para cotas mais baixas de menor precipitação anual, e, sobretudo, para solos de pendente mais marcada e menor espessura efetiva. Estes aspetos associados às alterações climáticas expõem a planta a stresses abióticos e tornam-na mais vulnerável a problemas sanitários. A subida das plantações em altitude, uma situação também frequente na região, devido à pressão de plantar mais e à consciencialização de que o clima está a ficar mais quente, está ainda por esclarecer se será benéfica. O castanheiro surge agora frequentemente em encostas orientadas a Sul e em solos de reduzida espessura efetiva, em que nem mesmo a maior altitude permite assegurar boas condições de crescimento das árvores (Figura 3.6). Ainda que a temperatura média anual esteja a aumentar, em altitude são sempre mais prováveis geadas tardias que podem comprometer o sucesso da cultura.

Alguns aspetos da técnica cultural que se estão a im-

como el óptimo ecológico. El castaño se tiene expandido de forma rápida, incluyendo para cotas más bajas con menor precipitación anual y sobre todo para suelos de pendiente más pronunciada y menor espesor efectivo del suelo. Estos aspectos asociados a las alteraciones climáticas exponen la planta a los estreses abióticos y la hacen más vulnerable frente a los problemas fitosanitarios. La subida de las plantaciones en altitud es una situación frecuente en la región, debido a la presión de plantar más y la conciencialización del calentamiento global, pero que aún no se conoce si será beneficioso. En la actualidad, el castaño surge frecuentemente en laderas orientadas al Sur y en suelos de reducida espesura efectiva, en las cuales ni la mayor altitud permite asegurar buenas condiciones de crecimiento de los árboles (Figura 3.6). Aunque la temperatura media anual este a aumenta, en altitud son siempre más probables las heladas tardías que pueden comprometer el éxito del cultivo.



Figura 3.6 – Plantação de castanheiro em elevada altitude num solo particularmente pobre com poucas condições de assegurar um desenvolvimento adequado das árvores.

Plantación de castaño en una zona de elevada altitud y en un suelo particularmente pobre con pocas condiciones de asegurar un adecuado desarrollo de los árboles.

plementar também podem ser questionados. Plantar castanheiros em solos com declive e gerir a vegetação com mobilizações, agrava seriamente os problemas de erosão. A expectativa de um retorno mais rápido do investimento e o receio pela morte de árvores tem originado a opção por compassos mais apertados. Surgem souts novos em compassos muito apertados (tipo 6×6 m ou 7×7 m), completamente desadequados à volumetria da espécie, sobretudo das variedades tradicionais. Plantar em compassos tão apertados aumenta a competição entre árvores, sobretudo pelos recursos hídricos, tornando o ecossistema ainda mais desadequado ao seu desenvolvimento (Figura 3.7). Quando estas árvores atingem uma idade produtiva a competição por recursos compromete, numa primeira fase, os calibres que reduzem a qualidade da castanha. Por vezes tenta com-

Algunos aspectos de las técnicas culturales que se están implementando también pueden ser cuestionados. Plantar castaños en suelos con mucha pendiente y tratar la vegetación con movilización de la tierra, acentúa seriamente los problemas de erosión. La expectativa de un retorno más rápido de la inversión y el miedo a la mortandad de los árboles, son el origen de la opción de marcos de plantación más apretados. Surgen así, plantaciones nuevas en marcos de plantación muy reducidos (tipo 6×6 m o 7×7 m), completamente inadecuados al volumen de la especie, sobre todo con variedades tradicionales. Plantar con marcos de plantación tan apretados aumenta la competición entre árboles, sobre todo por los recursos hídricos, haciendo aún más hostil el ecosistema para el desarrollo de la especie (Figura 3.7). Cuando estos árboles alcanzan la edad productiva la



Figura 3.7 – Souto jovem em compassos mais apertados que nos souts tradicionais.
Plantación joven en marco de plantación más reducido que en plantaciones tradicionales.



pensar-se o desequilíbrio estabelecido com podas que aumentam a relação raiz/parte aérea e compensam a reduzida disponibilidade de água no solo. No entanto, no castanheiro as podas são particularmente nocivas, na medida em que as feridas abertas favorecem o aparecimento do cancro, que, uma vez estabelecido, reduz a produção e leva frequentemente à morte das árvores. Assim, alterações climáticas, ocupação de solos pobres, altitudes e exposições menos apropriadas e técnicas culturais incorretas estão a contribuir para a degradação da qualidade média dos soutos.

competición por los recursos compromete los calibres del fruto, reduciéndose la calidad de la castaña. A veces, se intenta compensar el desequilibrio establecido con la poda, tratando de aumentar la relación raíz/parte aérea y así intentar aprovechar mejor la reducida disponibilidad de agua en el suelo. Cabe destacar, que la poda en el castaño es particularmente nociva, ya que las heridas abiertas favorecen la aparición del chancro, que una vez establecido, reduce la producción y lleva frecuentemente a la muerte del castaño. Así, alteraciones climáticas, ocupación de suelos pobres, altitudes y exposiciones menos apropiadas y técnicas culturales incorrectas pueden contribuir a la degradación de la calidad media de las plantaciones de castaño.

Bibliografia

Bibliografía

- Abreu, C.G., 2007. Origem e dispersão do castanheiro pelo mundo. In: Gomes-Laranjo, J., Ferreira-Cardoso, J., Portela, E. e Abreu, C.G. (Eds.). O Castanheiro. Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real. pp. 15-21.
- Agroconsultores & Coba, 1991. Carta de Solos, Carta de Uso Atual da Terra e Carta da Aptidão da terra do Nordeste de Portugal. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Agroconsultores e Coba.
- Conedera, M., Tinner, W., Krebs, P., de Rigo, D., Caudullo, G., 2016. *Castanea sativa* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species, Publication Office of the European Union, Luxembourg. pp. 78-79
- COS, 2007. Carta de Uso e Ocupação do Solo 200. Direção Geral do Território.
- DRAPN, 2019. Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte (Informação pessoal).
- FAOSTAT, 2019. Crops. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (consultado em agosto de 2019).
- Fonseca, F.M.S., 2005. Técnicas de preparação do terreno em sistemas florestais implicações no solo e no comportamento das plantas. Dissertação de Doutoramento. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- Henriques, C. A. S., 2015. Contributo para o Estudo da Produtividade do Castanheiro ‘Martaíinha’ em Penela da Beira (DOP “Soutos da Lapa”). Tese de Mestrado em Engenharia Agrónoma. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco.
- INE, 2015. Estatísticas Agrícolas 2014. Edição de 2015. Instituto Nacional de Estatística, I.P.
- INE, 2018. Estatísticas Agrícolas 2017. Edição de 2018. Instituto Nacional de Estatística, I.P.
- Krebs, P., Pezzatti, G-B., Beffa, G., Tinner, W., Conedera, M., 2019. Revising the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) refugia history of the last glacial period with extended pollen and macrofossil evidence. Quaternary Science Reviews, 206, 111-128.
- Lang, P., Dane, F., Kubisiak, T.L., Huang, H., 2007. Molecular evidence for an Asian origin and a unique westward migration of species in the genus *Castanea* via Europe to North America. Molecular Phylogenetics and Evolution, 43, 49-59.
- Maçarico, D., Estrela R., Gomes-Laranjo, J., Martins, L., Lousada, J.L., Raimundo, F., Macieirinha, L., 2012. A cultura do



castanheiro na Herdade de Vale de Feitoso. Relatório. Companhia Agrícola de Penha Garcia. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Mota, M.M., 2018. Irrigation on chestnut: understanding the soil and plant water relations to optimize the water management. PhD thesis, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.

Portela, E., Martins, A., Pires, A.L., Raimundo, F., Marques, G., 2007. Práticas culturais no souto: o manejo do solo. In: Gomes-Laranjo, J; Ferreira-Cardoso, J., Portela, E, Abreu, C. (Eds). O Castanheiro. Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real. pp. 207-264.

Rodrigues, M.A, Arrobas, M., 2013. Principais problemas nutricionais dos olivais transmontanos e que quantidades de fertilizantes aplicar. OlivaTMAD, Rede Temática de Informação e Divulgação da Fileira Olivícola em Trás-os-Montes e Alto Douro. Boletim Técnico N° 2, janeiro de 2013. 4p.



Instalação da cultura

Instalación del cultivo

Arlindo Almeida

Introdução

O castanheiro tem algumas preferências quanto ao clima e altitude. Desenvolve-se e produz bem entre os 400 e os 1 200 m de altitude, podendo estes valores de referência variar em função das condições climáticas de cada local. Prefere climas subatlânticos, com precipitação próxima a 1 000 mm/ano. É importante que a cultura seja instalada em zonas abrigadas e frescas. Os solos deverão ser soltos, frescos, com uma profundidade superior a 40 cm, ricos em matéria orgânica e ligeiramente ácidos, com pH compreendido entre 5,5 e 6,0.

A instalação de um souto, à semelhança do que é praticado com outros pomares, deve ocorrer durante o período de dormência vegetativa da planta, ou seja, no período de Outono–Inverno.

Preparação do terreno

Uma boa preparação do solo tem grande importância para o sucesso da nova plantação.

Tem por objetivo facilitar o desenvolvimento das raízes em profundidade e favorecer a infiltração de água no solo.

Durante a fase de preparação do solo, é indispensável a recolha de amostras de terra para análise. Esta análise deve determinar os teores em matéria orgânica e nutrientes principais (NPK), bem como o valor de pH. Os resultados darão indicações sobre a necessidade de correções e/ou adubações a efetuar.

A preparação do solo deverá ter início no ano anterior à plantação, devendo incluir a limpeza de restos de infes-

Introducción

El castaño tiene algunas preferencias en cuanto al clima y la altitud se refiere. Se desarrolla y produce bien entre los 400 y los 1 200 m de altitud, pudiendo estos valores de referencia variar en función de las condiciones climáticas de cada local. Prefiere climas subatlánticos, con precipitaciones próximas a 1 000 mm/ano. Es importante que la cultura sea instalada en zonas abrigadas y frescas. Los suelos deberán ser ligeros, frescos, con una profundidad superior a 40 cm, ricos en materia orgánica y ligeramente ácidos, con pH comprendido entre 5,5 y 6,0.

La instalación de una plantación, a semejanza de lo que se realiza para otros frutales, debe hacerse durante el período de reposo vegetativo de la planta, es decir, durante el otoño e invierno.

Preparación del terreno

Una buena preparación del suelo tiene gran importancia para el éxito de la nueva plantación. El objetivo de la preparación es facilitar el desarrollo de las raíces en profundidad y favorecer la infiltración del agua en el suelo.

Durante la fase de preparación del suelo, es indispensable la recogida de muestras de tierra para análisis. Este análisis debe determinar los contenidos de materia orgánica y nutrientes principales (NPK), así como el valor del pH. Los resultados darán indicaciones sobre la necesidad de correcciones y/o abonados a realizar.

La preparación del suelo se deberá iniciar el año antes a la plantación, debiendo incluir la limpieza de restos de ve-



tantes e/ou de outras culturas anteriormente instaladas no local, suscetíveis de regenerar e competir com as novas plantas a instalar. O recurso a herbicidas é desaconselhado, pelo impacto negativo que pode provocar na microflora e na microfauna do solo.

Quando o solo está com forte cobertura de mato e vegetação arbórea/arbustiva, pode ser necessário o uso prévio de uma grada de discos pesada para destroçamento e incorporação no solo desse material vegetal (Figuras 4.1 e 4.2).

A preparação do solo inclui a execução de uma subsolagem e de uma gradagem.

A subsolagem mobilizará o solo sem o revirar, a uma profundidade escolhida em função da localização da camada mais compacta do solo. Deve ser feita a uma profundidade de 5 a 10 cm abaixo da camada compactada.

O subsolador ou ripper faz um trabalho de corte/mobilização sem reviramento, com fragmentação da zona envolvente ao corte (Figuras 4.3 e 4.4).

O Chisel (Figura 4.5) pode também ser usado com este objetivo se o solo for bem estruturado. É um equipamento que executa um trabalho idêntico, embora a menor profundidade.

As máquinas que promovem a inversão de leiva devem ser usadas com precaução pelas consequências que a mistura de horizontes do perfil do solo pode provocar.

Posteriormente a estas mobilizações profundas seguem-se outras superficiais – gradagens (até 15 cm/20 cm) para desfazer torrões, nivelar o terreno e desembaraçar o solo de restos de vegetação, acondicionando-o para a plantação. As grades de discos (Figura 4.6) podem ter um papel importante nesta fase da preparação do solo

Desenho da plantação

O castanheiro destinado à produção de fruto é uma cultura exigente em luz; pelo que não devem ser plantados demasiado próximos. Para um bom desenvolvimento e boas produções os compassos devem ser relativamente grandes. Recomenda-se plantar 100 a 200 árvores por hectare que resultam, por exemplo, de compassos de 7x7m a 10x10m.

getación espontanea y/o cultivos anteriores instalados en la parcela, susceptibles de rebrotar y competir con las nuevas plantas a instalar. La utilización de herbicidas se desaconseja, por el impacto negativo que puede provocar en la microflora y en la microfauna del suelo.

Cuando el terreno a plantar está muy cubierto de matorral y vegetación arbórea, puede ser necesario el uso previo de una grada de discos pesada para triturar e incorporar al suelo todo este material vegetal (Figuras 4.1 e 4.2).

La preparación del suelo incluye la realización de un subsolado y un pase de grada. Con el subsolado se movilizará el suelo sin invertirlo, a la profundidad escogida en función de la localización de la capa más compactada del suelo. Se debe hacer a una profundidad de 5 a 10 cm por debajo de esta capa.

El subsolador o ripper hace un trabajo de corte/movilización sin invertir el suelo, con fragmentación de la zona que envuelve el corte (Figuras 4.3 y 4.4).

El chisel (Figura 4.5) puede también ser usado con este objetivo si el suelo estuviera bien estructurado. Es un equipamiento que ejecuta un trabajo idêntico, aunque a menor profundidad.

Las máquinas que promueven la inversión del perfil del suelo deben ser usadas con precaución por las consecuencias que la mezcla de horizontes puede provocar.

Posteriormente a estas movilizaciones profundas siguen otras superficiales – pases de grada (hasta 15 / 20 cm) para deshacer los terrones, nivelar el terreno y desmenuzar los restos vegetales del suelo, acondicionándolo para la plantación. Las gradas de discos (Figura 4.6) pueden tener un papel importante en esta fase de preparación del suelo.

Diseño de la plantación

El castaño destinado a la producción de fruto es un cultivo exigente en luz, por lo que no deben ser plantados demasiado próximos. Para un buen desarrollo y buenas producciones el marco de plantación se debe ser relativamente grande. Se recomienda plantar de 100 a 200 árboles por hectárea, por ejemplo, marcos de plantación de





Figuras 4.1 e 4.2 – Regularização superficial do solo com grade de discos.
Regularización superficial del suelo con grada de discos.



Figuras 4.3 e 4.4 – Subsolagem ou ripagem.
Subsolado o ripado.



Figura 4.5 – Chisel para preparação do solo sem inversão de leiva.
Chisel para preparación del suelo sin inversión de horizontes.



Figura 4.6 – Grade de discos.
Grada de discos.

A plantação é usualmente feita à cova. Antes da sua abertura, deve ser delineado o seu traçado, para uma correcta localização dos pontos onde serão abertas, que ficarão marcados com estacas. Para proceder ao traçado de plantação, é necessário: (I) uma fita métrica para medir o compasso e a entrelinha garantindo a todo o tempo a esquadria da plantação; (II) um fio para definir as linhas de plantação; (III) estacas para assinalar os pontos de abertura das covas (Figuras 4.9 e 4.10).

O traçado da plantação facilita a tarefa da abertura das covas e evita que ocorram erros no alinhamento das plantas. Se o terreno for plano, as linhas de plantação devem ser retas, se o terreno for inclinado, as linhas de plantação devem acompanhar as curvas de nível.

A utilização de equipamento guiado por satélite para a colocação das estacas pode facilitar o trabalho e garantir um alinhamento perfeito.

Uma plantação em encosta pode ter a vantagem de uma melhor drenagem/escoamento da água, assim como uma melhor drenagem da geada, que tende a formar-se com maior probabilidade nas zonas de cotas mais baixa.

Para o delineamento da plantação é importante conhecer a direção dos ventos dominantes, considerando que o castanheiro necessita polinização cruzada.

O desenho da plantação em quincôncio pode ter interesse se estiver prevista a utilização de máquinas de maior dimensão para as práticas culturais que seguirão. Neste tipo de pomar mantém-se o compasso e a entrelinha, mas linha sim linha não, há um “deslizamento” de toda uma linha no valor de metade de um compasso (Figura 4.12). As estacas aqui referidas podem ser já substituídas pelos tutores, necessários para a execução da plantação.

Execução da plantação

Utilizam-se normalmente castanheiros previamente enxertados. Caso se opte por enxertar posteriormente devem-se utilizar plantas com cerca de 50 cm de comprimento e um diâmetro que permite a execução da enxertia.

As covas para colocação das plantas deverão ter entre

7 x 7 a 10 x 10m. La plantación es normalmente realizada mediante la abertura de hoyos. Antes de comenzar la apertura, se debe delinear el trazado para una correcta localización de los puntos de plantación, que quedaran marcados con estacas. Para proceder al trazado de la plantación, es necesario: (I) una cinta métrica para medir la distancia entre líneas y dentro de la línea garantizando en todo momento la escuadra de plantación; (II) una cuerda para definir las líneas de plantación; (III) estacas para señalar los puntos de abertura de los hoyos (Figuras 4.9 y 4.10).

El trazado de la plantación facilita la tarea de abertura de los hoyos y evita los errores en el alineamiento de las plantas. Si el terreno fuese plano, las líneas de plantación deben ser rectas, si el terreno fuese inclinado, las líneas de plantación deben acompañar las curvas de nivel.

La utilización del equipamiento guiado por satélite para la colocación de las estacas puede facilitar el trabajo y garantizar un alineamiento perfecto.

Una plantación en pendiente puede tener la ventaja de un mejor drenaje del agua, así como un menor riego de daños por heladas de primavera, ya que estas tienden a ser más frecuentes en las zonas de cotas más bajas.

Para el replanteo de la plantación es importante considerar la dirección de los vientos dominantes, considerando que el castaño necesita polinización cruzada.

El diseño de la plantación a tresbolillo puede tener interés si estuviera prevista la utilización de máquinas de mayor dimensión para las prácticas de cultivo. En este tipo de plantaciones se mantiene el marco de plantación en la entrelinea, pero línea sí, línea no, hay un “deslizamiento” de toda una línea sin valor de la mitad del marco de plantación (Figura 4.12). Las estacas aquí referenciadas pueden ser ya sustituidas por los tutores, necesarios para la ejecución de la plantación.

Ejecución de la plantación

Se utilizan normalmente castaños previamente injertados. En caso de optar por realizar injerto en campo, se deben utilizar plantas con cerca de 50 cm de altura y con un





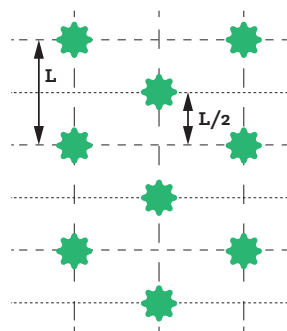
Figuras 4.7 e 4.8 – Terreno preparado para a plantação.
Terreno preparado para la plantación.



Figuras 4.9 e 4.10 – Traçado da plantação.
Trazado de la plantación.



Figura 4.11 – Locais de plantação de cada árvore assinalados com estacas.
Puntos de plantación de cada árbol señalados con estacas.



Legenda – Leyenda

★ = Árvore – Árbol

L = Compasso – Marco

$L/2$ = $\frac{1}{2}$ compasso – $\frac{1}{2}$ marco

Figura 4.12 – Plantação em quincôncio.
Plantación a tresbolillo.



50 cm e 80 cm de diâmetro e profundidade (Figuras 4.13 e 4.14). Estas dimensões têm por objetivo criar condições para um bom desenvolvimento do sistema radicular da planta nos primeiros anos de vida.

Imediatamente antes da plantação deve ser feita uma adubação de fundo (Figura 4.15). As quantidades a incorporar em cada cova variam de acordo com os resultados da análise de solo previamente realizada.

São normalmente utilizadas plantas obtidas em viveiro, que podem ter a raiz protegida por um torrão ou plantas de raiz nua (Figura 4.16). Neste último caso deve executar-se uma ligeira poda radicular para eliminar eventuais tecidos mortos e para uniformizar o tamanho, facilitando a colocação na cova.

As raízes não devem contactar diretamente com os fertilizantes para evitar problemas de fitotoxicidade. Recomenda-se a colocação no fundo da cova de uma primeira camada de substrato orgânico, seguida de uma camada de fertilizante a que se adiciona uma camada de solo.

Deve ser colocado na cova um tutor, juntamente com a planta (Figura 4.17). O tutor servirá para a sustentação da planta jovem, prevenindo danos causados pelo vento e para um correto desenvolvimento vertical da árvore jovem. Os tutores podem ser os mesmos anteriormente utilizados para a marcação da plantação.

Devem ficar 1,00 a 1,50 m acima do nível do terreno.

A árvore deverá ser amarrada ao tutor com atilhos flexíveis, colocando um material almofadado entre esta e o tutor, que os impeça de roçar, evitando, assim, danos na casca do tronco (Figura 4.18). Pode também ser necessária a colocação de redes de proteção contra roedores nas regiões onde a possibilidade exista.

diâmetro que permita realizar el injerto sin problemas.

Los hoyos para la colocación de plantas deberán tener entre 50 y 80 cm de diámetro y profundidad (Figuras 4.13 y 4.14). Estas dimensiones tienen como objetivo crear condiciones para un buen desarrollo del sistema radicular de la planta en los primeros años de vida.

Inmediatamente antes de la plantación se debe realizar un abonado de fondo (Figura 4.15). Las cantidades a incorporar en cada hoyo varían de acuerdo con los resultados del análisis del suelo previamente realizado.

Son normalmente utilizadas plantas obtenidas en viveros, que pueden tener la raíz protegida por un cepellón o ser a raíz desnuda (Figura 4.16). En este último caso se debe ejecutar una ligera poda radicular para eliminar posibles tejidos muertos y para uniformizar el tamaño, facilitando la colocación en el hoyo.

Las raíces no deben contactar directamente con los fertilizantes para evitar problemas de fitotoxicidad. Se recomienda la colocación, en el fondo del hoyo, de una primera capa de sustrato orgánico, seguida de una capa de fertilizante a la que se adiciona una capa de suelo.

Debe ser colocado en el hoyo, un tutor, conjuntamente con el árbol (Figura 4.17). El tutor servirá de soporte a la planta joven, previniendo daños causados por viento y para conseguir plantas con un tronco vertical y recto. Los tutores pueden ser los mismos que se utilizaron para la marcación de la planta.

Deben quedar a 1 o 1,5 m por encima del nivel del terreno. El árbol deberá ser amarrado al tutor con cuerdas flexibles, colocando un material acolchado entre esta y el tutor, que impida el roce, evitando, así los daños en la corteza del tronco (Figura 4.18). Puede también ser necesaria la colocación de redes de protección contra roedores en las regiones donde exista posibilidad.





Figuras 4.13 e 4.14 – Abertura de covas para a plantação.
Abertura de hoyos para la plantación.



Figura 4.15 – Adubação.
Abonado.



Figura 4.16 – Colocação da planta na cova.
Colocación de la planta en el hoyo.



Figura 4.17 – Colocação do tutor juntamente com a planta.
Colocación del tutor en conjunto con el árbol.





Figura 4.18 – Castanheiro recém plantado, já com folhas.
É visível o tutor e a rede de proteção contra roedores.

Castaña recién plantado, ya con hojas.
Es visible el tutor y la red de protección contra roedores.

Bibliografia

Bibliografía

- Fitzsimmons, S., Oram, S., 2006. Planting and growing chestnut trees, in The Pennsylvania Chapter of the American Chestnut Foundation, PA-TACF Planting Manual, 2006, Penn State University 206 Forest Resource Laboratory University Park, PA 16802
- Michigan State University – Orchard Design & Establishment – Chestnuts. Disponível em https://www.canr.msu.edu/chestnuts/establishing_orchards/orchard-design-establishment. Acesso em 16/08/2019.
- Silva, A., Arraiol, A., Guerreiro, J., 2018. Práticas Culturais. In: Aguin-Pombo D. & Franquinho-Aguiar, A. M. (Eds.). A cultura do castanheiro na Madeira. Manual prático. Universidade da Madeira, Funchal, pp. 47 – 67.
- Vossen, P., 2000. Chestnut Culture in California, Publication 8010, Regents of the University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, <http://anrcatalog.ucdavis.edu>
- Yang Dong-sheng, Hu Ya-li and Tian Rui-dong, 2009. The cultivation techniques of compactly planted chestnut (*Castanea mollissima* bl.) early fruiting and high yield. Acta Hortic., 844, 465-468



Porta-enxertos e variedades

Portainjertos y variedades

Andreia Afonso; Filipe Pereira; Albino Bento

Introdução

O cultivo do castanheiro encontra-se em fase de expansão em Portugal, atualmente com uma superfície de soute de 39 721,88 ha (ISIP-2018). A amplitude de solos e clima onde se cultiva e as diferentes problemáticas associadas fazem com que seja da maior importância o conhecimento do porta-enxerto e variedade (s) a utilizar e suas características.

No castanheiro, como na maioria das espécies fruteiras, a árvore é composta de duas partes distintas: o porta-enxerto, que fornece o sistema radicular e constitui a parte subterrânea e a variedade, que fornece a parte aérea da árvore e é responsável pelas características da produção. Porta-enxerto e variedade são ligadas através da enxertia. O auto-enraizamento de variedades apenas se observa para algumas variedades híbridas de castanheiro, designadas de produtor direto. A escolha do material vegetal (porta-enxertos e variedades) adquire especial importância, pois disso depende, em parte, a qualidade da castanha e a longevidade do pomar.

Neste capítulo são descritos os principais métodos de propagação do castanheiro, indicados os principais porta-enxertos comercializados e suas características, bem como uma descrição sumária das características das principais variedades.

Propagação do castanheiro

A propagação do castanheiro faz-se por via sexuada (seminal) ou por via assexuada (vegetativa) no caso dos porta-enxertos e exclusivamente por via vegetativa no caso das variedades.

Introducción

El cultivo del castaño se encuentra en fase de expansión en Portugal, actualmente con un área de cultivo de 39 721,88 ha (ISIP-2018). La amplitud de suelos y clima donde se cultiva y las diferentes problemáticas asociadas hacen que sea de gran importancia un buen conocimiento de las características del portainjerto (s) y de la variedad (s) a utilizar.

En el castaño, como en la mayoría de las especies frutales, el árbol está compuesto de dos partes distintas: el portainjerto, que proporciona el sistema radicular y constituye la parte subterránea y la variedad, que proporciona la parte aérea del árbol y es responsable de las características de producción. El portainjerto y la variedad están vinculadas a través del injerto. El autoenraizamiento solo se observa para algunas variedades híbridas de castaño, que se denominan productor directo. La elección del material vegetal (portainjertos y variedades) adquire especial importancia, ya que va a repercutir directamente en la calidad de la castaña y en la vida útil de la plantación.

Este capítulo describe los principales métodos de propagación del castaño, indicando los principales portainjertos comercializados y sus características, así como una descripción resumida de las características de las principales variedades.

Propagación del castaño

La propagación del castaño se realiza por vía sexual (seminal) o asexual (vegetativamente) en el caso de portainjertos y exclusivamente vegetativamente en el caso de variedades.



Os porta-enxertos seminais de *Castanea sativa*, ainda muito usados pelos agricultores, devem ser reservados a novas áreas de plantação e locais/parcelas onde a presença da doença da tinta do castanheiro (*Phytophthora* spp.) não se tenha manifestado. Nas situações de retanchar e locais onde se observa mortalidade de castanheiro devida à doença da tinta do castanheiro, deverá optar-se por porta-enxertos clonais resistente a esta doença.

Os porta-enxertos clonais (propagação vegetativa) provêm, geralmente de campos de pés-mães e são obtidos a partir de rebentos da touça (amontoa), micropropagação ou estacaria herbácea, garantindo homogeneidade de vigor e as características desejáveis, como por exemplo a resistência à doença da tinta.

Na escolha do porta-enxerto devem-se considerar os seguintes aspetos:

- Resposta ao transplante, desenvolvimento do sistema radicular e ancoragem;
- Compatibilidade com a variedade ou diferentes variedades;
- A homogeneidade do soto e vigor que induz na planta;
- Comportamento face as condições adversas do solo e clima;
- Adaptação ao sistema de cultivo (sequeiro/regadio, replantação, etc.);
- Resistência a doenças do solo;
- Influência sobre a produtividade e características do fruto;
- A rapidez de entrada em produção, embora com reduzido significado.

Multiplicação via seminal (reprodução sexual)

A multiplicação do castanheiro a partir da semente é a mais utilizada, por se tratar de uma espécie que germina bem, ser fácil de executar e ter um custo muito reduzido (Serrano et al. 2001).

Os porta-enxerto seminais de *C. sativa* são normalmente vigorosos, com elevada rusticidade e boa adaptação às condições edafo-climáticas. Contudo, apresentam alguns in-

Los portainjertos de semilla (francos), todavía son ampliamente utilizados por los agricultores, deben reservarse para nuevas áreas de plantación y lugares / parcelas donde la presencia de la enfermedad de la tinta del castaño (*Phytophthora* spp) no se ha manifestado. En el caso de reposición y lugares donde se observa mortandad de castaños debida a la enfermedad de la tinta del castaño, se deben elegir portainjertos clonales resistentes a esta enfermedad.

Generalmente, los portainjertos clonales (propagación vegetativa) provienen de campos de pies madre y se obtienen de brotes de la cepa (mediante aporcado), micropropagación o esquejes herbáceos, lo que garantiza la homogeneidad del vigor y las características deseables, como por ejemplo la resistencia a la enfermedad de la tinta.

Al elegir un portainjerto, se deben considerar los siguientes aspectos:

- Respuesta al trasplante, buen desarrollo del sistema radicular y anclaje;
- Compatibilidad con la variedad o con diferentes variedades;
- La homogeneidad de la plantación y el vigor que induce a la planta;
- Comportamiento ante condiciones adversas de suelo y clima;
- Adaptación al sistema de cultivo (secano / regadío, replantación, etc.);
- Resistencia a las enfermedades del suelo;
- Influencia en la productividad y las características del fruto;
- Rapidez de entrada en producción, aunque con menor importancia.

Multiplicación mediante semilla (reproducción sexual)

La multiplicación del castaño mediante semilla es la más utilizada, ya que es una especie que germina bien, es fácil de realizar y tiene un coste muy bajo (Serrano et al. 2001).

Los portainjertos francos de *C. sativa* son normalmente vigorosos, con alta rusticidad y buena adaptación al suelo y a las condiciones climáticas. Sin embargo, presentan algu-



convenientes, como heterogeneidade de vigor e sobretudo a falta de resistência à doença da tinta, aspeto que limita muito o seu uso.

Quando se pretende a obtenção de novas plantas (porta-enxertos) a partir da germinação de sementes, devemos optar por semente certificada provenientes, preferencialmente, de castanheiros bravos pois darão origem a plantas vigorosas e com melhor capacidade de adaptação (Serrano *et al.* 2001). Apenas a semente certificada pode dar alguma garantia fitossanitária e de homogeneidade, se a semente provier da mesma planta.

Após a colheita, as castanhas devem ser guardadas num local fresco e seco até à sementeira, evitando quer a desidratação, quer humidade em excesso que levaria ao aparecimento de fungos (Serrano *et al.* 2001). A sementeira pode ser feita ao ar livre ou em estufa, neste último caso em vasos (Figura 5.1a), em bancada ou mesmo no chão. Em qualquer dos casos a sementeira deverá fazer-se a partir do início de março. A sementeira deve ser realizada a uma profundidade de 4 a 5 cm, num substrato constituído por uma mistura de 50 % de terra arenosa e de 50 % de turfa para uma para uma boa cama de sementeira. A germinação ocorre normalmente um mês após a sementeira. No ano seguinte, a planta (Figura 5.1b) está pronta para enxertar ou para ser plantada no local definitivo, onde será enxertada no ano seguinte.

Multiplicação vegetativa (reprodução vegetativa)

A multiplicação vegetativa do castanheiro (porta-enxertos), faz-se, geralmente por amontoa ou micropropagação e no caso das variedades, por amontoa, micropropagação e enxertia, garantindo novas plantas com as mesmas características das progenitoras. A multiplicação vegetativa permite a obtenção de plantas com as características desejáveis, tais como:

- garantia clonal (variedade ou porta-enxerto);
- garantia de qualidade (vigor, homogeneidade, produtividade, etc.);

nos inconvenientes, como la heterogeneidad del vigor y, sobre todo, la falta de resistencia a la enfermedad de la tinta, un aspecto que limita mucho su uso.

Cuando pretendemos obtener nuevas plantas (portainjertos) a partir de la germinación de semillas, debemos elegir semillas certificadas, preferiblemente de castaños bravos, ya que darán lugar a plantas vigorosas con una mejor adaptabilidad (Serrano *et al.* 2001). Sólo la semilla certificada puede proporcionar una garantía fitosanitaria y de homogeneidad, si la semilla proviene de la misma planta.

Después de la cosecha, las castañas deben mantenerse en un lugar fresco y seco hasta la siembra, evitando la deshidratación o el exceso de humedad que podría dar lugar a la aparición de hongos (Serrano *et al.* 2001). La siembra se puede hacer al aire libre o en un invernadero, en este último caso en macetas (Figura 5. 1a), en bancada o incluso en el suelo. En cualquier caso, la siembra debe hacerse a partir de principios de marzo. La siembra debe realizarse a una profundidad de 4 a 5 cm, sobre un sustrato que consiste en una mezcla de 50% de tierra arenosa y 50% de turba para obtener un buen lecho de siembra. La germinación normalmente ocurre un mes después de la siembra. En el año siguiente, la planta (Figura 5.1b) está lista para injertar o para plantar en la ubicación final, donde será injertada al año siguiente.

Multiplicación vegetativa (reproducción vegetativa)

La multiplicación vegetativa del castaño (portainjerto), generalmente se realiza por aporcado o micropropagación y en el caso de variedades, por aporcado, micropropagación e injerto, garantizando nuevas plantas con las mismas características que los progenitores. La multiplicación vegetativa permite obtener plantas con características deseables, tales como:

- garantía clonal (variedad o portainjerto);
- garantía de calidad (vigor, homogeneidad, productividad, etc.);
- reducción de la fase juvenil y, como tal, del tiempo



- redução da fase juvenil e, como tal, do tempo de entrada em produção;
- garantia sanitária.

A propagação com estacas herbáceas é menos comum dada as dificuldades de enraizamento e condições necessárias para o efeito.

Propagação por amontoa

Esta técnica de propagação caracteriza-se pela indução da formação de raízes em rebentos caulinares da planta que se pretende propagar. É um processo amplamente utilizado pelos viveiristas, contudo apresenta algumas limitações, tais como:

- tempo necessário para estabelecer o campo de pés-mãe;
- reduzida quantidade de material produzida; e
- custos elevados.

A utilização desta técnica justifica-se pela qualidade do material vegetal, pelo facto dos viveiristas estarem familiarizados com esta técnica e não necessitarem de grandes equipamentos ou tecnologia.

Escolhem-se plantas jovens do clone que se pretende propagar (porta-enxerto ou variedade), as quais são plantadas a um compasso entre 1,50 a 2,50 m na linha e 2 a 3 m na entrelinha (Figura 5.2a), num solo arenoso, de forma a facilitar o destaque das plantas sem danificar as raízes (Serrano et. al. 2001).

Quando estas plantas atingem diâmetro e vigor suficiente, normalmente entre o quarto e quinto ano, são rebaixas progressivamente até ficarem a 10 cm do solo. O corte deve ser protegido com material isolante. Os novos rebentos que surjam a partir desta base, são deixados a crescer livremente até atingirem os 30 a 40 centímetros, o que normalmente ocorre entre o fim de maio e o início de junho. Nesta altura, deve-se, então, desfolhar o terço inferior de cada rebento e anilhar os rebentos junto à base, com arame. Na base dos rebentos, para favorecer o enraizamento, pode-se aplicar hormonas de enraizamento.

- de entrada en producción;
- garantía fitosanitaria.

La propagación con esquejes herbáceos es menos común debido a las dificultades y condiciones de enraizamiento necesarias para este propósito.

Propagación por aporcado

Esta técnica de propagación se caracteriza por la inducción de la formación de raíces en los rebrotes de una cepa de la planta que se pretende propagar. Es un proceso ampliamente utilizado por viveristas, sin embargo, tiene algunas limitaciones, tales como:

- tiempo necesario para establecer el campo de pies madre;
- cantidad reducida de material producido; y
- costes elevados.

La utilización de esta técnica se justifica por la calidad del material vegetal, por el hecho de que los viveros están familiarizados con esta técnica y no necesitan grandes equipamientos ni tecnología.

Las plantas jóvenes se eligen del clon que se propagará (portainjerto o variedad), que se siembran a razón de 1,50 a 2,50 m en la línea y de 2 a 3 m entre las líneas (Figura 5.2a), en un suelo arenoso, para facilitar el desprendimiento de las plantas sin dañar las raíces (Serrano et. al. 2001). Cuando estas plantas alcanzan suficiente diámetro y vigor, generalmente entre el cuarto y quinto año, se las rebaja progresivamente hasta que estén a 10 cm del suelo. El corte debe protegerse con material cicatrizante. Los rebrotes que surgen desde la base se dejan crecer libremente hasta que alcanzan de 30 a 40 centímetros, lo que normalmente ocurre entre finales de mayo y principios de junio. En esta altura, se debe defoliar el tercio inferior de cada brote y hacer un anillado con alambre cerca de la base de los brotes. En la base de los brotes, para mejorar el enraizamiento, se puede aplicar hormona de enraizamiento.

Posteriormente, la base de los rebrotes se cubre con tierra y, si es necesario, se debe regar. A medida que crecen,





Figura 5.1 – Multiplicação seminal de *C. sativa*: **A)** em vaso; **B)** no chão.
 Multiplicación por semillas de *C. sativa*: **A)** en maceta; **B)** en el suelo.



Figura 5.2 – **A)** Campo de pés-mães para propagação por amontoa e **B)** porta-enxerto Marsol com um ano, após arranque.
A) Campo de pies madre para propagación por aporcado e **B)** portainjerto Marsol con un año, después del arranque.

Posteriormente, a base dos rebentos é coberta de terra e, em caso de necessidade deve regar-se. Consoante crescem, os rebentos devem ser apertados para terem uma configuração mais ereta. Em dezembro/janeiro é feita a separação dos rebentos enraizados da planta-mãe (Figura 5.2b). As plantas que apresentem bom crescimento e um bom sistema radicular são comercializadas e plantadas no local definitivo. As plantas mais pequenas e com poucas raízes são plantadas em viveiro, sendo, então, transplantadas para local definitivo no ano seguinte. Um ano após a plantação no local definitivo, em geral as plantas estão com crescimento adequado para enxertar.

Micropropagação

A micropropagação ou propagação *in vitro* é uma técnica de multiplicação vegetativa realizada em laboratórios especializados, geralmente utilizada para a obtenção de plantas em grande escala. Esta técnica baseia-se na utilização de células ou tecidos vegetais para a produção de um elevado número de plantas. Uma vez que se baseia na utilização de pequenos tecidos, contrariamente à amontoa, não requer a existência de um campo de pés-mãe e permite a produção de plantas durante todo o ano, independentemente das condições climáticas.

O processo de micropropagação divide-se em diferentes fases, nomeadamente:

- **Fase 0 - Seleção e preparação da planta-mãe:** antes de iniciar a micropropagação, é necessário proceder à seleção e preparação da planta-mãe. Todas as plantas originadas serão geneticamente iguais à planta-mãe, pelo que, esta seleção e tratamento adequado são essenciais para a obtenção de bons clones.
- **Fase 1 - Estabelecimento *in vitro*:** após a recolha de material vegetal da planta-mãe (geralmente ramos jovens), procede-se à sua desinfeção, manipulação e inoculação em meio de cultura apropriado.
- **Fase 2 - Multiplicação *in vitro*:** o material vegetal estabelecido com sucesso irá posteriormente desenvolver, formar novos rebentos axilares e

los rebrotes deben apretarse para mantener la mayor verticalidad posible. En diciembre/enero se realiza la separación de los rebrotes enraizados de la planta madre (Figura 5.2b). Las plantas que muestran un buen crecimiento y un buen sistema radicular son comercializadas y plantadas en la ubicación final. Las plantas más pequeñas con pocas raíces se plantan en un vivero y al año siguiente, se trasplantan al lugar definitivo. Generalmente, un año después de plantar en el lugar definitivo, las plantas han tenido un desarrollo adecuado para injertarse.

Micropropagación

La micropropagación o propagación *in vitro* es una técnica de multiplicación vegetativa realizada en laboratorios especializados, generalmente utilizada para obtener plantas a gran escala. Esta técnica se basa en el uso de células o tejidos vegetales para producir una gran cantidad de plantas. Dado que se basa en el uso de pequeños tejidos, en contraste con el aporcado, no requiere de la existencia de un campo de pies madre y permite la producción de plantas durante todo el año, independientemente de las condiciones climáticas.

El proceso de micropropagación se divide en diferentes fases, que se explican a continuación:

- **Fase 0 - Selección y preparación de la planta madre:** antes de comenzar la micropropagación, es necesario proceder a la selección y preparación de la planta madre. Todas las plantas originadas serán genéticamente iguales a la planta madre, por lo que esta selección y el tratamiento adecuado son esenciales para la obtención de buenos clones.
- **Fase 1 - Establecimiento *in vitro*:** después de la recolección de material vegetal de la planta madre (generalmente ramos jóvenes), se procede a la desinfección, manipulación e inoculación en un medio de cultivo apropiado.
- **Fase 2 - Multiplicación *in vitro*:** el material vegetal establecido con éxito se desarrollará posteriormente, formará nuevos rebrotes axilares y de esta forma se multiplicará (Figura 5.3a),



desta forma multiplicar-se (Figura 5.3a), permitindo a sua manipulação de forma sucessiva até se obter a quantidade de material vegetal suficiente para passar à fase de enraizamento.

- **Fase 3 - Enraizamento *in vitro*:** após a multiplicação dos rebentos segue-se a fase de enraizamento, conhecida pela promoção do desenvolvimento do sistema radicular dos tecidos (Figura 5.3b), que finalmente irão dar origem a pequenas plântulas.
- **Fase 4 - Aclimatização *ex vitro*:** posteriormente à obtenção das plântulas em laboratório, segue-se a fase de aclimatização (Figura 5.3c). Esta fase é normalmente realizada em estufas ou unidades de aclimatização, onde há uma adaptação gradual das condições laboratoriais para as condições ambientais que a planta estará sujeita em campo.

A micropropagação é atualmente o único método que garante qualidade genética e fitossanitária em simultâneo, uma vez que todas as plantas provenientes desta técnica

permitindo su manipulación sucesiva hasta que se obtenga la cantidad de material vegetal suficiente para pasar a la etapa de enraizamiento.

- **Fase 3 - Enraizamiento *in vitro*:** después de la multiplicación de los rebrotes, sigue la fase de enraizamiento, conocida por promover el desarrollo del sistema radicular de los tejidos (Figura 5.3b), que finalmente dará lugar a pequeñas plántulas.
- **Fase 4 - Aclimatación *ex vitro*:** después de obtener las plántulas en el laboratorio, sigue la fase de aclimatación (Figura 5.3c). Esta fase se lleva a cabo normalmente en invernaderos o unidades de aclimatación, donde hay una adaptación gradual de las condiciones de laboratorio a las condiciones ambientales a las que la planta estará sujeta en el campo.

Actualmente, la micropropagación es el único método que garantiza la calidad genética y fitosanitaria al mismo tiempo, ya que todas las plantas derivadas de esta técnica

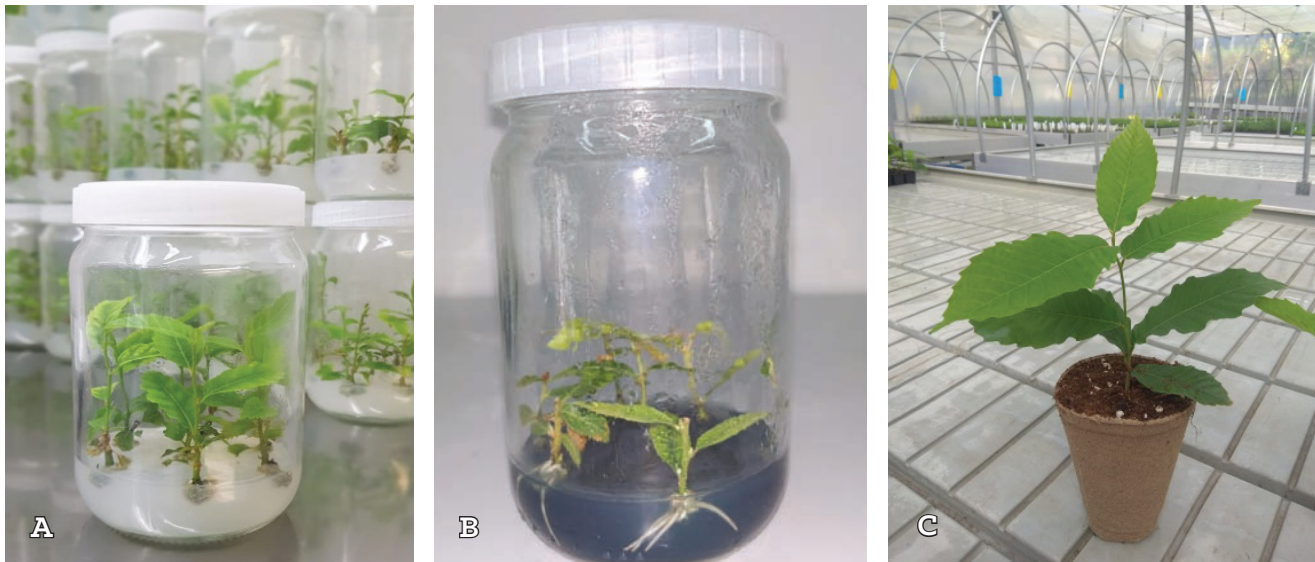


Figura 5.3 – Plântulas de castanheiro porta-enxerto Marsol, em fase de multiplicação *in vitro* e aclimação. Plântulas de castaño portainjerto Marsol, en fase de multiplicación *in vitro* y aclimatación (Laboratório de Biotecnologia Vegetal, Deifil Technology Lda).

são isentas de quaisquer pragas e doenças e ainda geneticamente iguais à planta mãe que lhes deu origem. A obtenção de um elevado número de plantas num curto espaço de tempo, e o controlo das condições de crescimento das plantas, faz da micropropagação um método de eleição. É o mais recente método de multiplicação vegetativa, atualmente já utilizado para a produção em grande escala, que tendencialmente será o método preferencial para a obtenção de plantas para novos pomares, pela garantia de qualidade das plantas obtidas. Geralmente utiliza-se a micropropagação para a obtenção dos porta-enxertos de castanheiro, por se tratar de clones selecionados que apresentam características de elevado interesse, como por exemplo, resistência à doença da tinta (*Phytophthora* spp.).

O crescimento da cultura do castanheiro em Portugal e por todo o território mediterrâneo, fez com que atualmente laboratórios industriais especializados na micropropagação, apostassem na produção de plantas de castanheiro, nomeadamente de porta-enxertos híbridos, e ainda na utilização desta técnica no melhoramento vegetal da espécie.

Propagação por estacas herbáceas

A utilização da estacaria na propagação de porta-enxertos ou variedades auto-enraizadas de castanheiro é um método pouco utilizado, devido às baixas taxas de sucesso no enraizamento, idealmente deverá ser realizado em estufa com controlo de temperatura e humidade.

Após o corte dos jovens lançamentos, estes devem colocar-se em ambiente fresco e húmido. As estacas herbáceas devem ser feitas no dia do corte dos lançamentos ou dia seguinte. Às estacas é feito um corte inclinado junto à última gema e são-lhes retiradas as folhas deixando as duas últimas que são cortadas a meio, para reduzir a perda de água. Imediatamente antes de as colocar na bancada deverá ser aplicado um tratamento hormonal na base e cerca de metade do comprimento das estacas deve ficar enterrada.

O sucesso da propagação do castanheiro por estacaria depende essencialmente da utilização de estacas na fase fisiológica apropriada, reunindo um conjunto de con-

estão livres de pragas y enfermedades y siguen siendo genéticamente iguales a la planta madre que las originó. La obtención de una gran cantidad de plantas en un corto período de tiempo y el control de las condiciones de crecimiento de las plantas hacen de la micropropagación un método de elección. Es el método más reciente de multiplicación vegetativa, actualmente utilizado para la producción a gran escala, que tenderá a ser el método preferido para obtener plantas para nuevas plantaciones, garantizando la calidad de las plantas obtenidas. En general, la micropropagación se utiliza para obtener portainjertos de castaño, ya que estos son clones seleccionados que tienen características de alto interés, como por ejemplo, la resistencia a la enfermedad de la tinta (*Phytophthora* spp.).

El aumento del cultivo del castaño en Portugal y en todo el territorio mediterráneo ha llevado a los laboratorios industriales especializados en micropropagación a invertir en la producción de plantas de castaño, concretamente portainjertos híbridos, y en el uso de esta técnica en los procesos de mejora vegetal de esta especie.

Propagación por esquejes herbáceos

El uso de estacas en la propagación de portainjertos o variedades autoenraizantes de castaño es un método poco utilizado, debido a las bajas tasas de éxito en el enraizamiento, idealmente debe llevarse a cabo en un invernadero con control de temperatura y humedad.

Después de cortar los brotes jóvenes, estos se deben colocarse en un ambiente fresco y húmido. Los esquejes herbáceos deben realizarse en el mismo día de corte de los brotes o al día siguiente. En los esquejes se realiza un corte inclinado al lado de la última yema y las hojas son retiradas, dejando las dos últimas que son cortadas por la mitad, para reducir la pérdida de agua. Justo antes de colocarlos en la bancada, se debe aplicar un tratamiento hormonal en la base y se debe enterrar aproximadamente la mitad de la longitud de los esquejes.

El éxito de la propagación del castaño mediante el corte depende esencialmente de la utilización de los esquejes en la fase fisiológica adecuada, reuniendo un conjunto de



dições que permitam que a superfície das folhas se conserve sempre húmida, uma temperatura na base da estaca superior a 18 °C e ainda que a temperatura ambiental ao nível da parte aérea das estacas nunca ultrapasse os 22 °C (Bento *et al.* 1997).

As estacas enraizadas são posteriormente transplantadas para vasos, permanecendo na estufa até à primavera seguinte. Em dezembro/janeiro estão prontas para serem plantadas no local definitivo.

Enxertia

A enxertia é uma técnica que consiste na união de plantas de modo a que formem um só indivíduo. Numa árvore enxertada, distinguem-se duas partes, uma situada abaixo do ponto de enxertia, a que se dá o nome de porta-enxerto ou cavalo e outra situada acima do ponto de enxertia, o enxerto ou garfo.

A enxertia é a técnica de propagação que nos permite adaptar as árvores às diferentes condições edafo-climáticas, através da utilização de porta-enxertos com características específicas como sejam por exemplo a maior resistência a seca, ao frio, a doenças do solo, etc., e propagar as cultivares mais produtivas, de melhor qualidade gustativa e com maior valor comercial, bem como encurtar o período de entrada em produção (Costa *et al.*, 2008).

Ao executar a enxertia, deve ter-se o cuidado de seleccionar bem as árvores das quais irá ser retirado o enxerto. Este deve ser retirado de árvores de adultas, da variedade que pretendemos e que não apresentem problemas fitossanitários.

O sucesso da enxertia depende da:

- Obtenção de garfos a partir de árvores sãs e de boas características produtivas.
- Escolha do tipo adequado de enxertia.
- Realização da enxertia na altura adequada.
- Utilização de materiais adequados para atar o enxerto e isolar as feridas.
- Limpeza e desinfeção dos utensílios utilizados.

Os tipos de enxertia mais utilizados no castanheiro são: encosto, fenda, borbulha, coroa e canudo.

condiciones que permitan que la superficie de las hojas permanezca siempre húmeda, una temperatura en la base del corte superior a 18 °C y aunque la temperatura ambiente al nivel de la parte aérea de los esquejes nunca excede los 22 °C (Bento *et al.* 1997).

Los esquejes enraizados son posteriormente trasplantados a macetas y permaneciendo en el invernadero hasta la primavera siguiente. En diciembre/enero están listos para ser plantados en el local definitivo.

Injerto

El injerto es una técnica que consiste en la unión de plantas para que formen un solo individuo. En un árbol injertado, se distinguen dos partes, una situada por debajo del punto de injerto que se llama portainjerto y otra situada por encima del punto del injerto, el injerto, propiamente dicho.

El injerto es la técnica de propagación que nos permite adaptar los árboles a diferentes condiciones edafoclimáticas, mediante la utilización de portainjertos con características específicas como, por ejemplo, una mayor resistencia a la sequía, al frío, o a las enfermedades del suelo, etc., y propagan los cultivares más productivos, de mejor calidad gustativa y con mayor valor comercial, además de acortar el período de entrada en producción (Costa *et al.*, 2008).

Al realizar el injerto se debe tener especial cuidado en seleccionar correctamente los árboles de los que se cogerá la parte del injerto (yemas). Esta, se debe coger de los árboles adultos, de la variedad que pretendemos y que no presenten problemas fitosanitarios.

El éxito del injerto depende de:

- Obtención de yemas de árboles sanos y con buenas características productivas.
- Elección del tipo apropiado de injerto.
- Realización del injerto en el momento más apropiado.
- Uso de materiales adecuados para sujeción del injerto y proteger las heridas.
- Limpieza y desinfección de los utensilios utilizados.

Los tipos de injerto más utilizados en el castaño son: ingles, hendidura, yema, corona y asiento.



Enxertia de fenda inglesa ou encosto

A enxertia de fenda inglesa vulgarmente denominada encosto consiste na união lateral de um garfo a um porta-enxerto, com o mesmo diâmetro. O enxerto de encosto pode ser executado entre março e abril, dependendo da região e condições climáticas do ano (Serrano *et. al.* 2001). Tanto no garfo, como no ramo do porta-enxerto, é efetuado um corte transversal de modo que, ao juntá-los, cada uma das partes coincida perfeitamente (Figura 5.4a). Uma vez juntas, a união é consolidada com rafia ou fita de enxertia. Por fim, a extremidade do enxerto é isolada com material isolante (Figura 5.4b).

Enxertia de Fenda

A enxertia de fenda consiste na introdução de um ou dois garfos, com 2 a 5 cm de diâmetro, no porta-enxerto. A execução pode fazer-se entre meados de março e meados de abril. Os garfos devem provir de ramos do ano anterior, ramos bem formados, casca lisa e gomos abundantes. O Enxerto é cortado em bisel, de modo a formar uma cunha com aproximadamente 2 a 3 cm (Figura 5.5a). O porta-enxerto onde se pretende executar o enxerto é cortado horizontalmente e é aberta uma fenda na qual será introduzido o garfo. Depois, ata-se o porta-enxerto com rafia ou fita de enxertia e cobrem-se as partes cortadas com material isolante (Figura 5.5b).

Enxertia de coroa

A enxertia de coroa consiste na introdução de três ou mais garfos, com 2 a 5 cm de diâmetro, no porta-enxerto. A execução pode fazer-se entre início de abril e início de maio. Os garfos devem provir de ramos do ano anterior, ramos bem formados, casca lisa e gomos abundantes. O Enxerto é cortado na diagonal em bisel só de um lado, de modo a formar uma cunha com aproximadamente 2 a 3 cm (Figura 5.6a). O porta-enxerto onde se pretende executar o enxerto é cortado horizontalmente e é feita uma abertura na casca na qual será introduzido o garfo. Depois, ata-se o porta-enxerto com rafia ou fita de enxertia e cobrem-se as partes cortadas com material isolante (Figura 5.6b).

Injerto inglês

El injerto de inglés comúnmente conocido como “de lengüeta” consiste en la unión lateral de una púa a un portainjerto, con el mismo diámetro. Este injerto puede realizarse entre marzo y abril, dependiendo de la región y las condiciones climáticas del año (Serrano *et. al.* 2001). Tanto en púa como en el ramo del portainjerto, se realiza un corte transversal de modo que, al unirlos, cada parte una de las partes coincida perfectamente (Figura 5.4a). Una vez unidos, la unión se consolida con rafia o cinta de injertar. Finalmente, en el extremo del injerto se aplicará material protector (Figura 5.4b).

Injerto de hendidura

El injerto de hendidura consiste en introducir una o dos púas, de 2 a 5 cm de diámetro, en el portainjerto. La ejecución puede tener lugar desde mediados de marzo hasta mediados de abril. Las púas deben provenir de los ramos del año anterior, ramos bien formados, corteza lisa y yemas abundantes. La púa se corta en bisel para formar una cuña de aproximadamente 2 a 3 cm (Figura 5.5a). El portainjerto donde se realizará el injerto se corta horizontalmente y se abre por el medio una grieta en la que se insertará la púa. Luego, el portainjerto se ata con rafia o cinta de injerto y las partes cortadas se cubren con material protector (Figura 5.5b).

Injerto de corona

El injerto de corona consiste en introducir tres o más púas, de 2 a 5 cm de diámetro, en el portainjerto. La ejecución puede tener lugar desde principios de abril hasta principios de mayo. Las púas deben provenir de las ramas del año anterior, ramas bien formadas, corteza lisa y yemas abundantes. La púa se corta diagonalmente en bisel por un solo lado, para formar una cuña de aproximadamente 2 a 3 cm (Figura 5.6a). El portainjerto donde se realizará el injerto se corta horizontalmente y se hace una abertura en la carcasa en la que se insertará la púa. Luego, el portainjerto se ata con rafia o cinta de injerto y las partes cortadas se cubren con material protector (Figura 5.6b).





Figura 5.4 – Enxertia de encosto: preparação do garfo (A); enxertia atada e cortes isolados (B).
Injerto de inglés: preparación de la púa (A); injerto atado y cortes protegidos (B).



Figura 5.5 – Enxertia de fenda: preparação do garfo (A); enxertia atada e cortes isolados (B).
Injerto de hendidura: preparación de la púa (A); injerto atado y con los cortes protegidos (B).



Figura 5.6 – Enxertia de coroa: preparação do garfo (A); enxertia atada e corte protegido (B).
Injerto de corona: preparación de la púa (A); injerto atado y corte protegido (B).



Figura 5.7 – Enxertia de borbulha: preparação da borbulha (A); enxertia atada (B).
Injerto de yema: preparación de la yema (A); injerto atado (B).

Enxertia de borbulha

A enxertia de borbulha consiste na introdução de um gomo/borbulha no porta-enxerto. A execução pode fazer-se entre meados de abril e fim de maio (Figura 5.7a), usando gomos dormentes conservados no frio. Pode ainda fazer-se em setembro, com gomos dormentes colhidos nessa altura, gomos que só abroham no ano seguinte. No porta-enxerto onde se pretende executar o enxerto é efetuado um corte da casca em T na qual será introduzido o gomo. Depois, ata-se com rafia ou fita de enxertia (Figura 5.7b).

Enxertia de canudo

A enxertia de canudo consiste na introdução de um garfo com dois ou mais gomos no porta-enxerto. A execução pode fazer-se em maio, quando se inicia a circulação da seiva e é possível destacar a casca sem a danificar. Os garfos devem provir de ramos do ano anterior, ramos bem formados e casca lisa. O enxerto consiste em 4 a 5 cm de casca destacada e intacta (Figura 5.8a). O porta-enxerto onde se pretende executar o enxerto é cortado horizontalmente e é destacado 4 ou 5 cm de casca, sem danificar o lenho, no qual será introduzido o garfo. O diâmetro do garfo e porta-enxerto devem ser iguais, de contrário compromete-se o sucesso da enxertia. Depois, ata-se o porta-enxerto com rafia ou fita de enxertia e cobrem-se as partes cortadas com material isolante (Figura 5.8b).

Injerto de yema

El injerto de yema consiste en introducir una yema en el portainjerto. Se puede realizar entre mediados de abril y finales de mayo (Figura 5.7a), utilizando yemas en dormancia hibernal que se mantienen en frío. También se puede hacer en septiembre, con yemas latentes recogidas en esa misma altura, estas yemas solo brotarán al año siguiente. En el portainjerto donde se realizará el injerto, se realiza un corte de la corteza en T en el que se insertará la yema. Luego, se asegura con rafia o cinta de injerto (Figura 5.7b).

Injerto de asiento

El injerto de asiento consiste en introducir una púa con dos o más yemas en el portainjerto. Se puede realizar en mayo, cuando comienza la circulación de la savia y es posible desprender la piel sin dañarla. Las púas deben provenir de ramas del año anterior, ramas bien formadas y piel lisa. El injerto consta de 4 a 5 cm de piel desprendida e intacta (Figura 5.8a). El portainjerto donde se realizará el injerto se corta horizontalmente y se separan 4 o 5 cm de corteza, sin dañar la madera, en la que se insertará la púa. El diámetro de la púa y el portainjerto debe ser el mismo, de lo contrario el éxito del injerto se ve comprometido. Luego, el portainjerto se ata con rafia o cinta de injerto y las partes cortadas se cubren con material protector (Figura 5.8b).





Figura 5.8 – Enxertia de canudo: preparação do cavalo (A); colocação do canudo (B).
Injerto de asiento: preparación del portainjerto (A); colocación de la púa (B).

Para a realização da enxertia, usa-se a tesoura de poda e navalha de enxertia. No caso de árvores adultas, será necessário um serrote ou motosserra. Todos os utensílios usados devem estar bem afiados para garantir cortes precisos e lisos. Após cada enxertia, devem limpar-se e desinfetar-se antes de proceder a nova enxertia. É ainda necessário material para apertar e isolar as feridas.

Principais porta-enxertos

Os porta-enxertos podem ser obtidos por via seminal de *C. sativa*, a que chamamos porta-enxertos francos, por via vegetativa, tomando então o nome de porta-enxertos clonais. Menos comum é o uso de porta-enxertos seminais de castanheiro híbridos. Neste documento vamos abordar as características dos porta-enxertos mais usados em Portugal.

Porta-enxertos seminais de *C. sativa*

São os porta-enxertos usados tradicionalmente pela fileira, facilmente identificados pela presença de uma raiz apumada. São porta-enxertos que conferem portes mais vigorosos aos castanheiro, elevada rusticidade, excelente adaptação à grande maioria dos solos e clima, excelente compatibilidade de enxertia com todas as variedades autóct-

Para la realización de injertos, se utilizan tijeras de podar y navajas de injertar. En el caso de árboles adultos, se requerirá una sierra o motosierra. Todos los utensilios utilizados deben estar bien afilados para garantizar cortes precisos y lisos. Después de cada injerto, deben limpiarse y desinfectarse antes de proceder con el nuevo injerto. También es necesario material para apretar y proteger las heridas.

Principales porta-injertos

Los portainjertos se pueden obtener a partir de semilla de *C. sativa*, llamados portainjertos francos, o a través de multiplicación vegetativa, llamados entonces portainjertos clonales. Menos común es el uso de portainjertos de semilla proveniente de castaños híbridos. En este documento abordaremos las características de los portainjertos más utilizados en Portugal.

Portainjertos de semilla de *C. sativa*

Son los portainjertos utilizados tradicionalmente para el cultivo, fácilmente identificables por la presencia de una raíz pivotante. Estos portainjertos dan a los castaños portes más vigorosos, alta rusticidad, excelente adaptación a la gran mayoría de los suelos y el clima, excelente compatibilidad de injerto con todas las variedades autóctonas y un

tones e custo relativamente baixo. Contudo, apresentam dois grandes inconvenientes: a falta de resistência à doença da tinta e alguma heterogeneidade dos souts, devida às diferenças de vigor.

Porta-enxertos híbridos clonais

Este tipo de porta-enxertos foi desenvolvido para mitigar os inconvenientes dos porta-enxertos francos, em particularmente a sensibilidade à doença da tinta. Numa fase inicial resultaram cruzamentos entre *C. sativa* e *C. crenata* e, mais recentemente cruzamentos entre *C. sativa* e *C. mollissima*. Desses programas de melhoramento desenvolvido em França, Espanha e Portugal resultaram diversos porta-enxertos híbridos resistentes as doenças do solo, particularmente à doença da tinta, dos quais o Ferrosacre (Ca90) é o mais conhecido e usado em Portugal. Além do Ca90 são ainda usados o Marsol (CA007), Maraval (CA74) e ColUTAD. Deve ser evitado o uso, como porta-enxerto, de material vegetal com reduzida compatibilidade de enxertia com as variedades autóctones, como seja o Marigoule (CA15) e o Maruxa (90044).

Ferrosacre (Ca90)

O Ferrosacre é um híbrido de cruzamento natural com *C. mollissima* (Breisch, H. & Hennion, B. 2004). Como porta-enxerto são de destacar as seguintes características: médio vigor, elevada resistência à doença da tinta, boa compatibilidade com a maioria das variedades portuguesas de castanha. É sensível ao frio, pelo que se recomenda a sua utilização apenas até aos 750 metros de altitude e locais com ausência de geadas tardias. É um porta-enxerto indicado para retanchas ou locais onde a doença da tinta esteja a provocar a morte de castanheiros. É muito mais exigente que os porta-enxertos francos no tipo de solos, exigindo solos profundos e férteis. Em solos mais pobres, deverá instalar-se rega. Este tipo de porta-enxerto tem ainda a vantagem de conferir alguma diminuição do porte das árvores, permitindo um aumento da densidade de plantação.

coste relativamente baixo. Sin embargo, tienen dos inconvenientes principales: la falta de resistencia a la enfermedad de la tinta y cierta heterogeneidad de las plantaciones, debido a las diferencias en el vigor.

Portainjertos híbridos clonales.

Este tipo de portainjertos fue desarrollado para mitigar los inconvenientes de los portainjertos francos, particularmente la sensibilidad a la enfermedad de la tinta. En una fase inicial, se realizaron cruces entre *C. sativa* y *C. crenata*, y más recientemente cruces entre *C. sativa* y *C. mollissima*. De estos programas de mejora desarrollados en Francia, España y Portugal se obtuvieron como resultado varios portainjertos híbridos resistentes a las enfermedades del suelo, particularmente a la enfermedad de la tinta, de los cuales Ferrosacre (Ca90) es el más conocido y utilizado en Portugal. Además del Ca90, también se utilizan: Marsol (CA007), Maraval (CA74) y ColUTAD. Se debe evitar el uso, como portainjerto, de material vegetal con compatibilidad de injerto reducida con variedades autóctonas, como Marigoule (CA15) y Maruxa (90044).

Ferrosacre (Ca90)

Ferrosacre es un híbrido de cruzamiento natural con *C. mollissima* (Breisch, H. y Hennion, B. 2004). Como portainjerto, hay que destacar las siguientes características: vigor medio, alta resistencia a la enfermedad de la tinta, buena compatibilidad con la mayoría de las variedades de castaño portuguesas. Es sensible al frío, por lo que se recomienda usarlo solo hasta 750 metros de altitud y lugares sin heladas tardías. Es un portainjerto indicado para replantaciones o lugares donde la enfermedad de la tinta está causando mortandad de los castaños. Es mucho más exigente que los portainjertos francos en el tipo de suelos, requiere suelos profundos y fértiles. En suelos pobres se debe regar para tener un desarrollo óptimo. Este tipo de portainjerto también tiene la ventaja de reducir el tamaño de los árboles, lo que permite un aumento en la densidad de plantación.



Marsol (CA007)

O Marsol é um híbrido entre *C. crenata* x *C. sativa* desenvolvido pelo INRA (Breisch, H. & Hennion, B. 2004). Como porta-enxerto são de destacar as seguintes características: muito vigoroso (intermédio entre os porta-enxertos francos e o Cago), resistente à doença da tinta (menor que o Cago), boa compatibilidade com a maioria das variedades portuguesas de castanha. É ligeiramente sensível ao frio, pelo que se recomenda a sua utilização apenas até aos 800 metros de altitude e locais com ausência de geadas tardias. É um porta-enxerto relativamente rústico, muito menos exigente que o Cago e ColUTAD em termos de solo e necessidades hídricas. Mesmo depois de enxertadas as plantas Marsol são menos suscetíveis a septoriose e induzem alguma precocidade a variedade enxertada.

ColUTAD

O ColUTAD é um híbrido entre *C. sativa* x *C. crenata* resultante do programa de melhoramento desenvolvido pelo Centro de Estudos do Castanheiro em Alcobça e mais tarde pela Direção Geral das Florestas, Escola Superior Agrária de Bragança e Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Martins et al., 2009). Apesar da pouca informação disponível, enquanto porta-enxerto são de destacar as seguintes características: médio vigor (inferior ao Cago), resistente à doença da tinta (semelhante ao Cago), informação escassa quanto à compatibilidade com as variedades autóctones de castanha. Relativamente a este assunto, Henrique & Borges 2017, referem “O superar ou evitar eventuais contingências de falta de afinidade na enxertia, em virtude de manifestar aptidão rizogénica, quer pelo processo de amontoa, quer pelo enraizamento de estacas caulinares, o que lhe permite ser utilizado como produtor direto”. É mais exigente que o porta-enxertos Cago no tipo de solos, exigindo solos profundos e férteis, se possível com rega. Dado o menor porte das árvores, deverá aumentar a densidade de plantação.

Maraval (CA 74)

O Maraval é um híbrido entre *C. crenata* x *C. sativa* desenvolvido pelo INRA (Breisch, H. & Hennion, B. 2004).

Marsol (CA007)

El Marsol es un híbrido entre *C. crenata* x *C. sativa* desarrollado por el INRA (Breisch, H. & Hennion, B. 2004). Como portainjerto, vale la pena mencionar las siguientes características: muy vigoroso (intermedio entre los portainjertos francos y Cago), resistente a la enfermedad de la tinta (menor que el Cago), buena compatibilidad con la mayoría de las variedades de castaño portuguesas. Es ligeramente sensible al frío, por lo que se recomienda usarlo solo hasta 800 metros de altitud y en lugares sin heladas tardías. Es un portainjertos relativamente rústico, mucho menos exigente que Cago y ColUTAD en términos de necesidades de suelo y agua. Incluso después del injerto, las plantas Marsol son menos susceptibles a la septoriosis e inducen precocidad a la variedad injertada.

ColUTAD

ColUTAD es un híbrido entre *C. sativa* x *C. crenata* resultante del programa de mejoramiento desarrollado por el Centro de Estudios del Castanheiro en Alcobça y más tarde por la Dirección Geral das Florestas, Escola Superior Agrária de Bragança y Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Martins et al., 2009). A pesar de la poca información disponible, como portainjerto, deben destacarse las siguientes características: vigor medio (inferior a Cago), resistente a la enfermedad de la tinta (semejante a Cago), escasa información sobre la compatibilidad con las variedades nativas de castaño. Con respecto a este asunto, Henrique & Borges 2017, se refieren a “Superar o evitar eventuales contingencias de falta de afinidad en el injerto, debido a la manifestación de aptitud rizogénica, ya sea a través del proceso de aporcado o mediante el enraizamiento de esquejes, lo que le permite ser utilizado como productor directo”. Es más exigente que el portainjerto Cago en el tipo de suelo, requiriendo suelos profundos y fértiles, si es posible con riego. Dado el porte más pequeño de los árboles, se deberá aumentar la densidad de plantación.

Maraval (CA 74)

Maraval es un híbrido entre *C. crenata* x *C. sativa* desarrollado por el INRA (Breisch, H. & Hennion, B. 2004). Como por-





Figura 5.9 – Porta-enxertos Marsol: **A)** obtidos por amontoa; **B)** obtidos por micropropagação e engorda no terreno.
 Portainjertos Marsol: **A)** obtenidos por micropropagación y desarrollo en el terreno. **B)** obtenidos por aporcado.



Como porta-enxerto são de destacar as seguintes características: vigor médio, resistente à doença da tinta, boa compatibilidade com a maioria das variedades portuguesas de castanha: Judia, Longal e Martainha. É um porta-enxerto relativamente rústico, muito menos exigente que o Cago e ColUTAD em termos de solo e necessidades hídricas.

Porta-enxertos híbridos seminais

Alguns viveiros Portugueses também colocam no mercado porta-enxertos seminais provenientes de castanhas híbridas. Este tipo de material apresenta alguns inconvenientes como seja a heterogeneidade de vigor, incerteza quanto à compatibilidade da enxertia com as variedades portuguesas, etc. O único aspeto positivo deste material, comparativamente aos porta-enxertos seminais de *C. sativa*, diz respeito a alguma resistência relativa à doença da tinta que possuem.

Principais variedades

Existe uma grande diversidade de variedades de castanha a nível mundial e em Portugal. Esta grande riqueza genética permite aos produtores a escolha das variedades mais adaptadas às condições da região onde pretende instalar o souto. No entanto, nas últimas décadas, assiste-se a uma tendência para assentar a produção num conjunto muito reduzido de variedades, dados os requisitos atuais do mercado, que exige castanhas de bom calibre, fáceis de descascar, com boa aparência, etc. De acordo com Bergougnoux et. al. (1978), as características que mais interessam na castanha dependem do destino da produção, mas em geral, exige-se reduzida percentagem de frutos polispérmicos (castanha tipo “marron” - % de frutos polispérmicos inferior a 12%), facilidade de descasque, bom calibre do fruto, baixa sensibilidade ao rachamento, a cor, ausência de septos e o sabor. De fato, dependendo do destino da produção as exigências são diferentes:

- **Consumo em fresco** – castanha de bom calibre, pouco septada, fácil de descascar, boa qualidade (ausência de bichado e podridão), boa capacidade de conservação, bom aspeto e sabor.

tainjerto, destacan las siguientes características: vigor medio, resistente a la enfermedad de la tinta, buena compatibilidad con la mayoría de las variedades de castaño portuguesas: Judía, Longal y Martainha. Es un portainjerto relativamente rústico, mucho menos exigente que el Cago y ColUTAD en términos de necesidades de suelo y necesidades hídricas.

Portainjertos de semilla híbrida

Algunos viveros portugueses también colocan en el mercado portainjertos de semilla provenientes de castañas híbridas. Este tipo de material tiene algunos inconvenientes, como la heterogeneidad del vigor, la incerteza sobre la compatibilidad del injerto con las variedades portuguesas, etc. El único aspecto positivo de este material, en comparación con los portainjertos de semilla de *C. sativa*, es que posee cierta resistencia a la enfermedad de la tinta.

Variedades principales

Existe una gran diversidad de variedades de castañas en todo el mundo y en Portugal. Esta gran riqueza genética permite a los productores elegir las variedades mejor adaptadas a las condiciones de la región donde pretenden instalar el cultivo. Sin embargo, en las últimas décadas, ha habido una tendencia a basar la producción en un conjunto muy pequeño de variedades, dados los requisitos actuales del mercado, que requiere castañas de buen calibre, fáciles de pelar, con buena apariencia, etc. De acuerdo con Bergougnoux et. al. (1978), las características que más interesan en la castaña dependen del destino de la producción, pero en general, se requiere un bajo porcentaje de frutos polispermicos (castaña tipo “marron” - % de frutos polispermicos inferior al 12%), fáciles de pelar, buen calibre, baja sensibilidad al agrietado, color, ausencia de tabicación y buen sabor. De hecho, dependiendo del destino de producción, los requisitos son diferentes:

- **Consumo fresco:** castaña de buen calibre, poco septada, fácil de pelar, buena calidad (ausencia de agusanado ni pudrición), buena capacidad de conservación, buen aspecto y sabor.



- **Agro-indústria** – as características exigidas depende do tipo de transformação:
 - **1ª transformação:** castanha tipo “Marron”, bom calibre, pouco septada, fácil de descascar, boa qualidade (ausência de bichado e podridão), bom aspeto e sabor.
 - **2ª transformação:** castanha tipo “Marron”, bom calibre e homogéneo, sem septos, fácil de descascar, boa qualidade (ausência de bichado e podridão), textura adequada e bom sabor. Para farinha, características como o calibre, a textura, aspeto e cor não são importantes.

De acordo com Breisch (1995), as variedades de castanha dividem-se em dois grupos:

- **variedades tipo “Marron”:** baixa percentagem de polispermia e pouco septadas - grande maioria das variedades autóctones;
- **variedades tipo “castanha”:** > 12 % de polispermia e maior quantidade de septos - onde se incluem alguns híbridos produtores diretos e as castanhas bravas.

Face à tecnologia disponível a nível do processamento, a castanha portuguesa tipo “Marron”, descrita anteriormente, é muito apreciada e procurada para a utilização industrial, por empresas Francesas, Italianas e Espanholas, além das empresas Portuguesas. Estas variedades são igualmente muito apreciadas no mercado para consumo em natura e, os calibres mais pequenos podem ser usados para a produção de farinhas. As variedades tipo “castanha” não têm aptidão para a transformação industrial, destinam-se exclusivamente para consumo em natura. Efetivamente, a mais-valia da fileira portuguesas da castanha reside nas características e poder de conservação das cultivares autóctones e na sua aptidão para o processamento. Salientar ainda, que o mercado da castanha em fresco (nacional e exportação) apenas representa cerca de 20% a 30% da castanha produzida em Portugal (70 a 80 % é transformada em Portugal ou no estrangeiro) e que o mercado de consumo em fresco é pouco elástico.

No contexto mencionado, os aspetos mais determi-

- **Agroindustria:** las características requeridas dependen del tipo de transformación:
 - **1ª transformación:** castaña tipo “Marron”, buen calibre, poco septada, fácil de pelar, buena calidad (ausencia de agusanado y podredumbre), buen aspecto y sabor.
 - **2ª transformación:** castaña tipo “Marron”, buen calibre y homogéneo, sin tabicación, fácil de pelar, de buena calidad (ausencia de agusanado y podredumbre), textura adecuada y buen sabor. Para la harina, características como el tamaño, la textura, la apariencia y el color no son importantes.

De acuerdo con Breisch (1995), las variedades de castaña se dividen en dos grupos:

- **variedades tipo “Marron”:** bajo porcentaje de polispermia y poco septadas - la gran mayoría de las variedades autóctonas;
- **variedades tipo “castaña”:** > 12% de polispermia y mayor número de tabiques – donde se incluyen algunos híbridos de producción directa y castañas bravas.

En vista de la tecnología de procesamiento disponible, la castaña tipo “Marron” portuguesa, descrita anteriormente, es muy apreciada y buscada para uso industrial por empresas francesas, italianas y españolas, además de empresas portuguesas. Estas variedades también son muy apreciadas en el mercado para el consumo en fresco y las de calibre más pequeño se pueden utilizar para la producción de harina. Las variedades tipo “castañas” no son adecuadas para el procesamiento industrial, están destinadas exclusivamente para el consumo *in natura*. De hecho, el valor agregado del sector de la castaña portuguesa reside en las características y el poder de conservación de los cultivares autóctonos y su aptitud para el procesamiento. También se debe tener en cuenta que el mercado de la castaña fresca (nacional y de exportación) representa solo alrededor del 20% al 30% de la castaña producida en Portugal (70 a 80% es transformada



nantes a considerar na escolha da(s) variedade(s) a instalar, embora dependentes do destino a dar à castanha, estão relacionados com as características agronómicas do material vegetal, de entre os quais destacamos: a sensibilidade a geadas tardias, a produtividade, o calibre do fruto, a resistência/tolerância a doenças e pragas, o período de maturação, a cor e aparência, o sabor, a facilidade de descasque, a aptidão à transformação, etc.

Principais variedades de castanha, cultivadas em Portugal

As variedades Portuguesas de castanha (autóctones) apresentam, de um modo geral, a característica “marron” e com poucos septos. Esta característica assume, hoje em dia, uma importância primordial, já que as torna muito apreciadas e procuradas para a utilização industrial, face igualmente à sua boa aptidão para o descasque.

De seguida apresentam-se as características morfológicas, fisiológicas agronómicas e comerciais das três principais variedades portuguesas na atualidade. No quadro 5.1, apresentam-se de forma resumida as características agronómicas de outras variedades cultivadas em Portugal.

Longal

É a variedade mais cultivada em Portugal, sendo a variedade dominante na DOP Terra Fria e com presença assinalável nas DOP Soutos da Lapa e Padrela.

Árvore: apresenta vigor elevado, porte ereto a semi-ereto e copa piramidal. Folheação entre finais de abril e meados de maio. A folha é verde-escuro brilhante na página superior e verde-claro na página inferior, peciolada, oblongo-lanceolada, com cerca de 19 cm de comprimento e 5 cm de largura (Costa et al., 2008).

Flores: floração ocorre entre a 1ª e a 4ª semana de julho. As flores masculinas (amentilhos) são astaminado a braquistaminado, inseridos na axila das folhas, com cerca de 20 cm de comprimento (Borges et al., 2007).

Fruto: frutos considerados de calibres médio, mas muito variado, oscilando entre os 60-140 frutos/kg. Maturação tardia e frutos de forma alongada/elíptica. É a variedade

em Portugal o en el extranjero) y que el mercado de consumo fresco es poco elástico.

En el contexto mencionado, los aspectos más determinantes a considerar al elegir la variedad o variedades a instalar, aunque dependen del destino que se le dará a la castaña, están relacionados con las características agronómicas del material vegetal, entre los que destacamos: la sensibilidad a heladas tardías, productividad, tamaño del fruto, resistencia / tolerancia a enfermedades y plagas, período de maduración, color y apariencia, sabor, facilidad de pelado, aptitud para el procesamiento, etc.

Principales variedades de castañas cultivadas en Portugal

Las variedades portuguesas de castaña (autóctonas) presentan, de un modo general, la característica “marrón” y con pocos tabiques. Esta característica es hoy en día de suma importancia, ya que las hace muy apreciadas y buscadas para uso industrial, también debido a su buena capacidad para pelar. A continuación se presentan las características morfológicas, fisiológicas, agronómicas y comerciales de las tres variedades portuguesas principales. En el Cuadro 5.1, se resumen las características agronómicas de otras variedades cultivadas en Portugal.

Longal

Es la variedad más cultivada en Portugal, siendo la variedad dominante en la DOP Terra Fria y con una notable presencia en la DOP Soutos da Lapa e Padrela.

Árbol: presenta vigor elevado, porte erecto a semi-erecto y copa piramidal. Foliación entre finales de abril y mediados de mayo. La hoja es de color verde oscuro brillante en el haz y verde claro en el envés, peciolada, oblongo-lanceolada, de unos 19 cm de largo y 5 cm de ancho (Costa et al., 2008).

Flores: la floración se produce entre la 1ª y la 4ª semana de julio. Las flores masculinas (amentos) son estaminadas a braquistaminadas, insertadas en la axila de la hoja, de unos 20 cm de largo (Borges et al., 2007).

Fruto: frutos considerados de tamaño mediano, pero



“Marron” por excelência, com uma baixa percentagem de frutos polispérmicos, mesmos de 1% e ausência de septos. Variedade com excelente deiscência dos ouriços e boa conservação natural. Apresenta um elevado teor em amido, excelente sabor, sendo a variedade preferida do consumidor comum e a variedade de eleição para a indústria, dada a grande facilidade de descasque e a aptidão para o fabrico de conservas, doçaria, creme e farinha. Em suma, é a variedade mais apreciada para consumo em fresco e a preferida da agroindústria. O calibre inferior ao de outras variedades é claramente o único fator desfavorável e, por consequência, menor valorização que tem levado os agricultores a apostar noutras variedades de maior calibre como a Judia.

Judia

É a segunda variedade mais cultivada em Portugal, sendo a variedade dominante na DOP Padrela e com presença assinalável nas DOP Terra Fria e Soutos da Lapa.

Árvore: apresenta vigor médio a elevado, porte ereto a semi-ereto e copa esférico-piramidal. Folheação entre finais de abril e meados de maio. A folha é de cor verde médio na página superior e glabra, e é brilhante e verde mais esbatido na página inferior, peciolada, oblongo-lanceolada, com cerca de 21 cm de comprimento e 5,8 cm de largura (Costa *et al.*, 2008).

Flores: floração ocorre entre a 4ª semana de Junho e a 3ª semana de julho. As flores masculinas são mesostaminadas, com cerca de 16 cm de comprimento.

Fruto: frutos de aspeto semelhantes ao “marron” francês de calibre grande a muito grande, oscilando entre os 40-50 frutos/kg. Maturação semi-tardia e frutos de forma arredondada. Apresenta uma percentagem de frutos polispérmicos média, cerca de 8% e é muito septada, limita muito a sua utilização na indústria, particularmente na de confeitaria, sendo por isso mais adaptada para o consumo em fresco. Variedade com boa deiscência dos ouriços e boa conservação natural. Apresenta uma boa conservação natural e muito indicada para consumo em fresco. Em suma, é a variedade muito apreciada para consumo em fresco e apresenta algumas dificuldades para a agroindústria, dada a

muy variable, que va desde 60-140 frutos / kg. Maduración tardía y frutos alargados/elípticos. Es la variedad “Marron” por excelencia, con un bajo porcentaje de frutos polispermicos, menos del 1% y ausencia de tabicación. Variedad con excelente dehiscencia de los erizos y buena conservación natural. Tiene un alto contenido de almidón, excelente sabor, siendo la variedad preferida del consumidor común y la variedad de elección para la industria, dada la gran facilidad de pelado y la capacidad de fabricar conservas, dulces, crema y harina. En resumen, es la variedad más popular para consumo en fresco y la preferida para el procesamiento industrial. El calibre inferior respecto al de otras variedades es, claramente, el único factor desfavorable y, en consecuencia, es menos apreciada por los agricultores; que apuestan por otras variedades de mayor calibre, como Judía.

Judía

Es la segunda variedad más cultivada en Portugal, siendo la variedad dominante en la DOP Padrela y con una notable presencia en la DOP Terra Fria e Soutos da Lapa.

Árbol: de vigor medio a alto, porte erecto a semi-erecto y copa esférico-piramidal. Foliación entre finales de abril y mediados de mayo. La hoja es de color verde medio en el haz y glabra, y es brillante y verde en el envés, peciolada, oblongo-lanceolada, de unos 21 cm de largo y 5,8 cm de ancho (Costa *et al.*, 2008).

Flores: la floración se produce entre la 4ª semana de junio y la 3ª semana de julio. Las flores masculinas son mesostaminadas, de unos 16 cm de largo.

Fruto: frutos de aspecto semejante al “marron” francés de calibre grande a muy grande, oscilando entre 40-50 frutos/kg. Maduración semi-tardía y frutos redondeados. Tiene un porcentaje promedio de frutos polispermicos, alrededor del 8% y es muy septada, lo que limita en gran medida su uso en la industria, particularmente en confitería, por lo que está más adaptado para el consumo en fresco. Variedad con buena dehiscencia de erizos y buena conservación natural. Presenta una buena conservación natural y muy adecuada para el consumo en fresco. En resumen, es una variedad muy apreciada para consumo en fresco y presenta algunas



maior dificuldade no descasque devida aos septos.

Martaínha

É a terceira variedade mais cultivada em Portugal, sendo a variedade dominante na DOP Soutos da Lapa e com alguma presença nas DOP Terra Fria e Padrela.

Árvore: apresenta vigor médio a elevado, porte aberto e copa ovado-arredondada. Folheação entre meados e finais de abril. A folha é de cor verde médio, brilhante na página superior e verde-claro na página inferior, peciolada, oblongo-lanceolada, com cerca de 20cm de comprimento e 5 cm de largura (Costa et al., 2008).

Flores: floração ocorre entre a 3ª semana de junho e a 3ª semana de julho. As flores masculinas são mesostaminado, com cerca de 22 cm de comprimento (Borges et al., 2007).

Fruto: frutos de aspeto semelhantes ao “marron” de calibre grande a muito grande, oscilando entre os 60-70 frutos/kg. Maturação semi-tardia e frutos de forma globosa e cor castanho-claro. Apresenta uma percentagem baixa a média de frutos polispérmicos, cerca de 4% e ausência de septos. Variedade com má deiscência dos ouriços. Apresenta uma boa conservação natural, descasque fácil, excelente sabor, muito indicada para consumo em fresco e procurada pela indústria.

dificultades para la industria transformadora, dada la mayor dificultad de descascarado debido a la tabicación.

Martaínha

Es la tercera variedad más cultivada en Portugal, siendo la variedad dominante en la DOP Soutos da Lapa y con cierta presencia en la DOP Terra Fria e Padrela.

Árbol: de vigor medio a alto, porte abierto y copa ovalada-redondeada. Foliación entre mediados y finales de abril. La hoja es de color verde medio, brillante en el haz y verde claro en el envés, peciolada, oblongo-lanceolada, de unos 20 cm de largo y 5 cm de ancho (Costa et al., 2008).

Flores: la floración se produce entre la 3ª semana de junio y la 3ª semana de julio. Las flores masculinas son mesostaminadas, de unos 22 cm de largo (Borges et al., 2007).

Fruto: similar en apariencia al “marron” de calibre grande a muy grande, oscilando entre 60-70 frutos/kg. Maduración semi-tardía y frutos globosos y de color marrón claro. Presenta un porcentaje bajo de frutos polispermicos, alrededor del 4% y ausencia de tabicación. Variedad con mala dehiscencia de los erizos. Presenta una buena conservación natural, fácil de pelar, excelente sabor, muy adecuado para consumo en fresco y muy apreciada por la industria.

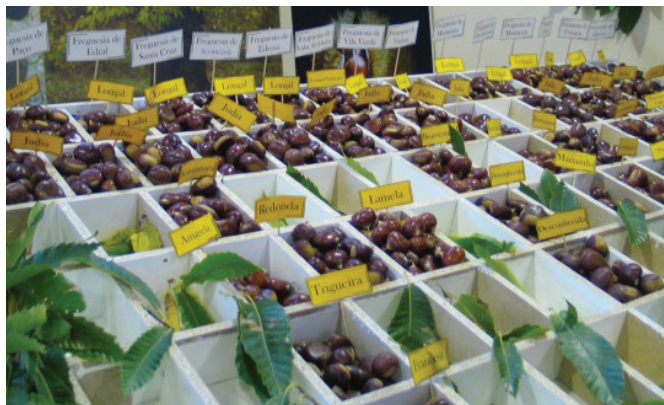


Figura 5.10 – Diferentes variedades de castanhas.
Diferentes variedades de castañas.

Quadro 5.1 – Características de algumas variedades cultivadas em Portugal.

	Marsol	Marigoule	Bouche Bétizac	Amarelal	Aveleira
Abundância e difusão					
Abundância	Abundante	Abundante	Abundante	Abundante	Pouco abundante
Local	Minho	Minho	Minho	Minho	Terra Fria
Morfologia e fisiologia					
Vigor	Médio	Elevado	Médio	Elevado	Médio
Porte	Semi-ereto	Semi-ereto	Ereto	Semi-ereto	Aberto
Abrolhamento	1ª semana de abril	1ª semana de abril	1ª semana de abril	1ª semana de abril	2ª semana de abril
Folha				Oblongo-lanceolada	Oblongo-lanceolada
Flores masculinas	Longistaminada	Longistaminada	Astaminada	Mesostaminado	Astaminada
Floração	3ª semana de junho	2ª semana de junho	2ª semana de junho	2ª semana de junho	2ª semana de junho
Maturação	Precoce	Precoce	Precoce	Precoce	Precoce
Características Agronómicas					
Produtividade	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada	Média
Susceptibilidade	Média resistência à tinta	Resistente à tinta	Resistente à tinta e <i>D. kuriphilus</i>	Sensível ao bichado	Sensível ao bichado
Deiscência dos ouriços	Muito má	Muito má	Má	Boa	Boa
Características comerciais					
Calibre	Grande	Médio-Grande	Grande	Médio-Grande	Médio
Forma	Elíptica	Arredondada	Elíptica	Globulosa	Ovóide larga
Cor do fruto	Vermelho brilhante	Castanho-claro	Castanho-claro	Castanho-claro	Castanho-avermelhada
Sabor	Médio	Médio	Médio	Bom	Bom
Polispermia	< 12%	< 6%	< 12%	< 3%	< 3%
Septos	Reduzidos	Reduzidos	Reduzidos	Ausentes	Ausentes
Aptidão ao descasque	Média-bom	Média-bom	Média-bom	Boa	Muito boa
Observações	Sensível à geadas e a <i>D. kuriphilus</i>	Sensível à geadas e a <i>D. kuriphilus</i>	Sensível à geadas	Sensível a <i>D. kuriphilus</i>	Frutos rachados e fraco poder de conservação

Fonte: Breisch, H.; 1995; Henrique & Borges 2017.



Cuadro 5.1 – Características de algunas variedades cultivadas en Portugal.

	Marsol	Marigoule	Bouche Bétizac	Amarelal	Aveleira
Abundancia y difusión					
Abundancia	Abundante	Abundante	Abundante	Abundante	Poco abundante
Local	Miño	Miño	Miño	Miño	Terra Fria
Morfología e fisiología					
Vigor	Medio	Elevado	Medio	Elevado	Medio
Porte	Semi-erecto	Semi-erecto	Erecto	Semi-erecto	Abierto
Brotación	1ª semana de abril	1ª semana de abril	1ª semana de abril	1ª semana de abril	2ª semana de abril
Hoja				Oblongo-lanceolada	Oblongo-lanceolada
Flores masculinas	Longistaminadas	Longistaminadas	Astaminadas	Mesostaminadas	Astaminadas
Floración	3ª semana de junio	2ª semana de junio	2ª semana de junio	2ª semana de junio	2ª semana de junio
Maduración	Precoz	Precoz	Precoz	Precoz	Precoz
Características agronómicas					
Productividad	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada	Media
Susceptibilidad	Media resistencia a tinta	Resistente a tinta	Resistente a tinta e <i>D. kuriphilus</i>	Sensible al agusanado	Sensible al agusanado
Dehiscencia de los erizos	Muy mala	Muy mala	Mala	Buena	Buena
Características comerciales					
Calibre	Grande	Medio-Grande	Grande	Medio-Grande	Medio
Forma	Elíptica	Redondeada	Elíptica	Globulosa	Ovoide larga
Color del fruto	Rojo brillante	Castaño-claro	Castaño-claro	Castaño-claro	Castaño-rojizo
Sabor	Medio	Medio	Medio	Bueno	Bueno
Poliespermia	< 12%	< 6%	< 12%	< 3%	< 3%
Tabicado	Reducido	Reducido	Reducido	Ausente	Ausente
Aptitud al pelado	Media-buena	Media-buena	Media-buena	Buena	Muy buena
Observaciones	Sensible a heladas y a <i>D. kuriphilus</i>	Sensible a heladas y a <i>D. kuriphilus</i>	Sensible a heladas.	Sensible a <i>D. kuriphilus</i>	Frutos rajados y mala conservación

Fuente: Breisch, H.; 1995; Henrique & Borges 2017.



Quadro 5.1 – Características de algumas variedades cultivadas em Portugal (continuação).

	Boaventura	Lada	Negral	Cota	Zeive
Abundância e difusão					
Abundância	Abundante	Abundante	Pouco abundante	Pouco abundante	Pouco abundante
Local	Terra Fria	Padrela	Padrela	Padrela	Terra Fria
Morfologia e fisiologia					
Vigor	Elevado	Médio	Elevado	Elevado	Médio
Porte	Aberto	Aberto	Ereto	Semi-ereto	Aberto
Abroilhamento	3ª semana de abril	3ª semana de abril	4ª semana de abril	3ª semana de abril	3ª semana de abril
Folha	Oblongo-lanceolada	Oblongo-lanceolada	Oblongo-lanceolada	Lanceolada	Lanceolada
Flores masculinas	Mesostaminado	Braquistaminado a mesostaminado	Braquistaminado	Braquistaminado	Mesostaminado
Floração	4ª semana de junho	1ª semana de julho	1ª semana de julho	1ª semana de julho	1ª semana de julho
Maturação	Média	Média	Semi-tardia	Semi-tardia	Semi-tardia
Características Agronómicas					
Produtividade	Muito elevada	Muito elevada	Elevada	Elevada	Média
Susceptibilidade	Sensível ao bichado				
Deiscência dos ouriços	Muito boa	Muito boa	Muito boa	Muito boa	Muito boa
Características comerciais					
Calibre	Médio	Grande	Grande	Medio	Grande
Forma	Globulosa	Ovóide larga	Globulosa	Arredondada	Globulosa
Cor do fruto	Castanho-claro	Castanho	Castanho escuro	Castanho-avermelhada	Castanho-avermelhada
Sabor	Bom	Bom	Bom	Muito Bom	Bom
Polispermia	< 3%	< 2%	< 6%	< 3%	< 3%
Septos	Ausentes	Ausentes	> 10%	Ausentes	Ausentes
Aptidão ao descasque	Muito boa	Muito boa	Média	Muito boa	Muito boa
Observações	Bom poder de conservação	Bom poder de conservação	Médio poder de conservação		Bom poder de conservação

Fonte: Breisch, H.; 1995; Henrique & Borges 2017.



Cuadro 5.1 – Características de algunas variedades cultivadas en Portugal (continuación).

	Boaventura	Lada	Negral	Cota	Zeive
Abundancia y difusión					
Abundancia	Abundante	Abundante	Poco abundante	Poco abundante	Poco abundante
Local	Terra Fría	Padrela	Padrela	Padrela	Terra Fría
Morfología e fisiología					
Vigor	Elevado	Medio	Elevado	Elevado	Medio
Porte	Abierto	Abierto	Erecto	Semi-erecto	Abierto
Brotación	3ª semana de abril	3ª semana de abril	4ª semana de abril	3ª semana de abril	3ª semana de abril
Hoja	Oblongo-lanceolada	Oblongo-lanceolada	Oblongo-lanceolada	Lanceolada	Lanceolada
Flores masculinas	Mesostaminadas	Braquistaminadas a mesostaminadas	Braquistaminados	Braquistaminadas	Mesostaminadas
Floración	4ª semana de junio	1ª semana de julio	1ª semana de julio	1ª semana de julio	1ª semana de julio
Maduración	Media	Media	Semi-tardía	Semi-tardía	Semi-tardía
Características agronómicas					
Productividad	Muy elevada	Muy elevada	Elevada	Elevada	Media
Susceptibilidad	Sensible al agusanado				
Dehiscencia de los erizos	Muy buena	Muy buena	Muy buena	Muy buena	Muy buena
Características comerciales					
Calibre	Medio	Grande	Grande	Medio	Grande
Forma	Globulosa	Ovoide larga	Globulosa	Redondeada	Globulosa
Color del fruto	Castaño-claro	Castaño	Castaño oscuro	Castaño-rojizo	Castaño-rojizo
Sabor	Bueno	Bueno	Bueno	Muy Bueno	Bueno
Poliespermia	< 3%	< 2%	< 6%	< 3%	< 3%
Tabicado	Ausente	Ausente	> 10%	Ausente	Ausente
Aptitud al pelado	Muy buena	Muy buena	Media	Muy buena	Muy buena
Observaciones					
	Buena conservación	Buena conservación	Media conservación		Buena conservación

Fuente: Breisch, H.; 1995; Henrique & Borges 2017.



Bibliografia

Bibliografía

- Bento, A., Gouveia, E., Pimentel, A., Areias, A., Cavaleiro A., 1997. Propagação vegetativa de castanheiro e avaliação da resistência a *Phytophthora cinnamomi*, Um contributo no sentido da produção integrada. Actas de Horticultura, 15, 75-81.
- Bergougnoux, F., Verlhac, A., Breisch, H., Chapa, J., 1978. Le Chataignier. Production et culture. Institut National de Vulgarisation Pour Les Fruits Légumes et Champignons. Comité National Interprofessionnel de La Chataigne et du Marron. Nîmes.
- Borges, O., Carvalho, J., Silva, A.P., Costa, R., Costa, H., 2007. Avaliação e Caracterização de Variedades de Castanheiro Na Área da DRAP Norte. Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Norte (DRAPN). 51 pp
- Breisch, H., 1995. Châtaignes et marrons. Editions Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Legumes, Paris, 293 pp.
- Breisch, H., Hennion, B. 2004. Les porte-greffe du châtaignier. Ver plus de résistance. Info Ctifl N.º 198, 35-38..
- Costa, R., Ribeiro, C., Valdivieso, T., Afonso, S., Borges, O., Carvalho, J. S., Costa, H. A., Assunção, A., Fonseca, L., Augusta, C., Cruz, M. H., Salazar, M., Soares, F. M., Sequeira J., Correia, P. e Lima, M. J., 2008. Variedades de castanha das regiões Centro e Norte de Portugal. Lisboa, Projeto Agro 448. Instituto Nacional dos Recursos Biológicos.
- Henrique, C. & Borges, A., 2017. Castanheiro: Estado da produção. CNCFS, 134 pp.
- J. Fernández-López., 2014. Guía de cultivo do castiñeiro para a produción de castaña. Xunta de Galicia. Consellería do Medio Rural e do Mar. ISBN: 978-84-453-5160-4
- Serrano, J.; Fernández, P., Rodríguez, J., Gutiérrez, F., Martínez, P., 2001. El castaño: Manual y guía didáctico. IRMA, S.L. - Instituto de Restauración y Medio Ambiente. 327 pp.



Gestão do solo

Gestión del suelo

M. Ângelo Rodrigues; Margarida Arrobas

Gestão do solo em fruticultura de regadio

Em fruticultura de climas com precipitação distribuída ao longo do ano, como acontece na Europa nos territórios a Norte de Paris, e mesmo na fruticultura de regadio das regiões mediterrânicas, como Portugal, a gestão do solo não é um assunto com grande relevância técnico-científica. Embora persistam produtores que continuam a mobilizar o solo, ou a usar herbicida em toda a superfície, a generalidade aplica herbicidas na linha e mantém coberto vegetal natural ou semeado na entrelinha que gere com corte ou destruição mecânica da vegetação (Figura 6.1). Os cobertos vegetais na entrelinha protegem o solo da erosão, incrementam o teor de matéria orgânica e o sequestro de carbono no solo, reduzem a compactação, melhoram a transitabilidade dos equipamentos e aumentam a biodiversidade do agro-sistema.

Gestão do solo em pomares de sequeiro

Em pomares de sequeiro de regiões áridas e semiáridas, como a bacia mediterrânica, a gestão do solo é, pelo contrário, das técnicas culturais de maior relevância. Uma parte significativa destes pomares tende a estar instalada em solos marginais, frequentemente de declive elevado. A distribuição da precipitação e a forma como os solos conseguem armazenar água da estação das chuvas são os fatores mais determinantes da produtividade. Por outro lado, a forma como é gerido o solo tem fortes implicações na economia da água e determina grandemente a susten-

Gestión del suelo en fruticultura de regadío

En fruticultura de climas con precipitación distribuida a lo largo del año, como acontece en Europa en los territorios del Norte de París, y también en la fruticultura de regadío de las regiones mediterráneas, como Portugal, la gestión del suelo no es un asunto con gran relevancia técnico-científica. Aunque persisten productores que continúan movilizándolo el suelo o utilizando herbicida en toda la superficie, generalmente se aplica herbicida en la línea que se mantiene con cubierta vegetal natural o sembrada la entrelinea que se gestiona con corte o destrucción mecánica de la vegetación (Figura 6.1). Las cubiertas vegetales de la entrelínea protegen el suelo de la erosión, incrementan el contenido en materia orgánica y el secuestro de carbono del suelo, reducen la compactación, mejoran la transitabilidad de los equipamientos y aumentan la biodiversidad del agrosistema.

Gestión del suelo en fruticultura de secano

En plantaciones de frutales en secano de regiones áridas y semiáridas, como la cuenca mediterránea, la gestión del suelo es, por lo contrario, una de las técnicas culturales de mayor importancia. Una parte significativa de estas plantaciones tienden a estar instaladas en suelos marginales, frecuentemente con gran pendiente. La distribución de la precipitación y la forma de como los suelos consiguen almacenar agua de la estación más lluviosa, son los factores más determinantes de la productividad. Por otro lado, la



tabilidade do sistema de produção. A relevância do tópico tem merecido atenção em diversos manuais dedicados às principais fruteiras da região mediterrânica, como o castanheiro (Portela *et al.*, 2007), a oliveira (Rodrigues & Cabanas, 2009; Alcántara *et al.*, 2017) e a amendoeira (Rodrigues e Arrobas, 2017).

Mobilizar o solo significa expô-lo à erosão. A erosão hídrica pode originar perdas de solo muito elevadas, reduzindo progressivamente a sua espessura e a sua fertilidade natural, incluindo a capacidade de armazenar água. As mobilizações aumentam a difusão de oxigénio no solo favorecendo a atividade dos microrganismos heterotróficos que mineralizam a matéria orgânica. Por outro lado, mobilizações excessivas, sobretudo com o solo seco, destroem os

forma en la que se gestiona el suelo tiene fuertes implicaciones en la economía del agua y determina en gran parte la sustentabilidad del sistema de producción. La relevancia del tópico tiene una merecida atención en diversos manuales dedicados a los principales frutales de la región mediterránea, como el castaño (Portela *et al.*, 2007), el olivo (Rodrigues e Cabanas, 2009; Alcántara *et al.*, 2017) y el almendro (Rodrigues e Arrobas, 2017).

Movilizar el suelo significa exponerlo a la erosión. La erosión hídrica puede originar pérdidas de suelo muy elevadas, reduciendo progresivamente su espesura y su fertilidad natural, incluyendo la capacidad de almacenar agua. Las movilizaciones aumentan la difusión de oxígeno en el suelo favoreciendo la actividad de los microorganismos hetero-



Figura 6.1 – Sistema de gestão do solo mais generalizado em fruticultura: herbicida na linha e vegetação controlada com corte na entrelinha.

Sistema de gestión más generalizado en fruticultura: herbicida en la línea y vegetación controlada con corte en la entrelínea.



agregados, o que expõe o substrato orgânico à atividade microbiológica. Em suma, solos mobilizados tendem a ter baixo teor em matéria orgânica, um parâmetro de grande importância na fertilidade geral do solo, incluindo a capacidade de retenção de água. O impacto das mobilizações em parâmetros diversos das propriedades do solo tem sido objeto de intensa investigação (Ramos *et al.*, 2010; Cucci *et al.*, 2016; Martínez *et al.*, 2016; Blanco-Canqui *et al.*, 2017; Montanaro *et al.*, 2017; Torres *et al.*, 2018).

Os pomares de sequeiro são também frequentemente geridos com aplicação de herbicidas. Se forem usados herbicidas de ação residual, que se aplicam no outono e mantêm o solo nu durante todo o ano, os resultados que se obtêm não são muito diferentes daqueles referidos para as mobilizações. O solo permanece desprotegido o que favorece a erosão e, por outro lado, o menor desenvolvimento da vegetação herbácea tende a originar solos de reduzido teor de matéria orgânica e baixa atividade biológica do solo (Rodrigues *et al.*, 2011). O uso de herbicidas pós-emergência, aplicados na primavera sobre a vegetação em crescimento, tem resultados bastante mais positivos. O solo permanece coberto durante o inverno, protegendo-o da erosão e permitindo a introdução de substrato orgânico no solo melhorando o seu teor em matéria orgânica. Após a aplicação do herbicida permanece um coberto de vegetação morta que protege o solo durante o verão (Rodrigues e Arrobas, 2018; Rodrigues *et al.*, 2019). A questão mais sensível desta técnica é provavelmente o momento de aplicação. Aplicações mais tardias melhoram a proteção do solo mas aumentam a competição pela água. Por outro lado, o uso de herbicidas exige conhecimento, para reduzir riscos ambientais e a resistências da vegetação aos herbicidas (Celis *et al.*, 2007; Cañero *et al.*, 2011).

Em pomares de sequeiro tem também sido ensaiada a gestão de cobertos vegetais naturais ou semeados geridos com corte da vegetação. Os cobertos naturais são mais simples de gerir e mais económicos por dispensarem os custos com a sementeira. Contudo, quando se semeia acredita-se que a vegetação semeada traz benefícios que superam os custos suplementares com a sementeira. É também ne-

tróficos que mineralizam la materia orgánica. Por otro lado, movilizaciones excesivas, sobre todo con el suelo seco, destruyen los agregados, lo que expone el substrato orgánico a la actividad microbiológica. Así mismo, los suelos movilizados tienden a tener bajo contenido en materia orgánica, un parámetro de gran importancia en la fertilidad general del suelo, incluyendo la capacidad de retención del agua. El impacto de las movilizaciones en las propiedades del suelo han sido objeto de una intensa investigación (Ramos *et al.*, 2010; Cucci *et al.*, 2016; Martínez *et al.*, 2016; Blanco-Canqui *et al.*, 2017; Montanaro *et al.*, 2017; Torres *et al.*, 2018).

Las plantaciones de secano son también frecuentemente gestionadas con aplicación de herbicidas. Cuando son aplicados herbicidas de acción residual, que se aplican en el otoño y mantienen el suelo desnudo durante todo el año, los resultados que se obtienen no son muy diferentes de los referidos para el suelo movilizado. El suelo permanece desprotegido lo que favorece la erosión y, por otro lado, un menor desarrollo de la vegetación herbácea tiende a originar suelos con un contenido de materia orgánica reducido y una baja actividad biológica (Rodrigues *et al.*, 2011). El uso de herbicidas postemergencia aplicados en la primavera sobre la vegetación en crecimiento tiene resultados bastante más positivos. El suelo permanece cubierto durante el invierno, protegiéndolo de la erosión y permitiendo la introducción de sustrato orgánico en el suelo mejorando su contenido en materia orgánica. Después de la aplicación del herbicida permanece una cubierta de la vegetación muerta que protege el suelo durante el verano (Rodrigues e Arrobas, 2018; Rodrigues *et al.*, 2019). La cuestión más sensible con esta técnica es probablemente el momento idóneo de aplicación. Aplicaciones más tardías mejoran la protección del suelo pero aumentan la competición por el agua. Por otro lado, el uso de herbicidas exige conocimiento, para reducir riesgos ambientales y la resistencia de la vegetación a los herbicidas Celis *et al.*, 2007; Cañero *et al.*, 2011).

En plantaciones de secano, también ha sido estudiada la gestión de cubiertas vegetales naturales o sembrados mediante corte. Las cubiertas naturales son más simples de gestionar y más económicas por dispensar los costes de la



cessário que os cobertos vegetais, quando compostos de espécies anuais de ressementeira natural, que será o mais frequente na região mediterrânica, sejam adequadamente geridos para assegurar a ressementeira natural e a persistência das espécies evitando sementeiras frequentes que teriam custos inoportáveis.

A sementeira de cobertos comporta em si uma primeira dificuldade que consiste na escolha da(s) espécie(s)/cultivar(es) a semear. Quando se opta pela sementeira de um coberto, em oposição à gestão do solo com vegetação espontânea, acredita-se que as plantas semeadas trazem benefícios que a vegetação espontânea não comporta, como já se referiu. Na região mediterrânica, o objetivo mais frequente quando se usam cobertos semeados, é a inclusão de leguminosas. As leguminosas têm acesso a azoto atmosférico podendo desenvolver bastante biomassa mesmo em solos pobres (Rodrigues *et al.*, 2015b). Mais biomassa significa a incorporação de mais carbono no solo. A razão carbono/azoto dos tecidos destas plantas tende a ser mais baixa, devido a serem mais ricos em azoto que os de plantas de outros grupos botânicos. Este facto origina maior atividade biológica no solo e o fornecimento de azoto às árvores, podendo dispensar a aplicação de fertilizantes azotados (Rodrigues *et al.*, 2015a). Por vezes, contudo, outros aspetos têm de ser tidos em conta na escolha dos cobertos. Em solos com elevados teores de argila, com fraca drenagem interna e com problemas de transitabilidade das máquinas e equipamentos, pode ser benéfico semear gramíneas, ou misturas de gramíneas com leguminosas que auxiliam melhor nestes objetivos. Esta solução é frequentemente utilizada em solos argilosos de pomares regados no Alentejo.

Em pomares de sequeiro a utilização de leguminosas pode não ser suficiente para manter a produtividade e a sustentabilidade do sistema de produção. As leguminosas, apesar de poderem melhorar a fertilidade do solo, podem ainda ser bastante competitivas pela água. Em sequeiro é necessário atender à duração do ciclo da vegetação. O fim do ciclo biológico e a maturação das sementes que asseguram a ressementeira das espécies semeadas deve ocorrer o mais cedo possível na primavera. Na prática, em cobertos

siembra. Así mismo, cuando se realiza una siembra, se cree que la vegetación implantada trae beneficios que superan los costes suplementarios de la siembra. También es necesario, gestionar de forma adecuada las cubiertas vegetales compuestas de especies anuales con resiembra natural, que son las más frecuentes en la región mediterránea. En estas cubiertas, se debe asegurar la resiembra natural y la persistencia de las especies evitando siembras frecuentes que aumentan los costes.

La siembra de cubiertas vegetales trae algunas dificultades que consisten en escoger la especie o especies a sembrar así como la variedad o variedades. Cuando optamos por la siembra de una cubierta, en contraposición a la gestión del suelo con vegetación espontánea, creemos que las plantas sembradas aportan más beneficios que la vegetación espontánea, tal como ya fue mencionado. En la región mediterránea, el objetivo más frecuente cuando se emplean cubiertas sembradas es la inclusión de leguminosas. Las leguminosas consiguen acceder al nitrógeno atmosférico pudiendo producir bastante biomasa hasta en suelos pobres (Rodrigues *et al.*, 2015b). Más biomasa significa la incorporación de más carbono al suelo. La relación carbono/nitrógeno de los tejidos de estas plantas tiende a ser más baja, debido a que son más ricos en nitrógeno que los de las plantas de otros grupos botânicos. Este hecho origina mayor actividad biológica en el suelo y el aporte de nitrógeno a los árboles, pudiendo reducir la aplicación de fertilizantes nitrogenados (Rodrigues *et al.*, 2015a). Así mismo, otros aspectos se tienen que tener en cuenta en la selección de las cubiertas vegetales. En suelos con elevados contenidos de arcilla, mal drenados y con problemas de transitabilidad de la maquinaria y los equipamientos, puede ser beneficioso sembrar gramíneas o mezcla de gramíneas con leguminosas que ayudan mejor a conseguir estos objetivos. Frecuentemente se utiliza esta solución para suelos arcillosos en plantaciones regadas en el Alentejo.

En plantaciones de secano, la utilización de leguminosas puede no ser suficiente para mantener la productividad y la sustentabilidad del sistema de producción. Las leguminosas, a pesar de poder mejorar la fertilidad del suelo, pue-



vegetais de fruteiras cultivadas em solos pobres da região mediterrânica devem usar-se espécies, e sobretudo cultivares, de ciclo muito curto. O coberto germina no início do outono, quando as árvores entram em repouso vegetativo, e termina o seu ciclo biológico na primavera, quando as árvores retomam o crescimento. Este assincronismo entre ciclos biológicos de cobertos e árvores de fruto é de particular importância como mecanismos de otimização do uso da água da chuva no contexto das alterações climáticas que preveem aumentos de temperatura e redução da precipitação. Estes aspetos têm vindo a ser investigados em Portugal em olival de sequeiro estando disponível informação científica e técnica sobre a sua pertinência (Ferreira *et al.*, 2013; Rodrigues *et al.*, 2015a; 2015b; 2019; Rodrigues e Arrobas, 2018).

Gestão do solo em castanheiro

A gestão dos cobertos vegetais em castanheiro tem um enquadramento que pode ser bastante diferente do que se referiu para as restantes espécies fruteiras. No presente, o castanheiro é cultivado sobretudo em sequeiro e, tendo em conta os territórios em que se encontra, é pouco expectável que as áreas de regadio venham a aumentar de forma substancial. Nos demais pomares, a gestão do solo visa melhorar a sustentabilidade (erosão do solo, teor de matéria orgânica, economia de água, ...) e a produtividade usando algumas das estratégias que foram referidas anteriormente. No castanheiro, a gestão do solo tem de ter em conta, como prioridade, a relação com a fitossanidade da cultura, em particular com a doença-da-tinta (*Phytophthora cinnamomi*).

O castanheiro é uma cultura de importância determinante para a economia das regiões de montanha em que se encontra. As receitas das populações de diversas freguesias no interior norte de Portugal dependem integralmente desta cultura. O castanheiro tem, contudo, vindo a ser devastado por doenças e pragas, que só os elevados preços da castanha têm permitido aos produtores manter o interesse na cultura. À morte continuada das árvores, incluindo árvores centenárias, os produto-

den também competir por el agua. En secano es necesario atender a la duración del ciclo de vegetación. Así, el final del ciclo biológico y la maduración de las semillas deben ser tempranos, durante la primavera, para asegurar la resiembra de las especies que habíamos implantado.

En la práctica, en cubiertas vegetales de frutales cultivados en suelos pobres de la región mediterránea se deben usar especies, y sobretudo variedades, de ciclo muy corto. La cubierta germina en el inicio del otoño, cuando los árboles entran en reposo vegetativo, y terminan su ciclo biológico en la primavera, cuando los árboles comienzan la actividad. Este asincronismo entre los ciclos biológicos de cubiertas y árboles frutales es de gran importancia como mecanismo de optimización del uso de agua de la lluvia en el contexto de las alteraciones climáticas que prevén aumentos de temperatura y reducción de la precipitación. Estos aspectos han sido investigados en olivares de secano en Portugal, estando disponible amplia información al respecto (Ferreira *et al.*, 2013; Rodrigues *et al.*, 2015a; 2015b; 2019; Rodrigues e Arrobas, 2018).

Gestión del suelo en castaño

La gestión de las cubiertas vegetales en castaño tienen un encuadramiento que puede ser bastante diferente de lo que se ha referido para otras especies frutales. Actualmente, el castaño es cultivado sobretudo en secano y, teniendo en cuenta los territorios en que se encuentra, es bastante difícil que las áreas de regadio vengán a aumentar de forma substancial. En el resto de plantaciones, la gestión del suelo pasa por mejorar la sustentabilidad (erosión del suelo, contenido en materia orgánica, economía del agua, etc.) y la productividad usando algunas de las estrategias que fueron referidas anteriormente. En el castaño, para la gestión del suelo hay que tener en cuenta, como prioridad, la relación con la fitosanidad del cultivo, en particular con la enfermedad de la tinta (*Phytophthora cinnamomi*).

El castaño es un cultivo de gran importancia para la economía de las regiones de montaña en las que se encuentra. Los ingresos de las poblaciones de diversos municipios



res reagem com investimento em novas plantações (Figura 6.2).

A gestão do solo em castanheiro tem sido feita quase exclusivamente com mobilização do solo. No passado com tração animal, no presente com trator, sendo a alfaia mais utilizada o escarificador. Um dos problemas sanitários de maior gravidade é a doença-da-tinta, como se referiu. A doença-da-tinta tem-se agravado nas últimas décadas; supõem-se pela generalização do uso do trator na mobilização do solo que funciona como agente de dispersão do parasita de forma bastante mais rápida e agressiva do que ocorria quando os soutos eram mobilizados com tração animal, devido à elevada capacidade de trabalho. Assim, se a mobilização do solo tem vindo a ser desaconselhada em outras fruteiras mediterrânicas como a oliveira e a amendoeira, por maior força de razão ela não pode ser recomendada para o castanheiro, devido ao problema suplementar do aumento do risco de expansão da doença-da-tinta. Contudo, a mobilização do solo é ainda o método de gestão das infestantes generalizado no castanheiro em Portugal (Figura 6.3).

Ainda que em percentagem reduzida, alguns produtores começaram a gerir o solo com cobertos vegetais naturais. A motivação nem sempre terá sido a tomada de consciência de que pode ser uma forma mais sustentável de manter o solo, mas antes a mecanização da apanha a qual fica facilitada num solo limpo com um coberto vegetal. Contudo, no presente pode falar-se já de dois sistemas de gestão do solo estabilizados em castanheiro: mobilização tradicional, mais generalizado (Figura 6.3); e cobertos vegetais naturais, introduzido por alguns produtores que mecanizaram a apanha (Figura 6.4).

Na cultura do castanheiro a utilização de herbicidas na gestão do solo e o uso de cobertos semeados são pouco frequentes ainda que pontualmente alguns produtores já os tenham experimentado (Figura 6.5). Outra diferença importante do castanheiro para as restantes espécies fruteiras é que existe bastante menos investigação científica e informação disponível. Não haverá dúvidas, contudo, que as mobilizações deveriam ser reduzidas ou mesmo evitadas (Raimundo *et al.*, 2009; Martins *et al.*, 2011). Está em causa

em el interior Norte de Portugal dependen integralmente de este cultivo. Sin embargo, el castaño ha sido devastado por enfermedades y plagas en los últimos años y solo persiste por el elevado precio de la castaña que continúa atrayendo a los productores. Con la muerte continua de los árboles, incluyendo árboles centenarios, los productores reaccionan con inversiones en nuevas plantaciones (Figura 6.2).

La gestión del suelo en castaño se ha realizado casi exclusivamente con movilización del suelo. En el pasado con tracción animal y en la actualidad con tractores, siendo el apero más utilizado el cultivador. Como ya fue referido, uno de los problemas sanitarios de mayor gravedad es la enfermedad de la tinta. Esta enfermedad se ha agravado en las últimas décadas; en principio por el uso generalizado del tractor en la movilización del suelo que funciona como agente de dispersión de la enfermedad de forma bastante más rápida y agresiva de lo que ocurría cuando las tierras eran labradas mediante tracción animal, debido a la elevada capacidad de trabajo. Así, si la movilización del suelo ha sido desaconsejada en otros frutales mediterráneos como los olivos y los almendros, por fuerza mayor, también no se recomienda en castaño, debido al problema adicional del aumento de exposición a la tinta. Sin embargo, la movilización del suelo es todavía el método de gestión de las plantas adventicias más generalizado en Portugal (Figura 6.3).

Aun son un pequeño porcentaje, pero algunos productores comenzaron a gestionar el suelo con cubiertas vegetales naturales. La motivación para realizar este tipo de gestión, no siempre viene dada por tener conciencia de ser un método más sustentable para mantener el suelo, sino porque la recolección mecanizada es más fácil en un suelo con una cubierta vegetal. En la actualidad, ya podemos hablar de dos sistemas presentes en las plantaciones de castaños para la gestión del suelo: movilización tradicional, que es el método más generalizado (Figura 6.3), y cubiertas vegetales naturales, introducido por productores que realizan recolección mecanizada (Figura 6.4).

En el cultivo del castaño, la utilización de herbicidas junto con cubiertas vegetales sembradas son poco frecuentes todavía para la gestión del suelo, aunque





Figura 6.2 – Substituição de árvores centenárias mortas por plantas jovens e instalação de souts em antigas terras de cereal são as formas encontradas de manter a produção de castanha.

Sustitución de árboles centenarios muertos por nuevas plantas e instalación de plantaciones en tierras que tradicionalmente se dedicaban al cereal son las formas con las que se mantiene la producción de castaña.



Figura 6.3 – Souts de castanheiros em que o solo é gerido com mobilização convencional.

Plantaciones de castaños en que el suelo es gestionado con laboreo convencional.

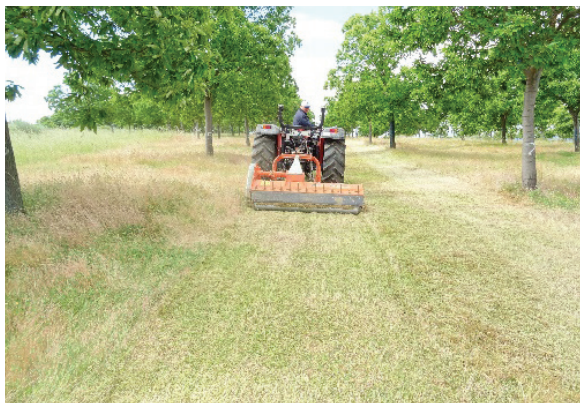


Figura 6.4 – Soutos geridos com cobertos de vegetação natural. Plantaciones gestionadas con cubierta vegetal natural.



Figura 6.5 – Gestão do solo com herbicida pós-emergência em castanheiro.
Gestión del suelo con herbicida de post-emergencia en castaño.



Figura 6.6 – O pastoreio com ovinos poderia ser um método importante na gestão de cobertos em castanheiro se produtores de castanha e pastores tivessem consciência das múltiplas vantagens.
El pastoreo con ovejas puede ser un método importante de la gestión de las cubiertas en castaño si los productores y los pastores tuviesen consciencia de las múltiples ventajas.

o controlo da erosão do solo, o teor de matéria orgânica, o dano no sistema radicular e o possível aumento da expansão da tinta. Parecem razões mais que suficientes. A principal alternativa de gestão do solo que tem sido usada, a introdução de vegetação espontânea gerida com corte deve também ser vista com atenção. Em diversas outras fruteiras tem sido demonstrado que a vegetação natural compete pelos recursos, em particular pela água, originando perdas de produção (Hornig & Bünemann, 1993; Gucci *et al.*, 2012; Ferreira *et al.*, 2013; Slatnar *et al.*, 2014; Silvestri *et al.*, 2018). No castanheiro pode inclusive estar em causa o calibre da castanha, aspeto importante na sua valorização. Assim, para reduzir a competição, os cobertos vegetais naturais deviam ser ativamente controlados, com cortes precoces e regulares desde o fim do inverno, ao contrário do que frequentemente se faz, em que se corta apenas uma vez no fim da primavera (Figura 6.4). Havendo ovelhas, esta vegetação podia também ser controlada com carga elevadas de gado durante a primavera (Figura 6.6). Infelizmente a generalidade dos produtores de castanha não tem rebanho. A viabilização desta técnica dependeria do estabelecimento de uma associação mutuamente benéfica entre pastores e produtores de castanha que não se prevê de fácil implementação.

Sobre o uso de vegetação semeada o assunto é ainda mais sensível. As principais espécies que se utilizam como cobertos vegetais em outras fruteiras, as leguminosas, sabe-se serem hospedeiras do oomiceta que causa a doença-da-tinta. Ainda que não esteja cientificamente documentado, pode suspeitar-se que a instalação de plantas hospedeiras do parasita possam agravar o problema da doença no castanheiro. Contudo, os montados sob coberto (pastagens melhoradas nos montados de sobreiro e azinheira) são frequentes no sul do país sabendo-se que também estas espécies (da família Fagaceae, como o castanheiro) são suscetíveis à doença-da-tinta. Esta é uma área que necessita urgentemente de mais investigação para se poderem recomendar novas estratégias de atuação aos produtores no âmbito da gestão da superfície do solo.

puntualmente algunos productores ya han experimentado este método (Figura 6.5). Otra diferencia importante del castaño respecto a otras especies frutales es que existe bastante menos investigación científica e información disponible. Sin embargo, no hay dudas de que la movilización del suelo debería ser reducida o evitada (Raimundo *et al.*, 2009; Martins *et al.*, 2011). Está en riesgo el control de la erosión del suelo, el contenido de materia orgánica, el daño en el sistema radicular y el posible aumento de la expansión de la tinta. Parecen razones más que suficientes. La principal alternativa de gestión del suelo es la vegetación espontánea gestionada mediante corte y también deber ser tratada con atención. En diversos frutales se ha demostrado que la vegetación natural compite por los recursos, en particular por el agua, originando pérdidas de producción (Hornig & Bünemann, 1993; Gucci *et al.*, 2012; Ferreira *et al.*, 2013; Slatnar *et al.*, 2014; Silvestri *et al.*, 2018). En el castaño, también puede poner en riesgo el calibre de la castaña, aspecto importante en su valorización. Así, para reducir la competencia, las cubiertas vegetales naturales deben ser activamente controladas, con cortes precoces y regulares desde el final del invierno, al contrario de lo que se hace frecuentemente, en que se corta solo una vez al final de la primavera (Figura 6.4). Cuando existen explotaciones ovinas, esta vegetación puede también ser controlada con cargas elevadas de ganado durante la primavera (Figura 6.6). Infelizmente, muy pocos productores de castaña tienen un rebaño de ovejas. La viabilidad de esta técnica dependería del establecimiento de una asociación mutua entre pastores y productores de castaña que beneficia a los dos pero que se no se prevé de fácil implementación.

La utilización de cubiertas sembradas es un asunto todavía más sensible. Las principales especies que se utilizan como cubiertas vegetales en otros frutales son las leguminosas y se sabe que son hospedadoras del hongo que causa la tinta. Aunque todavía no este científicamente documentado, se puede sospechar que la implantación de plantas hospedadoras de la enfermedad puede agravar el problema de la tinta en los castaños. Así mismo, las dehesas con cobertura (pastos mejorados en las dehesas de alcornoque



y encina) son frecuentes en el sur del país y se sabe que también estas especies (de la familia Fagaceae, como el castaño) son susceptibles a la enfermedad de la tinta. Esta área necesita de forma urgente más investigación para poder recomendar nuevas estrategias de actuación a los productores en el ámbito de la gestión de la superficie del suelo.

Bibliografía

- Alcántara C., Soriano M.A., Saavedra M., Gómez J.A., 2017. Sistemas de manejo del suelo. In: Barranco D., Fernández-Escobar R., Rallo L. (Editors.). *El Cultivo del Olivo* (7th edition), Mundi-Prensa, Madrid, Spain, pp. 335-417.
- Blanco-Canqui H., Wienhold B.J., Jin V.L., Schmer M.R., Kibet L.C., 2017. Long-term tillage impact on soil hydraulic properties. *Soil Till Res*, 170, 38–42.
- Cañero A.I., Cox L., Redondo-Gómez S., Mateos-Naranjo E., Hermosín M.C., Cornejo J., 2011. Effect of the herbicides Terbutylazine and Glyphosate on photosystem II photochemistry of young olive (*Olea europaea*) plants. *J Agric Food Chem*, 59, 5528-5534.
- Celis R., Trigo C., Facenda G., Hermosín M.C., Cornejo J., 2007. Selective modification of clay minerals for the adsorption of herbicides widely used in olive groves. *J Agric Food Chem*, 55, 6650-6658.
- Cucci G., Lacolla G., Crecchio C., Pascazio S., Giorgio D., 2016. Impact of long term soil management practices on the fertility and weed flora of an almond orchard. *Turk J Agric For*, 40, 194-202.
- Ferreira I.Q., Arrobas M., Claro A.M., Rodrigues M.A., 2013. Soil management in rainfed olive orchards may result in conflicting effects on olive production and soil fertility. *Spanish J Agric Res*, 11 (2), 472-480.
- Gucci R., Caruso G., Bertolla C., Urbani S., Tatichi A., Esposto S., Servili M., Sifola M.I., Pellegrini S., Pagliai M., Vignozzi N., 2012. Changes of soil properties and tree performances induced by soil management in a high-density olive orchard. *Eur J Agron*, 41, 18-27.
- Hornig R., Bünemann G., 1993. Fertigation and controlled strip cover by weeds in IP apple orchards. *Acta Hort*, 335, 65-71.
- Martínez J.R.F., Zuazo V.H.D., Raya A.M., 2016. Environmental impact from mountainous olive orchards under different soil-management systems (SE Spain). *Sci Total Environ*, 358, 46– 60.
- Martins A., Marques G., Borges O., Portela E., Lousada J., Raimundo F., Madeira M., 2011. Management of chestnut plantations for a multifunctional land use under Mediterranean conditions: effects on productivity and sustainability. *Agrofor. Syst.*, 81, 175–189.
- Montanaro G., Xiloyannis C., Nuzzo V., Dichio B., 2017. Orchard management, soil organic carbon and ecosystem services in Mediterranean fruit tree crops. *Sci Hort*, 217, 92–101.



- Portela E., Martins A., Pires A.L., Raimundo F., Marques G., 2007. Cap 6–Práticas culturais no souto: o manejo do solo. In: Gomes-Laranjo J., Ferreira-Cardoso J., Portela E., Abreu C.G. (Eds.), Castanheiros. Programa AGRO 499 Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, pp. 207–264
- Raimundo F., Pires A.L., Fonseca S., Martins A., Madeira M., 2009. Produção de castanha e de folhada e concentração de nutrientes nas folhas de soutos submetidos a diferentes sistemas de mobilização do solo. *Rev. Cienc. Agrar.*, 32, 245–257.
- Ramos M.E., Benítez E., García P.A., Robles A.B., 2010. Cover crops under different managements vs. frequent tillage in almond orchards in semiarid conditions: Effects on soil quality. *Appl Soil Ecol*, 44, 6–14.
- Rodrigues M.A., Arrobas M., 2017. Manutenção do solo. In: Rodrigues M.A. (Ed.). *Amendoeira: Estado da Produção*. CNCFS, pp. 185-231.
- Rodrigues M.A., Cabanas J.E., 2009. Manutenção do solo. In: Rodrigues M.A., Correia C. (Eds.). *Manual da Safra e contra Safra do Olival*. Instituto Politécnico de Bragança, Portugal, pp. 41-57.
- Rodrigues M.A., Dimande P., Pereira E., Ferreira I.Q., Freitas S., Correia C.M., Moutinho-Pereira J., Arrobas M., 2015a. Early-maturing annual legumes: an option for cover cropping in rainfed olive orchards. *Nutr Cycl Agroecosyst* 103:153–166.
- Rodrigues M.A., Ferreira I.Q., Freitas S., Pires J., Arrobas M., 2015b. Self-reseeding annual legumes for cover cropping in rainfed managed olive orchards. *Spanish J. Agric Res*, 13 (2), e0302, 13 pages.
- Rodrigues M.A., Lopes J.I., Pavão F.M., Cabanas J.E., Arrobas M., 2011. Effect of soil management on olive yield and nutritional status of trees in rainfed orchards. *Commun Soil Sci Plant Anal*, 42, 993-2011.
- Rodrigues M.A., Arrobas M., 2018. Leguminosas na gestão do solo em olivais. *Revista Agrotec*, março 2017: 24-27
- Rodrigues M.A., Raimundo S., Arrobas M., 2019. Um olhar sobre a gestão do solo em olival face ao aquecimento global. *Revista Voz do Campo* (março, 2019), *Agrociência V*, 56-57.
- Silvestri N., Giannini V., Antichi D., 2018. Intercropping cover crops with a poplar short rotation coppice: Effects on nutrient uptake and biomass production. *Italian J. Agron*, 13,934.
- Slatnar A., Licznar-Malanczuk M., Mikulic-Petkovsek M., Stampar F., Veberic R., 2014. Long-Term Experiment with Orchard Floor Management Systems: Influence on Apple Yield and Chemical Composition. *J Agric Food Chem*, 62, 4095–4103.
- Torres MAR-R, Ordóñez-Fernández R, Giráldez JV, Márquez-García J., Laguna A., Carbonell-Bojollo R., 2018. Efficiency of four different seeded plants and native vegetation as cover crops in the control of soil and carbon losses by water erosion in olive orchards. *Land Degrad Dev*, 29, 2278–2290.





Fertilização

Fertilización

Margarida Arrobas; Manuel Ângelo Rodrigues

Princípios da fertilização das culturas

Para o desenvolvimento de uma planta superior são necessários dezassete elementos nutrientes. Na ausência de qualquer um deles a planta não se desenvolve ou não consegue completar o seu ciclo biológico, pelo que são designados de elementos essenciais. A lista de elementos que a ciência reconhece como sendo essenciais às plantas superiores são carbono, oxigénio, hidrogénio, azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, ferro, manganês, zinco, cobre, molibdénio, cloro e níquel (Varennnes, 2003).

Felizmente na natureza, de uma maneira geral, todos os elementos essenciais estão disponíveis no solo e/ou na atmosfera, o que permite que as plantas se desenvolvam nos diversos ecossistemas naturais sem a intervenção do homem. Contudo, nos campos agrícolas, o homem retira todos os anos quantidades que podem ser apreciáveis desses nutrientes através das colheitas e, eventualmente, da lenha de poda (Figura 7.1). Isto é, quando o homem leva para casa os produtos agrícolas, como a castanha, e/ou a lenha de poda, carrega os nutrientes que foram absorvidos a partir do solo. Por outro lado, às plantas cultivadas exigem-se produtividades elevadas, o que significa que as quantidades de nutrientes que têm de estar disponíveis no solo para satisfazer as suas necessidades são maiores que nos ecossistemas naturais. Assim, em campos agrícolas torna-se necessário aplicar fertilizantes para repor os nutrientes exportados e manter o potencial produtivo das culturas (Quadro 7.1).

Nem todos os nutrientes identificados como essenciais colocam os mesmos problemas ao agricultor. Alguns estão disponíveis na atmosfera (como o dióxido de carbono) e outros são obtidos a partir da molécula da água (oxigénio

Principios de la fertilización de los cultivos

Para el desarrollo de una planta superior son necesarios diecisiete elementos nutrientes. En la ausencia de cualquiera de ellos, la planta no se consigue desarrollar y ni completar su ciclo biológico, por lo que son designados como elementos esenciales. La lista de elementos que la ciencia reconoce como esenciales en las plantas superiores son: carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, boro, hierro, manganeso, zinc, cobre, molibdeno, cloro y níquel (Varennnes, 2003).

Felizmente en la naturaleza, de una manera general, todos los elementos esenciales están disponibles en el suelo y/o en la atmosfera, lo que permite que las plantas se desarrollen en los diversos ecosistemas naturales sin la intervención del hombre. Sin embargo, en los campos agrícolas, el hombre extrae todos los años cantidades de estos nutrientes que pueden ser importantes a través de las cosechas y eventualmente de los restos de poda (Figura 7.1). Así, cuando un hombre lleva para casa los productos agrícolas, como la castaña y/o la leña de poda, está llevándose los nutrientes que fueron absorbidos a partir del suelo. Por otro lado, las plantas cultivadas exigen productividades elevadas, lo que significa que las cantidades de nutrientes que tienen que estar disponibles en el suelo para satisfacer las necesidades son mayores que en los ecosistemas naturales. Así, en los campos agrícolas se hace necesario aplicar fertilizantes para reponer los nutrientes exportados y mantener el potencial productivo de los cultivos (Cuadro 7.1).

No todos los nutrientes identificados como esenciales pueden llegar a provocar problemas al agricultor. Algunos





Figura 7.1 – A lenha de poda e a produção exportam nutrientes que devem ser repostos pela fertilização.
La leña de poda y la producción exportan nutrientes que deben ser repuestos por la fertilización.

Quadro 7.1 – Concentração de nutrientes em folhas e frutos de castanheiro.

Cuadro 7.1 – Concentración de nutrientes en hojas y frutos de castaño (Arrobas *et al.*, 2018).

Nutriente	Folhas / Hojas	Frutos
Azoto / Nitrogeno (g kg ⁻¹)	19 – 28	7,7 – 11,5
Fósforo (g kg ⁻¹)	1 – 3	1,2 – 1,8
Potássio / Potasio (g kg ⁻¹)	7 – 19	6,5 – 10,3
Cálcio (g kg ⁻¹)	4,5 – 15	0,8 – 1,4
Magnésio (g kg ⁻¹)	1,3 – 6	0,7 – 0,8
Boro (mg kg ⁻¹)	13 – 122	8 – 13
Cobre (mg kg ⁻¹)	4 – 53	4 – 15
Ferro / Hierro (mg kg ⁻¹)	15 – 333	23 – 64
Zinco / Zinc (mg kg ⁻¹)	11 – 75	11 – 19
Manganês / Manganese (mg kg ⁻¹)	180 – 2210	67 – 185



e hidrogénio) pelo que não são uma preocupação habitual dos planos de fertilização, apesar de existirem em grandes quantidades nos tecidos vegetais. Estes existem no ambiente em quantidades em que é virtualmente impossível esgotarem-se, pelo que não será necessário aplicá-los como fertilizantes. Outros, porém, esgotam-se rapidamente com o cultivo, e o solo deixa de poder assegurar um adequado desenvolvimento das plantas. Por outro lado, os solos não apresentam todos a mesma fertilidade, fornecendo, de forma variável, cada um dos nutrientes essenciais. Além disso, as plantas cultivadas também necessitam de quantidades diferenciadas de cada um dos nutrientes essenciais.

Para além do carbono, oxigénio e hidrogénio, os restantes, azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre são considerados macronutrientes por entrarem em concentrações consideráveis na composição dos tecidos. Azoto, fósforo e potássio são ainda classificados de macronutrientes principais por, de uma maneira geral, não existirem nos solos agrícolas em quantidades suficientes para satisfazer as necessidades das plantas cultivadas. Os restantes são classificados de micronutrientes, não por serem menos importantes para o crescimento das plantas, mas por serem necessários em menores quantidades e por frequentemente existirem nos solos em quantidades suficientes ao normal crescimento das plantas (Santos, 2015).

Diagnóstico da necessidade de fertilização

Nas plantas cultivadas programar um plano de fertilização que permita restabelecer anualmente as necessidades das plantas é uma tarefa complexa. O programa de fertilização deve estar baseado em métodos de diagnóstico da fertilidade do solo (é necessário estimar a que nível o solo consegue fornecer nutrientes) e do estado nutricional das plantas (avalia a concentração dos nutrientes nos tecidos, uma medida da forma como os nutrientes estão a ser absorvidos). Análises de terras e análises de plantas não são métodos de diagnóstico alternativos, mas sim complemen-

estão disponibles en la atmosfera (como el dióxido de carbono) y otros son obtenidos a partir de la molécula del agua (oxígeno e hidrogeno) por lo que no son una preocupación habitual de los programas de fertilización, a pesar de existir en grandes cantidades en la composición de los tejidos vegetales. Estos elementos están en el ambiente en cantidades que es virtualmente imposible agotar, por lo que no es necesario aplicarlos en la fertilización. Por el contrario, otros elementos se pueden agotar rápidamente con el cultivo y el suelo deja de poder asegurar un adecuado desarrollo de las plantas. Así, no todos los suelos tienen la misma fertilidad, aportando, de forma variable, cada uno de los nutrientes esenciales. También, hay que tener en cuenta que las plantas cultivadas necesitan cantidades diferenciadas de cada uno de los nutrientes esenciales.

Además de carbono, oxígeno e hidrogeno, los restantes elementos; nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre son considerados macronutrientes por formar parte de la composición de los tejidos en concentraciones considerables. Nitrógeno, fósforo y potasio son además clasificados como macronutrientes principales porque, de una manera general, no existen en suelos agrícolas en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades de las plantas cultivadas. Los restantes nutrientes son clasificados como micronutrientes, no por ser menos importantes para el crecimiento de las plantas sino por ser necesarios en menores cantidades y por existir de forma frecuente en los suelos en cantidades suficientes para el desarrollo normal de las plantas (Santos, 2015).

Diagnóstico de las necesidades de fertilización

En las plantas cultivadas hacer un programa de fertilización que permita reestablecer anualmente las necesidades de las plantas es una tarea compleja. El programa de fertilización debe estar basado en métodos de diagnóstico de la fertilidad del suelo (es necesario estimar a que nivel el suelo consigue aportar nutrientes) y del estado nutricional de las



tares. Eles não fornecem o mesmo tipo de informação. Em árvores, como o castanheiro, devido à extensão do sistema radicular e à dificuldade em amostrar toda a zona onde se encontram as raízes, a avaliação do estado nutricional através da análise de tecidos vegetais tende a fornecer mais informação que a análise de terras. O solo, porém, não fornece apenas nutrientes às plantas. O solo suporta as plantas, assegura oxigénio ao sistema radicular, e cria os mecanismos que determinam a biodisponibilidade de nutrientes. Em alguns solos podem estar criadas condições para haver nutrientes em excesso e alguns deles podem tornar-se tóxicos para as plantas. Alguns destes diagnósticos só se conseguem com a análise de terras.

A qualidade dos diagnósticos e, por último, a intervenção de fertilização começa no momento da recolha das amostras, uma vez que estas devem representar o solo de uma parcela ou as árvores de todo um pomar. É necessário ter em conta que todo o processo deve ser padronizado. Com erros no processo de amostragem, os laboratórios não poderão fazer bons diagnósticos.

Análises de terras

O processo de análise ao solo inicia-se com a recolha da amostra de uma determinada área, esperando-se que os resultados analíticos obtidos representem toda a parcela. A colheita de amostras de terras para análise deve iniciar-se com o estabelecimento de zonas homogêneas na parcela, no que diz respeito a topografia, aspeto do solo, tamanho das árvores e desenvolvimento da vegetação herbácea. O número de amostras a recolher deve ser ajustado ao tamanho da parcela e à sua uniformidade. Por regra, dentro de cada zona homogênea deve proceder-se à colheita de cerca de 15 subamostras parciais, percorrendo o solo em ziguezague, que servirão para formar uma amostra compósita representativa da parcela. Estas subamostras devem ser colocadas num recipiente e no final devem ser devidamente misturadas para, a partir desta mistura, se retirar cerca de 1 kg de solo. Este procedimento é aconselhado para amostrar o solo antes da instalação da cultura e nos primeiros anos antes da entrada do souto em produção.

plantas (evaluar la concentración de los nutrientes en los tejidos, una forma de determinar cómo los nutrientes están siendo absorbidos). Análisis de suelos y de plantas no son métodos de diagnóstico alternativos, pero sí complementarios. Ellos no aportan el mismo tipo de información. En árboles, como el castaño, debido a la extensión del sistema radicular y a la dificultad en muestrear toda la zona donde se encuentran las raíces, la evaluación del estado nutricional a través del análisis de tejidos vegetales tiende a aportar más información que el análisis de suelo. El suelo no solo aporta nutrientes a las plantas, también proporciona soporte, asegura oxígeno al sistema radicular y crea los mecanismos que determinan la biodisponibilidad de nutrientes.

En algunos suelos pueden crearse condiciones para tener nutrientes en exceso y algunos de ellos, pueden llegar a ser tóxicos para las plantas. Para diagnosticar algunos de estos casos es necesario un análisis de suelo.

La calidad de los diagnósticos comienza en el momento de la recogida de muestras. Estas deben representar el suelo de una parcela o los árboles de toda una plantación. Es necesario tener en cuenta que todo el proceso debe ser estandarizado. Con errores en el proceso de muestreo, los laboratorios no podrán hacer buenos diagnósticos.

Análisis de suelos

El proceso de análisis del suelo debe iniciarse con la recogida de muestras de una determinada superficie para que los resultados analíticos obtenidos representen toda la parcela. La recogida de muestras de suelo para análisis se debe iniciar con el establecimiento de zonas homogêneas en la parcela, en lo que respecta a la topografía, aspecto visual del suelo, tamaño de los árboles y desarrollo de la vegetación espontanea. El número de muestras a recoger debe ser ajustado al tamaño de la parcela y a su uniformidad. Por regla general, dentro de cada zona homogênea se debe proceder a la recogida de cerca de 15 sub-muestras parciales, recorriendo el suelo en zig-zag, que servirán para formar una muestra representativa de toda la parcela. Estas sub-muestras deben ser colocadas en un recipiente y en el final deben ser debidamente mezcladas para, a partir



Nos soutos em produción, em que se proceda à fertilización localizada debaixo da copa, será nessa zona que deverão ser colhidas as amostras parciais. Em soutos em que a fertilização é feita com distribuidores centrífugos de adubos por todo o terreno, ainda que pouco frequente, as amostras podem ser colhidas no limite exterior de projeção da copa das árvores marcadas. Com árvores adultas, pode ser vantajoso proceder à marcação, de forma mais ou menos permanente, de cerca de 15 árvores representativas do estado de desenvolvimento do soto, sendo o solo colhido próximo das árvores marcadas.

de esta mezcla coger 1 kg de suelo aproximadamente. Este procedimiento es aconsejado para muestrear el suelo antes de la instalación del cultivo y en los primeros años antes de la entrada en producción.

En las plantaciones en producción, en las que se aplica la fertilización localizada debajo de la copa, será en esa zona donde deberán ser recogidas las muestras parciales. En plantaciones en que la fertilización es aplicada con distribuidores centrífugos por todo el terreno, las muestras pueden ser recogidas en el límite exterior de proyección de la copa de los árboles marcados. Con árboles adultos, puede ser



Figura 7.2 – Colheita de amostras de solos usando uma sonda ou uma pá.
Recogida de muestras de suelo usando una sonda o una pala.

Apesar da elevada profundidade do sistema radicular, a colheita pode restringir-se à camada arável (15 a 20 cm), sendo que esta fornece a informação relevante sobre as propriedades do solo que se podem obter a partir de uma análise de terras. Adicionalmente deverá ser fornecida ao laboratório toda a informação considerada relevante sobre o proprietário, a parcela e a cultura, normalmente prevista em impresso próprio fornecido pelo laboratório (Figura 7.2).

Relativamente à época mais indicada para a recolha das amostras, o produtor deve habituar-se a colher sempre na mesma altura do ano, de preferência deixando margem ao laboratório para lhe fornecer um diagnóstico e uma recomendação de fertilização que possa utilizar no início da estação de crescimento, normalmente no início de abril.

Análises de tecidos vegetais

A análise de tecidos vegetais é um método de diagnóstico do estado nutricional das árvores conceituado, na medida em que se aceita que a concentração de um nutriente num tecido específico da planta inteira, para além da disponibilidade desse nutriente no solo, todos os fatores que afetam o crescimento das plantas. No castanheiro, como na maioria das culturas, são utilizadas as folhas no diagnóstico do estado nutricional. No entanto, é necessário ter em conta que a concentração de nutrientes nas folhas varia com a sua idade e posição na copa. Assim, na colheita da amostra só algumas folhas devem ser consideradas, designadamente folhas jovens, mas em que o limbo já esteja integralmente expandido (Figura 7.3).

No castanheiro, a época em que as folhas devem ser colhidas é entre o fim de julho e o início de agosto. A amostra de folhas que chega ao laboratório deve representar o melhor possível o estado nutricional do souto. Assim, recomenda-se a marcação de 15 árvores com aspeto representativo da parcela e que a colheita seja feita sempre nessas árvores ao longo dos anos. Devem evitar-se folhas do interior da copa e com menor exposição à luz. Deve também evitar-se a colheita de folhas após a aplicação de caldas foliares. Podem colher-se 4 a 8 folhas por árvore em volta da copa.

Na marcação das árvores devem evitar-se aquelas que

ventajoso proceder a la marcación, de forma más o menos permanente, de aproximadamente 15 árboles representativas del estado de desarrollo de la plantación, recogiendo las muestras de suelo cerca de los árboles marcados.

A pesar de la elevada profundidad del sistema radicular, la recogida puede restringirse a la capa arable (15 a 20 cm), ya que esta nos proporciona la información relevante sobre las propiedades del suelo que se pueden obtener a partir de un análisis. Adicionalmente deberá ser aportada al laboratorio toda la información considerada relevante sobre el propietario, la parcela y el cultivo, normalmente escrita en un impreso propio proporcionado por el laboratorio (Figura 7.2).

En relación a la época más indicada para la recogida de las muestras de suelo, el productor debe habituarse a recoger siempre en la misma altura del año el productor debe habituarse a recoger, preferentemente, siempre en la misma altura del año, y así dejando margen al laboratorio para que le pueda proporcionar un diagnóstico y una recomendación de fertilización que pueda utilizar en el inicio de la estación de crecimiento, normalmente a principios del mes de abril.

Análisis de tejidos vegetales.

El análisis de los tejidos vegetales es un método de diagnóstico del estado nutricional de los árboles reconocido en la medida en que se acepta que la concentración de un nutriente en un tejido específico de la planta inteira, además de la disponibilidad de ese nutriente en el suelo, todos los factores que afectan al crecimiento de las plantas. En el castaño, como en la mayoría de los cultivos, son utilizadas las hojas en el diagnóstico del estado nutricional. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que la concentración de nutrientes en las hojas varía con la edad y la posición de las mismas en la copa. Así, en la recogida de muestras solo algunas hojas deben ser consideradas, concretamente las hojas jóvenes, pero siempre con el limbo completamente expandido (Figura 7.3).

En el castaño, la época en que las hojas deben ser recogidas es entre finales del mes de julio y el inicio del mes de





Figura 7.3 – Colheita de folhas jovens com o limbo completamente expandido do terço médio do ramo do ano.
 Recogida de hojas jóvenes con el limbo completamente expandido del tercio medio del ramo del año.



Figura 7.4 – Castanheiro apresentando problemas fitossanitários, desadequado para diagnósticos de estado nutricional (esquerda) e castanheiros aparentemente saudáveis, próprios para análise (direita).

Castano que aparenta problemas fitosanitarios, inadecuado para diagnóstico del estado nutricional (izquierda) y castaños aparentemente saludables, propios para análisis (derecha).

estão situadas nas bordaduras da parcela e árvores atípicas com sintomas de doenças ou outros problemas de desenvolvimento (Figura 7.4). As amostras devem entrar no laboratório devidamente identificadas, se possível nas 24 horas que se seguem à colheita.

Fertilidade do solo e estado nutricional dos soutos em Trás-os-Montes

Trabalhos recentes efetuados no interior norte de Portugal (Arrobas *et al.*, 2018) fornecem já uma visão global sobre as principais características químicas dos solos ocupados com castanheiros. Tendo por base mais de 1000 amostras de solos analisadas, os solos com castanheiros possuem valores de pH classificados como ácidos ou muito ácidos (86%), teores de matéria orgânica baixos (82%), teores de fósforo classificados de muito baixos e baixos (74%) e teores de potássio muito variáveis, entre baixos a altos. Os teores de cálcio e magnésio são também frequentemente classificados de baixos (48% e 37%, respetivamente), bem como os teores de boro (40%).

O estado nutricional dos castanheiros foi também avaliado com base em mais de 200 amostras de folhas (Arrobas *et al.*, 2018). A maioria dos soutos (63%) encontrava-se com concentração de azoto nas folhas abaixo do intervalo de suficiência. No caso do fósforo, apesar dos teores do elemento no solo serem maioritariamente baixos, 81% das amostras de folhas apresentaram concentrações adequadas e apenas 18% das amostras revelaram concentrações abaixo do intervalo de suficiência. O potássio nas folhas apresentou-se nas concentrações adequadas em 64% das amostras, mas uma percentagem ainda relativamente elevada (34%) encontrava-se abaixo do intervalo de suficiência. No caso do cálcio e do magnésio as concentrações estavam dentro da gama adequada respetivamente em 73% e 72% das amostras. Para o boro, 54% e 40% das amostras encontravam-se respetivamente na zona de concentrações adequadas e deficientes. Relativamente aos restantes micronutrientes justifica-se apenas uma referência para o manganês, em que 12% das

agosto. La muestra de hojas que llega al laboratorio debe representar de la mejor manera posible el estado nutricional de la plantación. Así, se recomienda la marcación de 15 árboles con aspecto representativo de la parcela y en estos será realizada la recogida de hojas a lo largo de los años. Deben evitarse hojas del interior de la copa y con menor exposición a la luz. Como es lógico, también, debe evitarse la recogida de hojas después de la aplicación de productos fitosanitarios. Se pueden recoger entre 4 y 8 hojas por cada árbol alrededor de la copa.

En la marcación de los árboles se deben evitar aquellos que están situados en los bordes de las parcelas y árboles atípicos con síntomas de enfermedades u otros problemas en su desarrollo normal (Figura 7.4). Las muestras deben entrar en el laboratorio debidamente identificadas, si es posible antes de que pasen 24 horas desde el momento de la recogida.

Fertilidad del suelo y estado nutricional de las plantaciones en Trás-os-Montes

Trabajos recientes efectuados en el interior Norte de Portugal (Arrobas *et al.*, 2018) aportan ya una visión global sobre las principales características químicas de los suelos ocupados con castaños. Teniendo como base más de 1000 muestras de suelos analizados, los suelos con castaños poseen valores de pH clasificados como ácidos o muy ácidos (86%), contenidos en materia orgánica bajos (82%), contenidos de fósforo clasificados como muy bajos o bajos (74%) y contenidos de potasio muy variables, entre bajos a altos. Los contenidos de calcio y magnesio son frecuentemente clasificados como bajos (48% y 37%, respectivamente) y también los contenidos de boro suelen ser bajos (40%).

El estado nutricional de los castaños fue también evaluado en base a más de 200 muestras de hojas (Arrobas *et al.*, 2018). La mayoría de las plantaciones (63%) se encuentran con concentraciones de nitrógeno en las hojas por debajo del nivel de suficiencia. En el caso del fósforo, a pesar de que los contenidos del elemento en el suelo son



amostras surgiu na zona de concentrações excessivas, a revelar o carácter maioritariamente ácido ou muito ácido destes solos.

À margem dos diagnósticos referidos, a fertilização do castanheiro tem estado baseada na aplicação de calcários, devido ao facto dos solos onde se cultivam os castanheiros tenderem a ser ácidos. Contudo, os resultados de investigação mostram alguma tolerância do castanheiro à acidez (Arrobas *et al.*, 2017), refletida nos valores maioritariamente adequados de cálcio e magnésio nas folhas. Contudo, é também de referir que já foram identificadas carências de magnésio em solos ácidos do interior norte de Portugal (Portela *et al.*, 2011). Assim, apesar da evidência de que o castanheiro é uma planta bem adaptada a solos ácidos, poderá ser benéfico aplicar calcários se o pH do solo for muito baixo. Aplicar calcários e elevar um pouco o pH pode disponibilizar nutrientes que tendem a ser limitantes em solos ácidos, designadamente cálcio, magnésio e fósforo, e reduzir os riscos de toxicidade de manganês e/ou alumínio.

Com a informação atualmente disponível, o azoto parece ser o elemento a que se deve dar maior importância nos programas de fertilização para o castanheiro. Embora no passado tenha havido tendência para lhe retirar importância, por se recear alguma interação negativa com aspetos fitossanitários da cultura, estudos recentes apontam em sentido contrário (Arrobas *et al.*, 2017; 2018; Grade, 2018; Rodrigues *et al.*, 2019). Os soutos têm revelado teores de azoto nas folhas baixos, e parecem responder com aumento de produção à aplicação do nutriente. O azoto é elemento que mais frequentemente limita o crescimento e produção das culturas em ecossistemas naturais e agrícolas e o castanheiro parece não ser exceção.

A informação disponível sobre o fósforo tem evoluído significativamente. De uma maneira geral, os solos do norte de Portugal tendem a ter teores em fósforo baixos quando determinados pelo método Egner-Riehm, o método de rotina em Portugal. Esta informação levou as empresas e o meio técnico a recomendar a aplicação regular de fósforo ao solo. Presentemente há evidência experimental de que o castanheiro dificilmente poderá responder à aplicação

majormente baixos, el 81% de las muestras de hojas presentan concentraciones adecuadas y solo el 18% de las muestras revelan concentraciones por debajo del nivel de suficiencia. El potasio en las hojas se presentó en concentraciones adecuadas en el 64% de las muestras, pero un porcentaje relativamente elevado (34%) se encuentra por debajo del intervalo de suficiencia. En el caso del calcio y del magnesio, las concentraciones estaban dentro de los niveles adecuados en el 73% y 72% de las muestras, respectivamente. Para el boro, el 54% de las muestras se encontraban con valores adecuados. Relativamente a los restantes micronutrientes, cabe destacar solo una referencia para el manganeso, para el cual, el 12% de las muestras tienen concentraciones excesivas, consecuencia del carácter predominante de suelos ácidos y muy ácidos.

Al margen de los diagnósticos referidos, la fertilización del castaño se ha basado en la aplicación de enmiendas calizas, debido al hecho de que en los suelos en que se cultivan el castaño tienden a ser ácidos. Así, los resultados de investigación mostraron tolerancia del castaño a la acidez (Arrobas *et al.*, 2017), reflejada en los valores bastante adecuados de calcio y magnesio en las hojas. Sin embargo, hay que mencionar que ya fueron detectadas carencias de magnesio en suelos ácidos del interior Norte de Portugal (Portela *et al.*, 2011). A pesar de la evidencia de que el castaño es una planta bien adaptada a suelos ácidos, puede ser beneficioso aplicar calcáreos si el pH del suelo fuera muy bajo. Aplicar calcáreos y elevar el pH puede favorecer la disponibilidad de nutrientes que tienden a ser limitantes en suelos ácidos, particularmente calcio, magnesio y fósforo, y reducir los riesgos de toxicidad de manganeso y/o aluminio.

Con la información actualmente disponible, el nitrógeno parece ser el elemento al cual se debe dar mayor importancia en los programas de fertilización para el castaño. Aunque en el pasado haya habido una tendencia para reducir su importancia, por relacionarlo con algunas interacciones negativas en cuanto a algunos aspectos fitosanitarios del cultivo, estudios reciente apuntan en sentido contrario (Arrobas *et al.*, 2017; 2018; Grade, 2018; Rodrigues *et al.*, 2019). Las plantaciones han revelado bajos conteni-



de fósforo uma vez que uma parte significativa dos soutos tem níveis de fósforo nas folhas adequados. Por outro lado, o castanheiro exporta quantidades reduzidas de fósforo (Quadro 6.1). Apesar de classificado como macronutriente principal tudo indica que as aplicações de fósforo nos soutos devam ser moderadas a reduzidas.

A aplicação de potássio no castanheiro deverá merecer alguma atenção. Apesar de por vezes os solos mostrarem teores de potássio elevados quando determinados pelo método Egner-Riehm, as plantas necessitam de quantidades elevadas de potássio na fase de crescimento do fruto. Esta fase ocorre no mês de agosto e início de setembro, quando a falta de água no solo dificulta a absorção do elemento. Parece ser importante que os solos estejam bem providos de potássio para que este possa ser absorvido em quantidades elevadas na janela de oportunidade que é a primavera. A aplicação de produtos foliares na fase de crescimento dos frutos pode auxiliar no fornecimento de potássio, embora ainda não esteja demonstrada a eficácia da aplicação de produtos foliares em castanheiro nesta fase de elevada desidratação dos tecidos foliares.

O elemento sobre o qual há maior evidência experimental da necessidade de aplicação é o boro, apesar de ser um micronutriente (Portela *et al.*, 2011; Arrobas *et al.*, 2017; 2018; Rodrigues *et al.*, 2019). Em Trás-os-Montes, a importância do boro está também documentada no olival (Rodrigues *et al.*, 2011) e na amendoeira (Arrobas *et al.*, 2019). De qualquer forma, este elemento exige precaução na aplicação uma vez que em doses elevadas é tóxico para as plantas. Em plantações jovens é relativamente fácil aplicar boro em níveis que possam originar toxicidade.

Os restantes nutrientes não têm estado sujeitos a atenção particular. Em solos mantidos em boas condições culturais, sobretudo com pH acima de 5,5 não é expectável que surjam problemas com outros nutrientes para além de azoto, fósforo, potássio e boro.

dos de nitrogénio en las hojas, y parecen responder con un aumento significativo de la producción cuando se aplica el nutriente. El nitrógeno es el elemento que más frecuentemente limita el crecimiento y la producción de los cultivos en ecosistemas naturales y agrícolas y el castaño no parece ser una excepción.

La información disponible sobre el fósforo ha evolucionado significativamente. De una manera general, los suelos del norte de Portugal tienden a tener contenidos de bajos de fósforo cuando este nutriente es determinado por el método Egner-Riehm, el método más utilizado en Portugal. Esta información llevó a las empresas y a los técnicos a recomendar la aplicación regular de fósforo al suelo. Actualmente hay evidencias experimentales de que el castaño, difícilmente podrá responder a la aplicación de fósforo ya que una parte significativa de las plantaciones tiene niveles de fósforo adecuados en las hojas. Por otro lado, el castaño exporta cantidades reducidas de fósforo (Cuadro 1). A pesar de estar clasificado como un macronutriente principal, todo indica que las aplicaciones de fósforo en las plantaciones deben ser moderadas y reducidas.

Se debe prestar especial atención a la aplicación de potasio en el castaño. A pesar de que los suelos muestran contenidos de potasio elevados cuando se realiza la determinación por el método Egner-Riehm, las plantas necesitan de cantidades elevadas de potasio en la fase de crecimiento del fruto. Esta fase ocurre en el mes de agosto e inicio de septiembre, cuando la falta de agua en el suelo dificulta la absorción del elemento. Parece ser importante que los suelos estén bien provistos de potasio para que este elemento pueda ser absorbido en cantidades elevadas durante la primavera. La aplicación de productos foliares en la fase de crecimiento de los frutos puede auxiliar al aporte de potasio, aunque aún no esté demostrada la eficacia de este tipo de aplicaciones en castaño durante esta fase, dada la elevada deshidratación de los tejidos foliares.

El elemento sobre el cual hay mayor evidencia experimental de la necesidad de aplicación es el boro, a pesar de ser un micronutriente (Portela *et al.*, 2011; Arrobas *et al.*, 2017; 2018; Rodrigues *et al.*, 2019). En Trás-os-Montes, la



Fertilização do castanheiro

Por fertilização é habitual entender-se a prática de aplicação de corretivos e/ou adubos ao solo. Os adubos podem também ser aplicados na água de rega ou diretamente sobre as plantas em caldas foliares. Com o uso de corretivos pretende-se melhorar propriedades físicas, químicas e/ou biológicas do solo que reduzam a biodisponibilidade dos nutrientes e/ou dificultem o normal desenvolvimento das plantas. Com os adubos pretende-se sobretudo fornecer às plantas nutrientes que não se encontrem no solo nas quantidades adequadas (Santos, 2015).

A fertilização do souto deve permitir maximizar o potencial produtivo da cultura e assegurar a perenidade da árvore. Nas culturas arbóreas (e arbustivas) interessa estabelecer uma estratégia de fertilização para a fase de instalação e primeiros anos da cultura e outra para a fase de plena produção.

Fertilização à instalação e em soutos jovens

Na instalação do souto deve proceder-se à aplicação de corretivos minerais alcalinizantes sempre que os resultados da análise de terras o aconselhem. O castanheiro parece ser uma cultura bem adaptada a solos ácidos. Contudo, em solos com $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})} < 5,5$ devem ser aplicados calcários. A acidez do solo pode afetar a produtividade, devido sobretudo à reduzida disponibilidade de nutrientes no solo, como cálcio, magnésio e fósforo, e à presença provável de quantidades excessivas de alumínio e/ou manganês na forma iónica que podem ser tóxicas para as plantas.

Os calcários são substâncias pouco solúveis em água, pelo que a correção do solo deve fazer-se à instalação da cultura quando os calcários podem ser adequadamente incorporados no solo. Os calcários são valorizados pelo seu valor neutralizante e conteúdo em magnésio. Na correção da acidez deve dar-se preferência aos calcários dolomíticos que, para além de fornecerem cálcio às plantas, fornecem também magnésio. O tamanho das partículas afeta a reatividade, sendo que os calcários de partículas mais finas têm um efeito mais rápido no solo. Assim, calcários em pó ou em

importancia del boro esta también documentada en el olivo (Rodríguez et al., 2011) y en el almendro (Arrobas et al., 2019). De cualquier forma, este elemento exige precaución en su aplicación, ya que en dosis elevadas es tóxico para las plantas. En plantaciones jóvenes es relativamente fácil aplicar boro en niveles que puedan provocar toxicidad.

Los restantes nutrientes no han estado sujetos a una atención detallada, pues en suelos con buenas condiciones culturales, sobre todo con pH por encima de 5,5 no se espera que surjan problemas con otros nutrientes más allá del nitrógeno, fósforo, potasio y boro.

Fertilización del castaño

Por fertilización es habitual entender la práctica de la aplicación de correctivos y/o abonos al suelo. Los abonos, también, pueden ser aplicados en el agua de riego o directamente sobre las plantas en aplicaciones foliares. Con el uso de correctivos se pretenden mejorar las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo que reduzcan la biodisponibilidad de los nutrientes y/o dificulten el normal desarrollo de las plantas. Con los abonos se pretende sobretudo suministrar a las plantas nutrientes que no se encuentran en el suelo en las cantidades adecuadas (Santos, 2015).

La fertilización de una plantación debe permitir maximizar el potencial produtivo del cultivo y garantizar la continuidad del árbol. En los cultivos arbóreos (y arbustivos) interesa establecer una estrategia de fertilización para la fase de instalación y los primeros años del cultivo y otra para la fase de plena producción.

Fertilización antes de la instalación y en plantaciones jóvenes

En la fase de instalación de una plantación debe procederse a la aplicación de correctivos minerales alcalinizantes siempre que los resultados del análisis de suelo lo aconsejen. El castaño parece ser un cultivo bien adaptado a los suelos ácidos. Sin embargo, en suelos con $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})} < 5,5$ se debe aplicar caliza. La acidez del suelo puede afectar a la productividad, debido sobre todo a la reducida disponibili-



pellet (obtidos a partir de materiais pulverizados) são mais reativos que os calcários de partículas mais grosseiras.

Na instalação de pomares é frequente equacionar-se a aplicação de corretivos orgânicos, sobretudo em regiões em que os teores de matéria orgânica no solo são baixos. Os substratos orgânicos favorecem as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos. Genericamente, a matéria orgânica liberta nutrientes para as plantas e melhora a capacidade de armazenamento de água, a drenagem do solo, o arejamento e a atividade biológica, com efeitos potencialmente benéficos em todo o ecossistema. Se a exploração tiver este recurso deverá utilizá-lo. Contudo, é irrealista admitir-se que a aplicação de matéria orgânica antes da instalação do pomar pode dar algum contributo significativo no incremento do teor de matéria orgânica do solo. Para produtores que não disponham de estrumes, se estes se encontrarem na região a preços acessíveis, a aplicação deve restringir-se às covas onde se irão colocar as plantas. Neste caso, o corretivo deve ser misturado adequadamente no solo não devendo nunca ser colocado em camadas no fundo ou junto às paredes das covas de plantação.

Na plantação é frequente recomendar-se a aplicação de quantidades elevadas de fósforo sempre que as análises de solos revelem valores baixos do nutriente. A ideia é constituir um reservatório de fósforo no solo que fique disponível para vários anos. No entanto, atendendo ao preço elevado dos fertilizantes, ao elevado número de mecanismos de imobilização do nutriente no solo, à reduzida exportação do nutriente pela cultura e à falta de estudos que comprovem as vantagens desta estratégia de fertilização, recomenda-se muita moderação com os custos despendidos. De uma maneira geral, a eficiência de uso dos nutrientes aumenta sempre que se aplicam próximos de momentos de elevada absorção radicular.

Nos anos imediatos à plantação, as jovens árvores exploram um reduzido volume de solo, sendo difícil estabelecer uma estratégia adequada de adubação ao solo. Nos primeiros anos, as estratégias de fertilização ao solo devem ser conservadoras (aplicação reduzida de fertilizantes) e complementadas com estratégias de adubação foliar. Os

dados de nutrientes como o cálcio, o magnésio e o fósforo e a presença de quantidades excessivas de alumínio y/o manganês na forma iónica que pueden llegar a ser tóxicas para las plantas.

Los calcáreos son sustancias poco solubles en agua, por lo que la corrección del suelo debe hacerse durante la instalación del cultivo, cuando estos compuestos se pueden incorporar adecuadamente al suelo. Los calcáreos son valorizados por su valor neutralizante y por el aporte de magnesio. En la corrección de la acidez se debe dar preferencia a los calcáreos dolomíticos que, además de aportar calcio a las plantas, aporta magnesio. El tamaño de las partículas afecta a la reactividad, siendo los calcáreos de partículas más finas la que tiene un efecto más rápido en el suelo.

Así, calcáreos en polvo o en *pellet* (obtenidos a partir de materiales pulverizados) son más reactivos que los calcáreos de partículas más gruesas.

En la instalación de plantaciones es frecuente considerar la aplicación de correctivos orgánicos, sobre todo en regiones en las que los contenidos en materia orgánica en el suelo son bajos. Los sustratos orgánicos favorecen las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. Generalmente, la materia orgánica libera nutrientes para las plantas y mejora la capacidad de almacenamiento del agua, el drenaje del suelo, el aireamiento y la actividad biológica, con efectos potencialmente beneficiosos en todo el ecosistema. Si la explotación agrícola tuviera este recurso deberá utilizarlo. Sin embargo, es irrealista admitir que la aplicación de materia orgánica antes de la instalación de la plantación puede contribuir de forma significativa en el incremento del contenido de materia orgánica del suelo. Para productores que no dispongan de estiércol, si estos se encuentran en la región a precios razonables, la aplicación debe restringirse a los hoyos donde se irán a colocar las plantas. En este caso, el correctivo se debe mezclar adecuadamente con el suelo, nunca se debe colocar en capas en el fondo o junto a las paredes del hoyo de plantación.

En la plantación es frecuente recomendar la aplicación de cantidades elevadas de fósforo siempre que los análisis de suelo revelen valores bajos del nutriente. La idea es



custos da operação são mínimos já que se gasta pouca calda devido à reduzida área foliar das plantas.

Enquanto as plantas são jovens o boro deve justificar atenção especial. É frequente surgirem sintomas de carência de boro pouco tempo após a plantação. Por outro lado, o boro é particularmente tóxico para as plantas quando em excesso. Assim, em plantações muito jovens deve evitar-se a aplicação de boro ao solo na forma de adubos concentrados em boro. Em alternativa devem ser aplicados adubos compostos que contenham boro em baixa concentração ou preferencialmente adubos foliares. Esta estratégia visa apenas reduzir o risco de dano na planta enquanto jovem, já que em árvores adultas a aplicação ao solo é preferível.

Fertilização de pomares adultos

A adubação dos soutos deve ser efetuada anualmente. O sistema solo/planta perde regularmente nutrientes, sobretudo exportados na castanha e na lenha de poda. Quando as árvores são ainda jovens e estão em crescimento é necessário repor também os nutrientes que ficam retidos na estrutura perene da planta. Acresce que a natureza não tem mecanismos próprios de recuperação rápida da fertilidade do solo. Para manter o solo produtivo é necessário adicionar fertilizantes para repor alguns dos nutrientes que anualmente se perdem.

Na prática da adubação interessa considerar a dose a aplicar, a data de aplicação, a localização dos fertilizantes e as opções de fornecimento de nutrientes às plantas, seja por aplicação ao solo, por via foliar ou em fertirrega, embora estas últimas estratégias sejam pouco comuns nos soutos.

A quantidade de fertilizante a aplicar é um dos aspetos mais importantes dos sistemas de recomendação de fertilização. Doses insuficientes podem reduzir o crescimento e a produtividade das árvores. Adubação em excesso pode reduzir a produtividade, aumentar a estrutura de custos e causar danos ambientais não negligenciáveis. No entanto, a definição da dose de fertilizante a aplicar em um dado contexto agroecológico não é fácil de estabelecer. Nem as análises de solos nem as análises de plantas fornecem informação suficiente para quantificar os nutrientes a aplicar.

constituir un reservorio de fósforo en el suelo para que esté disponible a lo largo de los años. Sin embargo, como consecuencia de los elevados precios de los fertilizantes, del elevado número de mecanismos de bloqueo del nutriente en el suelo, de la reducida exportación del nutriente por el cultivo y por la falta de estudios que demuestren las ventajas de esta estrategia de fertilización, se recomienda ser moderado con esta técnica. De una manera general, la eficiencia del uso de los nutrientes aumenta siempre que se aplican cerca de la época de mayor absorción radicular.

En los años siguientes a la instalación de una plantación, los árboles jóvenes exploran un reducido volumen del suelo, siendo difícil establecer una estrategia adecuada de abonado al suelo. En los primeros años, las estrategias de fertilización al suelo deben ser conservadoras (aplicación reducida de fertilizantes) y complementadas con estrategias de abonado foliar. Los costes de la operación son mínimos ya que se gasta poco caldo debido a la reducida área foliar de las plantas.

En cuanto las plantas son jóvenes se debe prestar atención al boro. Es frecuente que aparezcan síntomas de carencia de boro poco tiempo después de la plantación. Por otro lado, el boro es particularmente tóxico para las plantas cuando está en exceso. Así, en plantaciones muy jóvenes, debe evitarse la aplicación al suelo en forma de abonos concentrados de boro. En forma alternativa se deben aplicar abonos compuestos que contengan boro en baja concentración o preferencialmente abonos foliares. Esta estrategia sirve para reducir el riesgo de daño en las plantas cuando son jóvenes, ya que en árboles adultos es preferible la aplicación al suelo.

Fertilización en plantaciones adultas

El abonado de las plantaciones debe ser efectuado anualmente. El sistema suelo/planta pierde regularmente nutrientes, sobre todo exportados con la castaña y con la lenha de poda. Cuando los árboles son todavía jóvenes y están en crecimiento es necesario reponer también los nutrientes que se quedan retenidos en la estructura perenne de la planta. Hay que tener en cuenta que la naturaleza no tiene



A quantidade de nutrientes a repor pelos fertilizantes pode ser muito variável dependendo da idade do pomar e, em souts adultos, da quantidade de castanha produzida. Em anos de produção elevada a exportação de nutrientes aumenta, sendo necessário reequilibrar o estado nutritivo da árvore com a aplicação de uma dose maior de fertilizante.

Nos souts em plena produção o principal fator a ter em conta na quantificação da dose a aplicar é a remoção de nutrientes nos frutos e na lenha de poda. Estudos anteriores (Arrobas *et al.*, 2018) mostraram que os valores removidos pela castanha por hectare e ano podem variar entre 3 a 20 kg de azoto, 0,5 a 5 kg de fósforo (P_2O_5) e 2,5 a 25 kg de potássio (K_2O). Cálcio e magnésio são extraídos em quantidade ainda menores. O boro é extraído em quantidades que rondam 25 g ha^{-1} . Na lenha da poda sai uma quantidade significativa de cálcio, para além de azoto e potássio. Portela *et al.* (2007) reporta valores exportados por hectare na castanha e na lenha de poda que podem atingir 29 kg de azoto, 10 kg de P_2O_5 , 30 kg de K_2O , 12 kg de cálcio e 2,8 kg de magnésio. O laboratório pode ajustar estes valores em função da informação que tiver do pomar (fertilidade do solo, estado nutricional das árvores, aplicação de fertilizantes orgânicos e minerais nos anos anteriores) e da região (relacionados à eficiência de uso dos nutrientes).

A data de aplicação dos fertilizantes deve permitir que os nutrientes estejam disponíveis no solo quando é elevada a absorção radicular, que normalmente coincide com períodos de elevada atividade biológica das plantas e elevada demanda de nutrientes pelas partes em crescimento. Contudo, por questões práticas, relacionadas com o regime pluviométrico da região mediterrânica, nos souts a aplicação de fertilizantes ao solo restringe-se ao início da primavera.

A data de aplicação dos fertilizantes estabelece-se em função dos elementos móveis no solo como o azoto e o boro. Tendo em conta que o início da absorção ativa de nutrientes pelo castanheiro ocorre a partir de maio, e que estes nutrientes correm riscos elevados de lixiviação se ocorrer excesso de precipitação após a aplicação, deve ter-se como referência a aplicação dos fertilizantes a partir do início de abril. A data de aplicação de fósforo e potássio é

mecanismos propios de recuperación rápida de la fertilidad del suelo. Para mantener el suelo productivo es necesario adicionar fertilizantes para reponer algunos nutrientes que anualmente se pierden.

En la práctica del abonado es interesante considerar la dosis a aplicar, la fecha de aplicación, la localización de los fertilizantes y las diferentes opciones de aporte de nutrientes a las plantas; sea por aplicación al suelo o mediante aplicación foliar o fertirrigación; aunque estas últimas estrategias sean poco comunes en las plantaciones de castaño.

La cantidad de fertilizante a aplicar es uno de los aspectos más importantes en los sistemas de recomendación de fertilización. Dosis insuficientes pueden reducir el crecimiento y la productividad de los árboles. Abonado en exceso puede reducir la productividad, aumentar los costes y causar daños ambientales significativos. Sin embargo, la definición de la dosis de fertilizante a aplicar en un determinado contexto agroecológico no es fácil de establecer. Ni los análisis de los suelos, ni los análisis de plantas aportan información suficiente para cuantificar los nutrientes a aplicar. La cantidad de nutrientes a reponer por los fertilizantes puede ser muy variable dependiendo de la edad de la plantación y, en plantaciones adultas, de la cantidad de castaña producida. En años de producción elevada la exportación de nutrientes aumenta, siendo necesario reequilibrar el estado nutritivo del árbol con la aplicación de una dosis mayor de fertilizantes.

En las plantaciones en plena producción, el principal factor a tener en cuenta en la cuantificación de la dosis a aplicar es la extracción de los frutos y de la leña de poda. Estudios anteriores (Arrobas *et al.*, 2018) mostraron que los valores extraídos por la castaña por hectárea y año pueden variar de 3 a 20 kg de nitrógeno; de 0,5 a 5 kg de fósforo (P_2O_5) y de 2,5 a 25 kg de potasio (K_2O). El calcio y el magnesio son extraídos en cantidades todavía menores. El boro es extraído en cantidades que rondan los 25 g/ha. En la leña de poda sale una cantidad significativa de calcio, además de nitrógeno y potasio. Portela *et al.* (2007) reporta valores exportados por hectárea en la castaña y en la leña de poda que pueden llegar a alcanzar 29 kg de nitrógeno, 10 kg de



menos importante. Usando adubos compostos devem respeitar-se as recomendações seguidas para os elementos móveis no solo.

Se forem aplicados calcários durante a idade adulta do pomar estes poderão ser aplicados bastante mais cedo, se possível desde o outono. É necessário ter em conta que os calcários devem ser incorporados no solo. Aplicados durante o repouso vegetativo reduz-se o stress provocado nas árvores com a destruição de raízes provocada pela mobilização.

Os corretivos orgânicos (Figura 7.5) devem também ser aplicados mais cedo que os fertilizantes minerais. O mês de fevereiro pode ser uma boa referência para estrumes bem compostados e de razão carbono/azoto equilibrada. Se forem materiais grosseiros de pior qualidade devem aplicar-se ainda mais cedo. É necessário ter em conta que os fertilizantes orgânicos devem ser incorporados no solo, pelo que a aplicação deve ser feita num período em que haja humidade no solo, mas não em excesso.

Os fertilizantes podem ser distribuídos por todo o terreno ou aplicados de forma localizada debaixo da copa das árvores. A opção por cada um dos métodos depende de vários fatores, como a quantidade e tipo de fertilizante a

P_2O_5 y 30 kg de K_2O , 12 kg de calcio y 2,8 kg de magnesio. El laboratorio puede ajustar estos valores en función de la información que tuviera de la plantación (fertilidad del suelo, estado nutricional de los árboles, aplicación de fertilizantes orgánicos y minerales en los años anteriores) y de la región (relacionados a la eficiencia del uso de los nutrientes).

La fecha de aplicación de los fertilizantes debe permitir que los nutrientes estén disponibles en el suelo cuando la absorción radicular es elevada, normalmente este momento coincide con los periodos de máxima actividad biológica de las plantas y elevada demanda de nutrientes por los órganos en crecimiento. Sin embargo, por cuestiones prácticas, relacionadas con el régimen pluviométrico de la región mediterránea, en las plantaciones la aplicación de fertilizantes al suelo se restringe al inicio de la primavera.

El momento de aplicación de los fertilizantes se establece en función de los elementos móviles en el suelo como el nitrógeno y el boro. Teniendo en cuenta que el inicio de la absorción activa de nutrientes por el castaño acontece a partir del mes de mayo, y que estos nutrientes corren riesgo elevado de lixiviación cuando hay exceso de precipitación después de la aplicación, se debe tener como referencia la aplicación de los fertilizantes a partir del inicio del abril. El momento de



Figura 7.5 – Distribuição de estrume em soutos para posterior incorporação.
Distribución de estiércol en plantaciones de castaño para posterior incorporación.

aplicar, o sistema de manutenção do solo, a área das explorações e as condições técnicas de aplicação.

A distribuição homogênea por todo o terreno é uma técnica utilizada para aplicar corretivos minerais como os calcários devido à grande quantidade de fertilizante a distribuir e à conveniência de alterar as características do solo em toda a área. Em geral, utilizam-se distribuidores centrífugos de adubos. Na aplicação de adubos é frequente a aplicação localizada na área de projeção da copa. Deve evitar-se a aplicação muito concentrada junto ao tronco. Nessa zona há poucas raízes finas, sendo baixa a oportunidade de absorção. A distribuição dos adubos por toda a área é menos frequente, embora possa ocorrer em explorações que usam distribuidores centrífugos de adubos (Figura 7.6). Do ponto de vista técnico, a localização pode aumentar a eficiência de uso dos nutrientes. No caso dos elementos mais móveis como azoto e boro, a localização dos nutrientes numa zona de maior densidade radicular aumenta a oportunidade de absorção radicular e reduz a concorrência das infestantes pelo fertilizante. No caso dos elementos menos móveis no solo como o fósforo, a localização pode melhorar a eficiência de uso do nutriente através da saturação dos mecanismos de imobilização do

aplicación de fósforo y potasio es menos importante. Usando abonos compuestos se deben respetar las recomendaciones seguidas para los elementos móviles en el suelo.

Si fueran aplicadas enmiendas calizas durante la edad adulta de la plantación, estas aportaciones podrán ser aplicadas bastante más temprano, si es posibles desde el otoño. Es necesario tener en cuenta que las calizas deben ser incorporadas al suelo. Aplicadas durante el reposo vegetativo se reduce el estrés provocado en los árboles con la destrucción de las raíces a consecuencia de la movilización.

Los correctivos orgánicos (Figura 7.5) deben también ser aplicados más temprano que los fertilizantes minerales. El mes de febrero puede ser una buena referencia para estiércoles bien madurados y de relación carbono/nitrógeno equilibrada. Si fueran materiales más groseros y de peor calidad, deben aplicarse antes. Es necesario tener en cuenta que los fertilizantes orgánicos deben ser incorporados al suelo, por lo que la aplicación se debe hacer en un periodo en que haya humedad en el suelo, pero no en exceso.

Los fertilizantes pueden ser distribuidos por todo el terreno o aplicados de forma localizada debajo de la copa de los árboles. La opción escogida va a depender de varios factores, como la calidad y el tipo de fertilizantes a



Figura 7.6 – Aplicação de fertilizantes de forma manual e com distribuidor centrífugo.

Aplicación de fertilizantes de forma manual y con distribuidor centrífugo.



nutriente, devido ao aumento da quantidade de fertilizante aplicado na unidade de área.

A adubação foliar baseia-se na capacidade das folhas em absorber nutrientes de forma rápida e efetiva. No entanto, a base da fertilização de um pomar de sequeiro, como são a generalidade dos soutos, deve ser feita a partir da aplicação dos fertilizantes ao solo. A adubação ao solo estimula o desenvolvimento do sistema radicular e os fertilizantes tendem a ser mais baratos. A adubação foliar não permite aplicar quantidades satisfactorias de macronutrientes, devendo ser vista como um complemento da adubação ao solo e não como uma alternativa.

Os nutrientes aplicados por via foliar têm efeito mais rápido na vegetação. Em situações de carência nutricional comprovada durante a estação de crescimento, a adubação foliar pode ser equacionada. As caldas devem ser aplicadas de acordo com as recomendações previstas no rótulo dos produtos para evitar riscos de toxicidade nas plantas. Na aplicação de caldas foliares deve ter-se em atenção as previsões meteorológicas para evitar que a água da chuva arraste os fertilizantes antes de serem absorbidos.

Nos soutos, em que o potencial de produção é baixo, será difícil encontrar justificação técnica para a aplicação de adubos foliares. Contudo, durante a fase de crescimento dos frutos, as plantas têm elevadas necesidades em potássio. Em sequeiro, e em anos particularmente secos, a planta pode ter dificuldade em obter potássio devido à extrema desidratação do solo. Nestas condições, aplicações foliares ricas em potássio podem fornecer o nutriente de forma mais efetiva que a aplicação ao solo e promover a produtividade e o calibre dos frutos.

aplicar, el sistema de mantenimiento del suelo, el área de las explotaciones y las condiciones técnicas de aplicación.

La distribución homog  nea por todo el terreno es una técnica utilizada para aplicar correctivos minerales como los calcáreos debido a una gran cantidad de fertilizante a distribuir y la conveniencia de alterar las características del suelo en toda la superficie. En general, se utilizan abonadoras centrífugas. En la aplicación de abonos es frecuente la aplicación localizada en la superficie de proyección de la copa. Se debe evitar la aplicación muy concentrada junto al tronco. En esa zona hay pocas raíces finas, reduciéndose así la capacidad de absorción. La distribución de los abonos por toda la superficie es menos frecuente, aunque puede realizarse en explotaciones que utilizan abonadoras centrífugas (Figura 7.6). Desde el punto de vista técnico, la localización puede aumentar la eficiencia de uso de los nutrientes. En el caso de los elementos más móviles como el n  tr  geno y el boro, la localización de los nutrientes en una zona de mayor densidad radicular aumenta la oportunidad de absorción radicular y reduce el desarrollo de las plantas adventicias por el fertilizante. En el caso de los elementos con menor movilidad en el suelo como el fósforo, la localización puede mejorar la eficacia del uso del nutriente a través de la saturación de los mecanismos de bloqueo de nutriente, debido al aumento de la cantidad de fertilizante aplicado por unidad de superficie.

La aplicación de abonos foliares se basa en la capacidad de las hojas de absorber nutrientes de forma rápida y efectiva. No obstante, la base de la fertilización de una plantación de secano, como son generalmente las plantaciones de castaño, se debe realizar a partir de la aplicación de los fertilizantes al suelo. El abonado al suelo estimula el desarrollo del sistema radicular y los fertilizantes suelen ser más baratos. El abonado foliar no permite aplicar cantidades satisfactorias de macronutrientes, debiendo ser tratada como un complemento del abonado al suelo y no como una alternativa.

Los nutrientes aplicados por vía foliar tienen efecto más rápido en la vegetación. En situaciones de carencia nutricional comprobada durante la fase de crecimiento, el abonado foliar puede ser necesario. Las aplicaciones deben ser reali-



zadas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante para evitar los riesgos de toxicidad en las plantas. También es importante prestar atención a las previsiones meteorológicas antes de hacer aplicaciones foliares para evitar la lluvia arrastre los fertilizantes antes de ser absorbidos.

En las plantaciones de castaños, en que el potencial productivo es bajo, será difícil encontrar justificación técnica para la aplicación de abonos foliares. Sin embargo, durante la fase de crecimiento de los frutos, las plantas tienen elevadas necesidades de potasio. En secano y en años particularmente secos, la planta puede tener dificultades para cubrir sus necesidades de potasio del suelo debido a la extrema deshidratación del suelo. En estas condiciones, aplicaciones foliares ricas en potasio pueden aportar este nutriente de forma más efectiva que la aplicación al suelo, mejorando la productividad y el calibre de los frutos.

Bibliografia

Bibliografia

- Arrobas M., Ribeiro A., Barreales D., Pereira E., Rodrigues M., 2019. Soil and foliar nitrogen and boron fertilization of almond trees grown under rainfed conditions. *European Journal of Agronomy*, 106, 39-48.
- Arrobas M., Afonso S., Rodrigues M., 2018. Diagnosing the nutritional condition of chestnut groves by soil and leaf analyses. 2018. *Scientia Horticulturae*, 228, 113-121.
- Arrobas M., Afonso S., Ferreira I., Moutinho-Pereira J., Correia C., Rodrigues M., 2017. Liming and application of nitrogen, phosphorus, potassium, and boron on a young plantation of chestnut. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 41, 441-451.
- Grade, V., 2018. Efeito de fertilizantes com mecanismos de libertação gradual de nutrientes na cultura do castanheiro (*Castanea sativa*). Tese de Mestrado em Agroecologia. Instituto Politécnico de Bragança.
- Portela, E., Ferreira-Cardoso, J.V., Louzada, J.L., 2011. Boron application on a Chestnut orchard: effect on yield and quality of nuts. *Journal of Plant Nutrition*, 34, 1245-1253.
- Portela, E., Martins, A., Pires, A.L., Raimundo, F., Marques, G., 2007. Cap 6 – Práticas culturais no souto: o manejo do solo. Soil management practices in chestnut orchards. In: Gomes-Laranjo, J., Ferreira-Cardoso, J., Portela, E., Abreu, C.G. (Eds.), *Castanheiros [Chestnuts]*. Programa AGRO 499 Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, pp. 207-264.
- Rodrigues, M.A., Pavão, F., Lopes, J.I., Gomes, V., Arrobas, M., Moutinho-Pereira, J., Ruivo, S., Cabanas, J.E., Correia, C.M., 2011. Olive yields and tree nutritional status during a four year period without nitrogen and boron fertilization. *Communications in Soil Science Plant Analysis*, 42 (7), 803 - 814.
- Rodrigues, M.A., Grade, V., Barroso, V., Pereira, A., Cassol, L.C., Arrobas, M., 2019. Chestnut response to organo-mineral and controlled-release fertilizers in rainfed growing conditions. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* (in press).
- Santos, J.Q., 2015. Fertilização. Fundamentos agroambientais da utilização dos adubos e corretivos. Publindústria. Porto.
- Varennes, A., 2003. Produtividade dos solos e ambiente. Escolar Editora, Lisboa.



Sistemas de condução e poda

Sistemas de conducción y poda

Maria do Sameiro Patrício

Sistemas de condução

O castanheiro é uma árvore que pode ser cultivada simultaneamente para produção de fruto e madeira, em associação com outros produtos complementares e serviços de ecossistema, em soutos tradicionais que constituem verdadeiros sistemas agroflorestais a preservar. Neste sistema, o número de árvores pode variar entre as 100 a 150 árvores por hectare, para que as árvores possam instalar a sua copa de modo a privilegiar a produção de fruto. Uma boa iluminação da copa contribui para uma maior produção de castanha e favorece a multifuncionalidade do souto com a possibilidade de obter produtos complementares como os cogumelos, a apicultura e a pastagem.

O castanheiro bravo (não enxertado) destina-se à produção de madeira e outros produtos e serviços de ecossistema em sistema florestal – os castiçais. Neste sistema, pode ser explorado em talhadia ou em alto fuste.

A talhadia é um processo de propagação vegetativa após o corte da árvore. Com este processo obtêm-se novos povoamentos através do aproveitamento dos rebentos surgidos na toíça ou cepo após o corte da árvore. Destina-se à produção de biomassa e madeira de pequenas e médias dimensões. Cada árvore cortada pode produzir uma, duas, três ou mais varas por toíça no final do período de produção. No alto fuste a continuidade dos povoamentos é feita diretamente pela via da semente ou por plantação a partir de plantas produzidas em viveiros. Neste caso as árvores crescem em períodos de tempo mais longos de 40-50 anos, obtendo-se troncos de maiores dimensões. Destina-se à produção de madeira de elevada qualidade para as utilizações mais nobres. Neste caso o número de árvores por

Sistemas de conducción

El castaño es un árbol que puede ser cultivado simultáneamente para la producción de fruto y madera, junto con otros productos complementarios y servicios del ecosistema, en plantaciones tradicionales que constituyen verdaderos sistemas agroforestales a preservar. En estos sistemas, el número de árboles puede variar entre los 100 y los 150 árboles por hectárea, para que los árboles puedan formar una buena copa que favorezca la producción de fruto. Una buena iluminación de la copa contribuye a aumentar la producción de castaña y favorece la multifuncionalidad de la plantación con la posibilidad de obtener productos complementarios como son las setas, la miel y el pasto.

El castaño bravo (sin injertar) se destina a la producción de madera y otros productos y servicios del ecosistema en sistema forestal – los castañares. Este sistema, puede ser explotado en monte bajo a través de brotes de cepa, o monte alto.

Monte bajo es un proceso de propagación vegetativa que se da después del corte de un árbol. Con este proceso se obtienen nuevos rodales surgidos a partir de los brotes de cepa de un árbol cortado. Se destinan a la producción de biomasa y madera de pequeñas y medianas dimensiones. Cada árbol cortado puede producir una, dos, o más varas por brotes de cepa en el final del periodo de producción. En el sistema monte alto la continuidad de los rodales se realiza directamente mediante semilla o por plantación de árboles de vivero. En este caso los árboles crecen en periodos de tiempo más largos de 40 a 50 años, obteniéndose troncos de mayores dimensiones. Se destinan a la producción de madera de elevada calidad para utilizaciones más nobles. En



hectare à plantação ronda as 1250 para que as árvores possam crescer com uma boa forma para produção de madeira chegando ao final do ciclo de produção com um número de árvores por hectare que ronda as 200 árvores por hectare.

Sem desconsiderar outros sistemas de condução mais intensivos que possam ser adotados pontualmente, incluindo novas formas de condução que merecem ser experimentadas, é na perspectiva dos soutos tradicionais que vamos tratar a condução dos castanheiros por representar a maioria dos soutos existentes que embelezam a paisagem onde os castanheiros de grande porte prevalecem.

A condução dos soutos

O vigor dos soutos depende de variados fatores como já foi referido noutros capítulos. A qualidade do solo e das plantas e a sua condução ao longo da vida da árvore fazem parte dos fatores que contribuem de forma substantiva para o vigor e maior produtividade dos soutos. A condução das árvores pressupõe indução de vigor pela aplicação das técnicas mais adequadas. Quando as plantas têm qualidade, manifestada pelo seu elevado vigor, a condução das árvores apresenta-se bastante mais facilitada. Uma jovem planta de castanheiro é considerada vigorosa quando tem um tronco único, robusto e bem lançado (forma cônica do tronco), resultante de um crescimento rápido em altura com um bom espessamento ao nível do colo (zona de separação entre a raiz e o caule), gomo terminal intacto e vigoroso, casca fina, lisa, de coloração pardo-acastanhada e um bom sistema radicular. O gomo terminal em mau estado ou danificado por geada de primavera é indicador de sensibilidade e pouco vigor. Os critérios de vigor estendem-se ao longo da vida da árvore. A abundância de líquenes em árvores relativamente jovens está associada a crescimento lento e por isso pouco vigor. A coloração das folhas e a sua dimensão são igualmente parâmetros de vigor bem como a ausência de doenças.

este caso, el número de árboles por hectárea de plantación ronda los 1250 para que los árboles puedan crecer con una buena forma para producción de madera, llegando al final del ciclo de producción con aproximadamente 200 árboles por hectárea.

Sin menospreciar otros sistemas de conducción más intensivos que puedan ser adoptados puntualmente, incluyendo nuevas formas de conducción que merecen ser experimentadas, va a ser en la perspectiva de plantaciones tradicionales donde vamos a tratar la conducción de los castaños por representar la mayoría de las explotaciones existentes que embellecen el paisaje donde los castaños de gran porte prevalecen.

La conducción de plantaciones de castaños

El vigor de las plantaciones depende de varios factores, como ya fue referido en capítulos anteriores. La calidad del suelo y de las plantas y su conducción a lo largo de la vida del árbol forman parte de los factores más importantes que contribuyen para determinar el vigor y la productividad de las plantaciones. Las técnicas más adecuadas para la conducción de los árboles van a tener influencia en el vigor de los mismos. Cuando las plantas tienen calidad, que se manifiesta por su vigor, la conducción de los árboles se presenta bastante más fácil. Una planta joven de castaño es considerada vigorosa cuando tiene un tronco único, robusto y bien formado (forma cónica de tronco), resultado de un crecimiento rápido en altura con un buen engrosamiento al nivel del cuello (zona de separación entre la raíz y el tallo), yema terminal intacta y vigorosa, corteza fina, lisa, de coloración pardo-acastañada y un buen sistema radicular. La yema terminal en mal estado o dañada por heladas de primavera es un indicador de sensibilidad y de poco vigor. Los criterios de vigor se extienden a lo largo de la vida del árbol. La abundancia de líquenes en árboles relativamente jóvenes está asociada al crecimiento lento y a escasez de vigor. La coloración de las hojas y su dimensión son también parámetros de vigor, así como la ausencia de enfermedades.



Escolha plantas de boa qualidade

Escolher plantas de boa qualidade é tão importante como escolher o local adequado de plantação ou a forma correta de plantar e fazer a manutenção da árvore. A sele-

Seleccione plantas de buena calidad

Seleccionar plantas de buena calidad es tan importante como escoger el lugar adecuado para una plantación o la forma más correcta de plantar y mantener los árboles. La



Figura 8.1 – A) Árvore vigorosa vs B) árvore com pouco vigor
(a presença de líquenes e ferimentos causados pela passagem das máquinas são indicador de pouco vigor).

A) Árbol vigoroso vs B) árbol con poco vigor
(la presencia de líquenes y heridas causados por el paso de maquinaria son indicador de poco vigor).

ção de plantas de castanheiro de boa qualidade é essencial para o sucesso a longo prazo das árvores. Em particular, um sistema radicular bem desenvolvido e bem formado, livre de doenças, é fundamental para a saúde a longo prazo e a viabilidade dos sotos.

A má seleção de plantas pode causar morte prematura, baixo crescimento, pouca vitalidade, baixa produção e má forma. A maioria dos defeitos na raiz não pode ser corrigida. Uma árvore com defeitos acima do solo precisará de cuidados corretivos. Por exemplo, a má forma pode ser corrigida pela poda formativa de um especialista enquanto a árvore é nova ou em fase de instalação. Comprar plantas baratas não é viável a longo prazo se elas forem de má qualidade.

selección de plantas de castaño de buena calidad es esencial para tener éxito a largo plazo. En particular, un sistema radicular bien desarrollado y bien formado, libre de enfermedades, es fundamental para la salud a largo plazo y la viabilidad de las plantaciones.

La mala selección de plantas puede causar la muerte prematura, crecimiento lento, poca vitalidad, baja producción y mala forma del árbol. La mayoría de los defectos en la raíz no pueden ser corregidos. Un árbol con defectos por encima del suelo necesitará cuidados correctivos. Por ejemplo, una deformación puede ser corregida por la poda de formación de un especialista en cuanto el árbol es joven o está en fase de instalación. Comprar plantas por ser baratas no es viable a largo plazo si son de mala calidad.



Figura 8.2 – Um bom sistema radicular origina castanheiros vigorosos.
Un buen sistema radicular origina castaños vigorosos.



A proteção e manutenção das plantações: complementos indispensáveis do investimento

A plantação é um investimento que não deve terminar com a colocação dos castanheiros no souto:

- É preciso considerar sistematicamente a proteção dos jovens castanheiros contra os danos ocasionais provocados pela fauna selvagem.
- Os tratamentos posteriores são indispensáveis para um crescimento ótimo das plantas.

Proteção contra os danos dos animais selvagens:

Pense nisso antes da plantação, sem esperar pelos danos. É indispensável proteger as jovens plantas:

- Quando existem danos nos soutos vizinhos
- Se a plantação é de baixa densidade ou a compasso definitivo

Como proteger?

- **Com cercas de arame ou elétricas:** estas cercas são importantes para plantações com vários hectares. O custo: muito variável segundo a superfície a proteger e o tipo de proteção.
- **Com repelentes:** a pulverizar sobre as plantas. Os repelentes são pouco eficazes sendo necessário renovar a sua aplicação com frequência, sobretudo nos períodos sensíveis.
- **Com protetores individuais:** eles facilitam a visualização das plantas para a manutenção. Preferir as redes plásticas de malha apertada (1 mm²) para evitar que os ramos passem através dela.

La protección y el mantenimiento de las plantaciones: complementos indispensables de la inversión

La plantación es una inversión que no debe terminar con la instalación de los castaños en la parcela:

- Se necesita considerar sistemáticamente la protección de los jóvenes castaños contra los daños ocasionales provocados por la fauna salvaje.
- Los tratamientos posteriores son indispensables para un crecimiento óptimo de las plantas.

Protección contra los daños de los animales salvajes:

Piense en esto antes de la plantación, sin esperar a los daños. Es indispensable proteger las plantas jóvenes:

- Cuando existen daños en las plantaciones cercanas.
- Si la plantación es de baja densidad o a marco de plantación definitivo

¿Cómo proteger?

- **Con cerca de alambre o eléctrica:** estas cercas son importantes para plantaciones con varias hectáreas. El coste: muy variable según la superficie a proteger y el tipo de protección.
- **Con repelentes:** por pulverización o spray sobre las plantas. Los repelentes son poco eficaces siendo necesario renovar su aplicación con mucha frecuencia, sobre todo en los periodos más sensibles.
- **Con protectores individuales:** estos facilitan la visualización de las plantas durante el mantenimiento de la plantación. Son preferibles las redes plásticas de malla apretada (1 mm²) para evitar que los ramos pasen a través de ella.



A manutenção nos primeiros anos é indispensável

Um souto sem manutenção é um investimento perdido. As manutenções são facilitadas por um espaçamento regular e suficiente entre plantas para a circulação do trator sem provocar danos nas árvores. É aconselhável deixar uma faixa de pelo menos 1 metro em volta da árvore sem intervenção mecanizada. A eliminação da vegetação junto à planta deverá ser feita manualmente. As caldeiras de plantação deverão ser mantidas e limpas de vegetação para libertar as plantas da vegetação concorrente.

O solo deve ser trabalhado superficialmente sem danificar as raízes ou por corte da erva. Em qualquer caso as plantas não devem ser danificadas por ação da passagem das máquinas.

É necessário intervir no mínimo uma vez por ano quando a erva está verde (maio – junho). Se a vegetação é lenhosa como a silva será necessário intervir regularmente, uma ou mais vezes por ano, para não incomodar as plantas.

Atenção, vigie de perto a realização dos trabalhos se não os executar você mesmo.

A vigilância periódica do souto é fundamental

Permite reagir rapidamente em caso de problemas como:

- Danos provocados pelos animais selvagens
- Mau estado das proteções
- Ataque de pragas e doenças
- Invasão pela vegetação concorrente

Cuidado preventivo dos castanheiros jovens

Quando as árvores são plantadas com grandes espaçamentos, como acontece nos soutos, pode ser apropriado colocar tutores e amarrá-los com uma ligadura extensível. Nesse caso, ajuste regularmente o atilho para evitar estrangulamentos e atritos. O tutor deve ser colocado a cerca de 10 cm do pé da árvore e do lado de maior incidência dos raios solares. Deste modo o tronco fica mais protegido dos raios solares que podem causar escaldões.

El mantenimiento en los primeros años es indispensable

Una plantación sin mantenimiento es una inversión perdida. El mantenimiento se facilita con espacio entre planta regular y suficiente para la circulación de un tractor sin provocar daños en los árboles. Es aconsejable dejar una distancia de por lo menos un metro alrededor del árbol sin intervención mecanizada. La eliminación de la vegetación junto a la planta deberá ser realizada manualmente. La zona más adyacente a la planta deberá mantenerse limpia de vegetación espontánea para evitar competencia.

El suelo debe ser trabajado superficialmente sin dañar las raíces o mediante el corte de la hierba. En cualquier caso las plantas no deben ser dañadas por el paso de la maquinaria.

Es necesario intervenir lo mínimo posible, al menos una vez al año, cuando la hierba este verde (mayo – junio). Si la vegetación es leñosa, como zarzas, será necesario intervenir regularmente, una o más veces por año, para evitar competencia con nuestros castaños.

Atención, vigile de cerca la realización de los trabajos si no son ejecutados por usted mismo.

La vigilancia periódica de la plantación es fundamental

Permite reaccionar rápidamente en el caso de presentarse problemas como:

- Daños provocados por animales salvajes
- Mal estado de las protecciones
- Ataque de plagas y enfermedades
- Invasión por la vegetación competidora

Cuidado preventivo de los castaños juvenes

Quando los árboles son plantados con grandes marcos de plantación, como ocurre en las plantaciones de castaños, puede ser apropiado colocar tutores y atarlos con una goma extensible. En caso de realizar esto, es necesario ajustar regularmente la goma de atado para evitar estrangulamientos. El tutor debe ser colocado unos 10 cm al lado del árbol y del lado de mayor incidencia de los rayos solares. De esta



Formas alternativas para minimizar as queimaduras solares

A pintura do tronco com cal apagada aumenta a reflexão dos raios solares. Também a colocação de proteções adequadas existentes no mercado ou simplesmente ramos de giesta junto ao tronco de árvores jovens expostas, pode ser aconselhável.

A diminuição dos efeitos negativos dos raios diretos do sol deve ser equacionada quando a exposição do terreno não é a mais adequada para os castanheiros (planalto, influência Sul). Desta forma evita queimaduras que provocam grandes aberturas na casca com exposição do lenho aos agentes bióticos e climáticos e perda de robustez.

forma, el tronco se queda más protegido de los rayos solares que pueden causar quemaduras.

Formas alternativas para minimizar las quemaduras solares

Pintar el tronco con cal apagada aumenta la reflexión de los rayos solares. También la colocación de protectores adecuados existentes en el mercado o simplemente ramos de retama junto al tronco de los árboles jóvenes, puede ser aconsejable.

La disminución de los efectos negativos de los rayos directos del sol debe ser considerada cuando la exposición de terreno no es la más adecuada para los castaños (meseta, influencia sur). De esta forma, se evitan quemaduras que provocan grandes aberturas en la corteza con exposición del leño a los agentes bióticos y climáticos y la pérdida de robustez.



Figura 8.3 – A) e B) Escaldão em troncos demasiado expostos. **C)** Tronco caiado para minizar o efeito dos raios solares. **A) y B)** Quemaduras en troncos demasiado expuestos. **C)** Tronco encalado para minimizar el efecto de los rayos solares.

A poda

A poda envolve a remoção seletiva de ramos da árvore para o benefício global da planta. A aplicação desta prática cultural deve resultar em árvores saudáveis, estruturalmente sólidas e esteticamente agradáveis. A poda pode guiar a forma de uma árvore e corrigir defeitos, como uma estrutura deficiente.

Deve haver sempre uma boa razão para podar uma árvore, porque a poda causa ferimentos a que a árvore deve responder. A poda frequente e indiscriminada vai stressar a árvore e consequentemente afetar adversamente a sua saúde. O podador deve procurar remover a menor quantidade possível de tecido vivo durante a poda.

Todas as ferramentas de poda devem estar bem afiadas para garantir cortes limpos. Os equipamentos que irão ferir a casca e os tecidos condutores não devem ser usados em secções de árvores que se pretendem manter. Quando podar os castanheiros, todas as ferramentas de poda devem ser desinfetadas entre as árvores para evitar a propagação das doenças.

As árvores podem ser podadas por variadas razões:

Condução das jovens plantas para melhorar a sua forma natural ou formar a copa (poda de formação):

- Os ramos carpinteiros são aqueles que definem a estrutura base da copa para definir a sua arquitetura.

Manter a saúde e a aparência da árvore:

- Ramos da árvore mortos, doentes ou danificados devem ser removidos. Uma copa muito densa deve ser aberta para aumentar a entrada do ar e da luz solar. Ramos mamões, ramos cruzados ou empastelados e rebentos bravos também devem ser cortados.

Influenciar a floração e a frutificação:

- A poda que retira os gomos florais favorece o crescimento vegetativo. Assim, os gomos florais podem ser removidos nas plantas jovens para as

La poda

La poda comprende la eliminación selectiva de las ramas de los árboles para el beneficio global de la planta. La aplicación de esta práctica cultural debe dar como resultado, arboles saludables, estructuralmente sólidos y estéticamente agradables. La poda puede ayudar a formar un árbol y corregir los defectos, como puede ser una estructura deficiente.

Debe haber siempre una buena razón para podar un árbol, porque la poda causa heridas a las que el árbol tiene que responder. La poda frecuente y indiscriminada va a estresar al árbol y consecuentemente, va a afectar adversamente a su salud. El podador debe intentar eliminar la menor cantidad posible de tejido vivo durante la poda.

Todas las herramientas de poda deben estar bien afiladas para garantizar cortes limpios. Los equipamientos que pueden herir la corteza y los tejidos conductores, no se deben usar en secciones de árboles que se pretenden mantener. Cuando realizamos poda en castaños, todas las herramientas deben ser desinfectadas entre árboles para evitar la propagación de enfermedades.

Los árboles pueden ser podados por varias razones:

Conducción de las plantas jóvenes para mejorar su forma natural o formar la copa (poda de formación):

- Las ramas estructurales son aquellas que definen la estructura base de la copa para definir su arquitectura.

Mantener la salud y la apariencia del árbol:

- Ramas del árbol muertas, enfermas o dañadas deben ser eliminadas. Una copa muy densa debe ser abierta para aumentar la entrada de aire y luz solar. Ramas chupones, ramas cruzadas y brotes bravos también deben ser cortados.

Influenciar la floración y la fructificación:

- La poda que retira las yemas florales favorece el crecimiento vegetativo. Así, las yemas florales



ajudar a atingir grande dimensão antes do primeiro ano de floração. Por outro lado, a poda pode também ser usada para estimular a floração. Nas árvores em plena produção a poda contribui para um maior número de inflorescências e fruto, mas estes são geralmente menores. Nestes casos, a poda pode também reduzir a componente lenhosa e assim redistribuir a energia por menos flores e frutos, estes últimos, de maior dimensão.

Rejuvenescer a árvore no final do ciclo produtivo.

Faça podas bem-feitas

As podas leves e bem executadas contribuem para o aumento de vigor da árvore e do souto. Cortes mal-executados dificultam a cicatrização e facilitam as podridões e a entrada de doenças como o cancro. Evite cortar ramos grossos, as feridas ficarão expostas demasiado tempo.

Como podar corretamente uma árvore

A poda correta dos castanheiros é uma valiosa ferramenta de manutenção e pode ajudar a mante-los saudáveis. A poda inadequada, pelo contrário, pode causar danos que permanecem durante toda a vida da árvore, ou pior, encurtar a vida da árvore. As árvores que são submetidas a podas apropriadas enquanto jovens exigem pouca poda corretiva na idade adulta. Na maioria dos casos, as árvores maduras são podadas como medida corretiva ou preventiva. A poda severa de rotina de uma árvore madura não melhora necessariamente a saúde da árvore.

A árvore forma uma camada protetora no lenho ao redor da base do ramo. Este tecido protetor é chamado de colo do ramo. Quando os cortes da poda são efetuados corretamente preservam essa zona dos ramos que contém tecidos de proteção e regeneração rápida permitindo que a ferida feche num relativo curto espaço de tempo com danos internos mínimos. A formação do calo (anel) de cicatrização que se desenvolve da periferia para o interior do corte é um bom indicador de que o corte foi executado corretamente. Eliminar ou danificar o colo do ramo (quando o ramo esga-

pueden ser eliminadas en las plantas jóvenes para ayudarlas a conseguir una gran dimensión antes del primer año de floración. Por otro lado, la poda puede también ser usada para estimular la floración. En árboles en plena producción la poda contribuye a aumentar el número de inflorescencias y en consecuencia de frutos, pero estos son generalmente de menor calibre. En estos casos, la poda puede también reducir la componente leñosa y así redistribuir la energía para menos flores y frutos, y aumentar así el tamaño de estos últimos.

Rejuvenecimiento del árbol en el final del ciclo productivo.

Realice podas correctas

Las podas leves y bien ejecutadas contribuyen para el aumento de vigor del árbol. Cortes mal realizados dificultan la cicatrización y facilitan las pudriciones y la entrada de enfermedades como el chancro. Evite cortar ramas gruesas, las heridas quedaran expuestas demasiado tiempo.

Como podar correctamente un árbol

La poda correcta del castaño es una valiosa herramienta de mantenimiento y puede ayudar a mantenerlo saludable. La poda inadecuada, por el contrario, puede causar daños que permanecen durante toda la vida del árbol, o peor, acortan la vida del árbol. Los árboles que son sometidos a podas apropiadas en cuanto son jóvenes, exigen poca poda correctiva en la edad adulta. En la mayoría de los casos, los árboles adultos son podados como medida correctiva o preventiva. La poda severa de rutina de un árbol adulto no mejora necesariamente la salud del árbol.

El árbol forma una capa protectora leñosa alrededor de la base de la rama. Este tejido protector es llamado cuello de rama. Cuando los cortes de la poda son efectuados correctamente preservan esa zona de los ramos que contiene tejidos de protección y regeneración rápida permitiendo que la herida cierre en un relativo corto espacio de tiempo con daños internos mínimos. La formación del calo (anillo) de cicatrización que se desarrolla de la periferia para el inte-



ça, p. e.) faz com que o anel de cicatrização não se forme na zona afetada.

Execução dos cortes

O corte deve preservar a ruga da casca e o colo do ramo. Para executar o corte corretamente, alinhe o corte para fora unindo a parte superior da ruga da casca com a parte superior do colo do ramo. Execute os cortes como se exemplifica na Figura 8.4.

Tenha atenção, um corte demasiado rente que elimina a ruga da casca, não somente prejudica o tronco principal, como também remove a camada interna de proteção química. Quando a camada de proteção é removida, os microrganismos que causam podridões têm acesso facilitado ao lenho acima e abaixo do ramo. Além da deterioração, os cortes severos podem causar fendas internas. Essas fendas podem-se multiplicar mais tarde na vida da árvore.

A remoção de um ramo morto de uma árvore deve ser realizada aplicando a mesma técnica dos ramos vivos.

Se o ramo a cortar for pesado ou grosso, pode ser útil eliminar primeiro as partes extremas do ramo usando o “método dos 3 cortes”. Primeiro, meça aproximadamente 45 cm a partir da base do ramo inserido no tronco principal.

rrior del corte es un buen indicador de que el corte fue ejecutado correctamente. Eliminar o dañar el cuello de rama (cuando la rama se desgarrar, por ejemplo) hace que el anillo de cicatrización no se forme en la zona afectada.

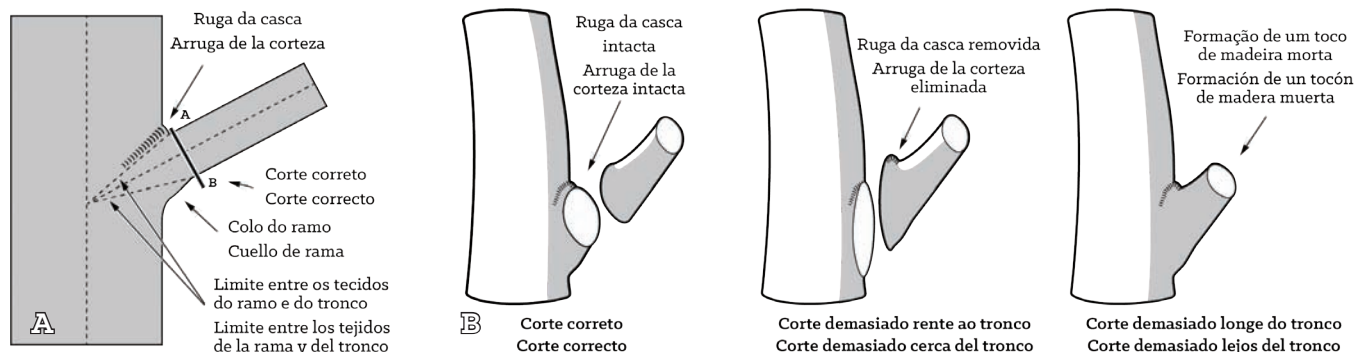
Ejecución de los cortes

El corte debe presentar la arruga de la corteza y el cuello de rama. Para ejecutar el corte correctamente, se debe alinear el corte para fuera uniendo la parte superior de la arruga de la corteza con la parte superior del cuello de rama. Ejecute los cortes como se ejemplifica en la Figura 8.4.

Preste atención, un corte demasiado al ras que elimina la arruga de la corteza, no solamente perjudica al tronco principal, sino que también elimina la capa interna de protección química. Cuando la capa de protección es eliminada, los microorganismos que causan pudriciones tienen el acceso facilitado al leño por encima y por debajo del ramo. Además del deterioro, los cortes severos pueden causar fisuras internas. Estas fisuras se pueden multiplicar más adelante, a lo largo de la vida del árbol.

La eliminación de una rama muerta de un árbol debe ser realizada aplicando la misma técnica de las ramas vivas.

Si la rama a cortar fuera pesada o gruesa, puede ser útil



Em seguida, faça um corte na parte inferior do ramo cortando até aproximadamente metade do diâmetro. Depois, alguns centímetros à frente deste ponto, faça um corte de cima para baixo até que o ramo caia por si próprio. Ao cortar desta maneira está a impedir que o ramo esgace junto ao tronco principal. Depois de retirada a parte pesada do ramo, faça o corte final como descrito anteriormente, alinhando para fora a parte superior da ruga da casca e a parte superior do colo do ramo para que o calo cicatricial se desenvolva normalmente em toda a extensão do corte por forma a fechar o mais rápido possível.

eliminar primero las partes extremas de la rama, usando el “método de los 3 cortes”. Primero, mida aproximadamente 45 cm a partir de la base de la rama insertada en el tronco principal. De seguida, haga un corte en la parte inferior de la rama cortando hasta aproximadamente la mitad del diámetro. Después, algunos centímetros por delante de este punto, haga un corte de encima hacia abajo hasta que el ramo caiga por si mismo. Al cortar de esta manera va a impedir que la rama se desgarre junto al tronco principal. Después de retirada la parte pesada de la rama, haga el corte final como fue descrito anteriormente, alineado para fuera a la parte superior de la arruga de la corteza y la parte superior



Figura 8.5 – Método dos 3 cortes para evitar o esgaçamento de ramos grossos e pesados e levar a uma rápida cicatrização dos cortes com formação completa do calo cicatricial em toda a extensão do corte.

Método de los 3 cortes para evitar el desgarro de ramas gruesas y pesadas y conseguir una rápida cicatrización de los cortes con formación completa de calo cicatrizal en toda la extensión del corte.

A poda bem executada faz toda a diferença

- Aplique cortes de formação (poda de formação) o mais cedo possível: podar cedo na vida da árvore faz com que as feridas que resultam dos cortes sejam pequenas, rapidamente fechadas e desta forma o crescimento vai para onde você quiser.
- Inicie os cortes de formação em árvores jovens pela ponta: inspecione a árvore visualmente no topo, retire as forquilhas e desça progressivamente até à base.
- Siga o ramo principal: identifique os melhores ramos líder e laterais (ramos principais permanentes da copa) antes de começar a poda e remova as partes defeituosas antes de aplicar a poda de formação.
- Proteja os cortes de ramos com alguma dimensão: em podas de rejuvenescimento em árvores adultas deve pincelar os cortes com um produto à base de cobre. Não se preocupe em proteger cortes de poda de tamanho reduzido, sobretudo em árvores jovens.
- Preocupe-se com a afinação das ferramentas: mantenha as suas ferramentas afiadas. Tesouras de poda com lâminas curvas funcionam melhor em árvores jovens.
- Seja prudente: faça da segurança a prioridade número um. Use equipamentos de proteção. Para ramos altos, use uma podadora extensível. Algumas têm uma serra e uma tesoura na mesma ferramenta. Lembre-se que trabalhos importantes sobre uma grande árvore (castanheiros notáveis de elevado porte) devem ser feitos por um arborista profissional.
- Preserve o calo cicatricial: corte preservando a ruga da casca e o colo do ramo. Alinhe o corte para fora unindo a parte superior da ruga da casca

La poda bien ejecutada hace toda la diferencia

- Haga cortes de formación (poda de formación) lo más pronto posible: podar temprano en la vida de un árbol hace que las heridas que resultan de los cortes sean pequeñas, rápidamente cerradas y de esta forma el crecimiento va para donde usted quiera.
- Inicie los cortes de formación en árboles jóvenes por la punta: inspeccione el árbol visualmente desde el nivel más alto, retire las horquillas y vaya bajando progresivamente hasta la base.
- Siga la rama principal: identifique las mejores ramas líder y laterales (ramos principales permanentes de la copa) antes de comenzar la poda y elimine las partes defectuosas antes de hacer la poda de formación propiamente dicha.
- Proteja los cortes de ramos de tamaño considerable: en poda de rejuvenecimiento en árboles adultos se debe aplicar en los cortes un producto a base de cobre. No se preocupe de proteger cortes de poda de tamaño reducido, sobretudo de árboles jóvenes.
- Preocúpese con el afilado de las herramientas: mantenga sus herramientas afiladas. Tijeras de poda con láminas curvas funcionan mejor en árboles jóvenes.
- Sea prudente: haga de la seguridad la prioridad número uno. Use equipos de protección. Para ramas altas, use una podadora extensible. Algunas combinan sierra y tijera en la misma herramienta. Acuérdesse que los trabajos importantes sobre un gran árbol (castaños de elevado porte) deben ser hechos por un técnico especialista.
- Preserve el calo cicatrizal: corte preservando la arruga de la corteza y el cuello de rama. Haga el corte alineado para fuera uniéndolo a la parte



com a parte superior do colo do ramo para obter o corte correto. Não deixe um toco demasiado saliente. Não corte demasiado rente.

- Os cortes não devem ser feitos em ramos grossos. A decapitação da copa conduz ao debilitamento da árvore, profusão de rebentação e morte progressiva da árvore.
- Encurtamento dos ramos: faça o corte cerca de 0,5 cm acima de um gomo lateral (referido como “cabeça” ou “cabeça de poda”) para encurtar um pequeno ramo. Escolha um gomo que produza um ramo que cresça na direção desejada (geralmente para fora). O corte deve ser ligeiramente inclinado e limpo.

superior de la arruga de la corteza con la parte superior del cuello de rama para obtener un corte correcto. No deje un tocón demasiado saliente. No corte demasiado al ras.

- Los cortes no deben ser hechos en ramas gruesas. La decapitación de la copa conduce al debilitamiento del árbol, profusión de brotes y muerte progresiva del árbol.
- Acortamiento de las ramas: haga el corte cerca de 0,5 cm por encima de una yema lateral (referido como “cabeza de poda”) para acortar una pequeña rama. Escoja una yema que produzca una rama que crezca en la dirección deseada (generalmente para fuera). El corte debe ser ligeramente inclinado y limpio.

Poda de formação

Nos anos seguintes à instalação do souto devem realizar-se podas de formação para induzir à árvore a forma desejada para o tipo de exploração pretendido.

O objetivo da poda de formação é ajudar a moldar uma árvore robusta que seja esteticamente agradável, produtiva e sirva o objetivo que se pretende. Realiza-se nos primeiros cinco anos, e tem a finalidade de dar estrutura e altura adequada ao tronco da árvore e à sua copa de modo a permitir um melhor manejo e favorecer, no futuro, a produção de fruto. A formação da árvore inclui:

Poda de formação do tronco (cortes de formação)

Os cortes de formação na idade jovem devem tirar vantagem dos hábitos de crescimento da planta, selecionando um ramo líder e eliminando as bifurcações (forquilha). Os ramos de inserção vertical com ângulos apertados (equivalente a 2 dedos de abertura) são considerados perigosos bem como os ramos cujo diâmetro é bastante superior ao dos restantes ramos e devem ser eliminados através de corte de formação.

del cuello de rama para que el callo cicatricial se desarrolle con normalidad en toda la extensión del corte para cerrarlo lo más rápido posible.

Poda de formación

En los años siguientes a la instalación de la plantación se debe realizar poda de formación para inducir al árbol a la forma deseada según el tipo de explotación pretendida.

El objetivo de la poda de formación es ayudar a moldear un árbol robusto que sea estéticamente agradable, productivo y proporcione el objetivo pretendido de la plantación. Este tipo de poda, se realiza en los primeros cinco años, y tiene la finalidad de dar la estructura y la altura adecuada al tronco del árbol y a su copa de modo a permitir un mejor manejo y a favorecer, en el futuro, la producción de castaña. La formación del árbol incluye:

Poda de formación del tronco (cortes de formación)

Los cortes de formación cuando el árbol es joven deben aprovechar la ventaja de los hábitos de crecimiento



Poda de formação da copa

Após a formação de um tronco único com pelo menos 2m de altura, ou, de preferência 2,5 a 3m, proceder à formação da copa com a seleção de 2 a 3 ramos que darão lugar às pernadas principais que sustentam a copa. Estes ramos deverão ter um ângulo de inserção aberto para promover a entrada da luz. A enxertia deve ser efetuada nestes ramos. Somente quando as primeiras ramificações que resultam da enxertia se encontram bem definidas se pratica a primeira poda de formação da copa. Os ramos devem inserir-se de tal modo que vistos de cima, na projeção da copa, formem aproximadamente um triângulo equilátero (Figura 8.6). Evitar que as pernadas se insiram com um ângulo muito agudo (inferior às 10 horas ou 14 horas) porque as possíveis incrustações de casca diminuem a resistência ao vento.

Favorecer a inserção desfasada das pernadas no tronco. A segunda poda de formação da copa destina-se à supressão dos bravos e limpeza do excesso de ramagem no interior da copa (higiene da copa) e manutenção de vigor.

de la planta, seleccionando una rama líder y eliminando las bifurcaciones (horquillas). Las ramas de inserción vertical con ángulos apretados (equivalentes a 2 dedos de abertura) son considerados peligrosos bien como las ramas cuyo diámetro es bastante superior al de las restantes ramas y deben ser eliminadas a través del corte de formación.

Poda de formación de la copa

Después de la formación de un único tronco de por lo menos 2 m de altura, o, de preferencia 2,5 m a 3 m, se debe proceder a la formación de la copa con la selección de 2 a 3 ramas que darán lugar a las ramas principales que sustentan la copa. Estas ramas deberán tener un ángulo de inserción abierto para promover la entrada de la luz. El injerto debe ser realizado en estas ramas. Solamente cuando las primeras ramificaciones que resultan del injerto se encuentran bien definidas se realiza la primera poda de formación de la copa. Las ramas deben estar inseridas de tal modo que vistas desde arriba, en la proyección de la copa, formen aproximadamente un triángulo equilátero (Figura 8.6). Evitar que las ramas estructurales queden inseridas con un ángulo muy

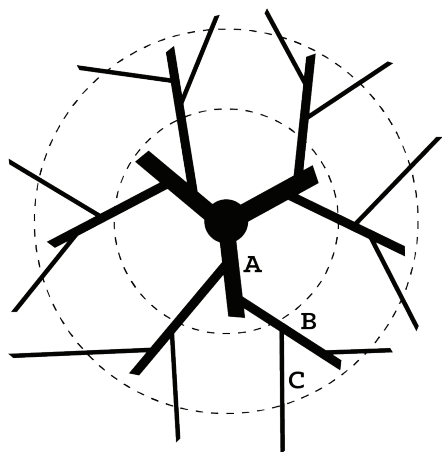


Figura 8.6 – Arquitetura da copa com inserção aberta das pernadas (A).
Arquitectura de la copa con inserción abierta de las ramas principales estructurales (A).



**Manter uma boa altura de tronco livre de ramos
(pelo menos 2,5 a 3 m):**

Lembre-se, os ramos não se movem para cima quando a árvore cresce em altura. Elevar a copa da árvore desde cedo evitará cortes tardios de ramos de grandes dimensões que danificam e enfraquecem a árvore pelas podridões que induzem (Figura 8.9).

Podas de manutenção

Ramos cruzados, empastelados com crescimento para o interior da copa

Quando a copa é densa, procure ramos que se voltam para dentro, que se cruzam e aqueles que se estendem além do contorno “natural” da copa. Cortar esses ramos junto ao tronco ou ao ramo lateral apropriado. Remover os ramos que competem por espaço e por luz para manter a vitalidade da copa. É importante eliminar os ramos mortos ou doentes no interior da copa. A poda excessiva pode danificar ou até mesmo matar a sua árvore. Mantenha uma boa área de copa viva, arejada no interior e exposta à luz para fomentar a produção de fruto.

agudo (inferior a las 10 horas o 14 horas) porque las posibles incrustaciones de la corteza disminuyen la resistencia al viento.

Favorecer la inserción desfasada de las ramas estructurales del tronco. La segunda poda de formación de la copa se destina a suprimir los chupones bravos, a la limpieza del exceso de ramas en el interior de la copa (higiene de la copa) y al mantenimiento del vigor.

**Mantener una buena altura del tronco libre de ramos
(por lo menos 2,5 a 3 m):**

Recuerde que las ramas no se mueven hacia arriba cuando los árboles crecen en altura. Elevar la copa del árbol desde el inicio de la plantación evitará cortes tardíos de ramas de grandes dimensiones que dañan y debilitan el árbol por las pudriciones que inducen (Figura 8.9).

Podas de mantenimiento

Ramos cruzadas, mal inseridas, con crecimientos hacia el interior de la copa.

Quando a copa es densa, busque ramos que crezcan hacia dentro, que se cruzan y que están fuera del contorno

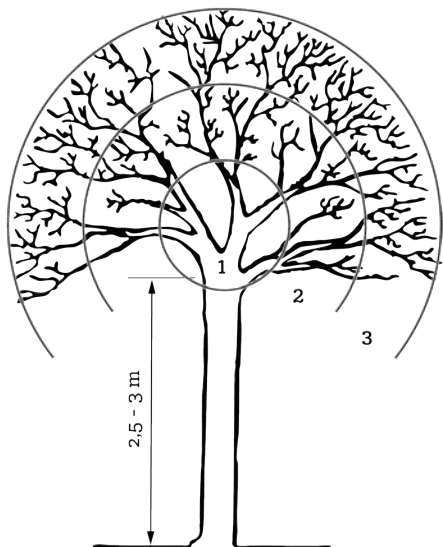


Figura 8.7 – Arquitetura desejável dos castanheiros em sistema agroflorestal:

Formação de um tronco longo com 2,5 a 3m de altura encimado com dois a 3 ramos com inserção desfasada que darão origem às pernadas que sustentam a copa.

- 1- tronco e ramos que definem a arquitetura;
- 2- zona intermédia, pouca luz e poucos frutos de qualidade inferior;
- 3- zona de alongamento e frutificação com 1 a 2 m de espessura.

Arquitectura deseable de los castaños en sistema agroflorestal: Formación de un tronco alto con 2,5 a 3m de altura que finaliza con 2 o 3 ramas con inserción desfasada que darán origen a las ramas principales estructurales que sustentan la copa.

- 1- tronco y ramos que definen la arquitectura;
- 2- zona intermedia, con poca luz y pocos frutos de calidad inferior;
- 3- zona de alargamiento y fructificación con 1 o 2 m de espesor.





Figura 8.8 – Formação do tronco longo (2,5 a 3 m) e arquitetura da copa. Inserção desfasada das pernadas no tronco após poda de formação.
Formacion del tronco alto (2,5 a 3 m) y arquitectura de la copa. Inserción desfasada de las ramas principales estructurales en el tronco despues de la poda de formación.



Figura 8.9 – A formação da copa demasiado baixa leva à necessidade de corte de ramos grossos no futuro que induzem podridões e debilitam a árvore.

La formación de la copa demasiado baja conlleva la necesidad de corte de ramas gruesas en el futuro, que inducen pudriciones y debilitan al árbol.



Eliminar os ramos tira seiva: “mamões, ladrões” e rebentos na base

Estes rebentos podem aparecer na base ou no interior da copa. Eles crescem rapidamente, geralmente muito vigorosos e verticais. Eles conduzem a uma má forma da árvore e baixa produtividade se lhes for permitido crescer.

Aplique podas de formação e manutenção ligeiras

Nas podas de manutenção percorra toda a área da copa para arejar o seu interior e distribuir a nova rebentação de forma equilibrada por toda a copa.

Nas zonas afetadas com cancro aplique nos cortes um produto com cobre. Nesta situação é importante desinfetar os instrumentos de poda antes de passar à árvore seguinte.

Eliminação de sobrantes da poda

A retirada da lenha que resultou da poda leva a uma grande extração de nutrientes. Caso não esteja infetada com doenças como o cancro é vantajoso passar um des-

“natural” de la copa. Cortar estas ramas junto al tronco o a la rama lateral apropiada. Eliminar las ramas que compiten por el espacio y por la luz para mantener la vitalidad de la copa. Es importante eliminar las ramas muertas o enfermas en el interior de la copa. La poda excesiva puede dañar o incluso provocar la muerte del árbol. Mantenga una buena área de copa viva, aireada en el interior y expuesta a la luz para fomentar la producción de fruto.

Eliminar las ramas tira sabia: “chupones, ladrones” y brotes de la base

Estos brotes pueden aparecer en la base o en el interior de la copa. Crecen rápidamente, generalmente con mucho vigor y mucha verticalidad y conducen a una mala forma del árbol y una baja productividad si no se eliminan.

Aplique podas de formación y mantenimiento ligeras

En la poda de mantenimiento recorra todo el área de la copa para airear su interior y distribuya los brotes jóvenes de forma equilibrada por toda la copa.



Figura 8.10 – Sequência das diferentes fases de aplicação da poda de manutenção da copa.
Secuencia de las diferentes fases en la poda de mantenimiento de la copa.

troçador que permitirá restituir os nutrientes dos ramos e raminhos novamente ao solo sem aumentar o risco de pragas, doenças e incêndio. Evite queimar os resíduos da poda no local: corre o risco de danificar as árvores que pretende manter.

Nas zonas onde há cancro proceder de acordo com o recomendado pelo plano de ação de controlo sanitário.

Época de poda dos castanheiros

Podemos eleger duas épocas para a poda dos castanheiros: antes do início do crescimento, na primavera (fevereiro-março) e junho, após a expansão máxima das folhas. A poda cirúrgica para remover ramos quebrados, mortos ou doentes pode ser feita em qualquer época do ano, com pouco efeito negativo sobre a planta. Os ramos afetados com cancro são mais visíveis no mês de junho e a cicatrização dos cortes é mais rápida reduzindo a contaminação.

A cicatrização dos cortes nas plantas lenhosas ocorre mais rapidamente antes do início do crescimento, na primavera (março-abril) ou logo após a expansão máxima das folhas, em meados de junho.

As plantas são estimuladas a produzir grandes quan-

En las zonas afectadas por chancro, aplique en los cortes un producto con cobre. En esta situación es importante desinfectar los instrumentos de poda antes de pasar al árbol siguiente.

Eliminación de los restos de poda

La retirada de la leña de poda conlleva una gran extracción de nutrientes. En caso de no estar infectada con enfermedades como el chancro es ventajoso pasar un triturador que permitirá restituir los nutrientes de toda la leña al suelo sin aumentar el riesgo de plagas, enfermedades e incendios. Evite quemar los restos de poda dentro de la parcela: corre el riesgo de dañar los árboles que pretende conservar.

En las zonas donde hay chancro, proceder de acuerdo con lo recomendado por el plan de acción de control sanitario.

Época de poda de los castaños

Podemos elegir dos épocas para la poda de los castaños: antes del inicio de la brotación, en la primavera (febrero-marzo) y junio, después de la expansión máxima de las hojas. La poda quirúrgica para eliminar las ramas rotas, muertas o enfermas, puede ser hecha en cualquier época



Figura 8.11 – Poda de manutenção (limpeza) ligeira da copa para eliminação de bravos e ramos que se dirigem para o interior da copa. Poda de manutención (limpeza) ligera de la copa para eliminación de chupones y ramas que se dirigen hacia el interior de la copa.



tidades de mamões indesejados num grau muito maior no inverno ou na poda do início da primavera do que no final da primavera ou no verão devido à quantidade de reservas armazenadas. Assim, se a redução do crescimento é desejada, ou se a planta naturalmente rebenta fortemente, ou ainda se se pretende diminuir a rebentação na zona dos cortes, o final da primavera início do verão será o momento desejável para podar.

Podas de rejuvenescimento

Porquê melhorar os soutos velhos?

Para produzir rapidamente fruto de boa qualidade, a partir de castanheiros bem instalados com um custo mais baixo e com menos riscos relativamente a uma plantação.

Porque as árvores velhas, cavernosas, são importantes para a biodiversidade, nomeadamente as aves e os morcegos. São património natural que deve ser mantido.

São importantes ambientalmente e paisagisticamente.

Os trabalhos de recuperação dos castanheiros velhos e o valor das árvores mantidas em pé deve ser considerado como um investimento, da mesma forma que uma plantação.

Para ajudar a melhorar os soutos antigos existem programas de ajuda financeira: contacte os serviços de agricultura ou a sua associação de produtores.

Antes da poda observe bem o castanheiro e o souto do qual faz parte.

A renovação dos soutos antigos deve ser feita progressivamente evitando podas que danificam as árvores.

Se o número de árvores é insuficiente para otimizar a densidade do souto proceda à replantação dos espaços abertos. Deve proceder à reorganização do espaço de forma a possibilitar a mecanização futura do souto.

A renovação dos soutos

A renovação dos soutos deve ser equacionada para assegurar uma produção de castanha sustentada ao longo do tempo. A supressão do arvoredado decrépito deve ser uma realidade quando já não existe capacidade de recuperação das árvores ou a mortalidade impera. Desta forma o adensamento dos soutos com árvores jovens tem toda a vantagem

del año, con poco efecto negativo sobre la planta. Las ramas afectadas por chancro son más visibles en el mes de junio y la cicatrización de los cortes es más rápida, reduciendo la propagación.

La cicatrización de los cortes en las plantas leñosas ocurre más rápidamente antes del inicio de crecimiento en la primavera (marzo-abril) o seguidamente después de la máxima expansión de las hojas, a mediados de junio.

Las plantas producen grandes cantidades de chupones indeseados en el invierno o después de la poda del inicio de la primavera que en el final de la primavera o en el verano, debido a la cantidad de reservas almacenadas. Así, si se desea la reducción del crecimiento o si la planta de forma natural brota fuertemente, o si se pretende reducir la brotación en las zonas de los cortes, el final de la primavera o inicio del verano será el momento ideal para podar.

Poda de rejuvenecimiento

¿Porque mejorar las plantaciones envejecidas?

Para producir rápidamente fruto de buena calidad, a partir de castaños bien instalados con un coste bajo y con menos riesgos relativos a la plantación. Porque los árboles viejos, cavernosos, son importantes para la diversidad, sobre todo para aves y murciélagos. Son patrimonio natural que se debe mantener. Son importantes ambientalmente y paisajísticamente.

Los trabajos de recuperación de los castaños viejos y el valor de los árboles mantenidos en pie se debe considerar como una inversión, de la misma forma que una plantación. Para ayudar a mejorar las plantaciones tradicionales, existen programas de ayuda financiera: contacte con los servicios de agricultura o con su asociación de productores.

Antes de la poda observe bien el castaño o la plantación de la cual forma parte.

La renovación de las plantaciones tradicionales debe ser hecha progresivamente evitando podas que dañen los árboles.

Si el número de árboles es insuficiente para optimizar la densidad de la plantación proceda a replantar los espacios vacíos. Debe proceder a reorganizar el espacio de la mejor forma posible para facilitar la mecanización de la plantación en el futuro.



proporcionando souts constituídos por árvores de diversas idades quando se pretende explorar os souts de forma racional (Figura 8.12). Esta medida visa assegurar a perpetuidade dos souts e um rendimento sustentado. Deve-se proporcionar às plantas novas as condições de espaçamento necessárias para o bom desenvolvimento. O espaçamento desejável entre copas, para que não contactem nem sejam prejudicadas na exposição à luz, não deve ser inferior a 25% do diâmetro da sua projeção.



La renovación de las plantaciones

La renovación de las plantaciones debe ser considerada para asegurar una producción de castaña sustentada a lo largo del tiempo. La supresión de los árboles en fase de decrepitud debe ser una realidad cuando ya no existe capacidad de recuperación de los árboles o la mortalidad impera. De esta forma, el aumento de la densidad de las plantaciones con árboles jóvenes tiene ventajas, proporcionando plantaciones con árboles de diferentes edades cuando se pretende explotar plantaciones de forma racional (Figura 8.12). Esta medida consigue asegurar la perpetuidad de las plantaciones y un rendimiento sostenible. Se debe proporcionar a las nuevas plantas las condiciones de espacio necesarias para un correcto desarrollo. El espaciamiento deseable entre copas, para que no entren en contacto ni sean perjudicadas en cuanto a la exposición solar, no debe ser inferior al 25% del diámetro de su proyección.

Figura 8.12 – Renovação progressiva dos souts.
Renovación progresiva de plantaciones.



O risco de debilidade dos castanheiros é devido, em grande parte, aos defeitos resultantes de práticas inadequadas como feridas provocados pela poda de ramos de grandes dimensões, cortes incorretos, reconversão de enxertias tardias ou condução desajustada na fase juvenil. A poda de formação quando aplicada corretamente e a prevenção de danos causados pela passagem das máquinas no manejo dos soutos favorece a saúde e a vitalidade dos castanheiros prolongando a vida da árvore e a capacidade produtiva dos soutos.

El riesgo de rotura del castaño es debido, en gran parte, a los defectos resultantes de las prácticas inadecuadas como heridas provocadas por la poda de ramas de grandes dimensiones, cortes incorrectos, reconversión de injertos tardíos o formación desajustada en la fase juvenil. La poda de formación cuando es aplicada correctamente y la prevención de los daños causados por el paso de las máquinas en el manejo de las plantaciones favorecen la salud y la viabilidad de los castaños prolongando la vida del árbol y la capacidad productiva de las plantaciones.



Figura 8.13 – Práticas inadequadas como feridas provocadas pela poda de ramos grossos, cortes incorretos, reconversão de enxertias tardias ou condução desajustada na fase juvenil encurtam a longevidade dos soutos.

Prácticas inadecuadas: heridas provocadas por la poda de ramas gruesas, cortes incorrectos, reconversión de injertos tardíos o conducción inadecuada en la fase juvenil acortan la vida de una plantación.

Bibliografia

Bibliografía

- Gilman, E.F., 1997. Trees for Urban and Suburban Landscapes. An illustrated Guide to Pruning. Delmar Publishers, USA.
- Hubert, M. e Courraud, R., 1994. Elagage et taille de formation des arbres forestiers. Institut pour le développement forestier, 2e Ed. Paris
- Michau, E., 1998. A poda das árvores ornamentais. Manual FAPAS, Porto.
- Kowalsick T., 2008. How to Correctly Prune a Tree. Cornell University Cooperative Extension - Suffolk County
- Racow, D.E. e Weir R.III, (s. d.). Pruning: An Illustrated Guide to Pruning Ornamental Trees and Shrubs. Cornell University Cooperative Extension. 1411B23. 1/05.



Rega

Riego

António Castro Ribeiro

Introdução

Nas regiões de clima mediterrânico o défice de água no solo durante os períodos primavera e estival constitui um dos maiores constrangimentos ao crescimento e produção de biomassa das culturas arbóreas e arbustivas cultivadas em regime de sequeiro. A escassa precipitação, em particular durante o período estival, conduz a um agravamento do défice de água no solo que se acentua ao longo do período vegetativo. O castanheiro, embora seja uma espécie tolerante à seca, é severamente afetado pelas condições adversas de seca e temperaturas elevadas.

Em Trás-os-Montes o castanheiro é maioritariamente cultivado em regime de sequeiro. Todavia, no contexto das alterações climáticas e do aquecimento global, em que os períodos de seca estival têm-se vindo a prolongar e a agravar, o recurso à rega para atenuar o défice de água no solo e promover uma maior regularidade da produção, tem vindo a ser recorrente, principalmente nas instalações de novos sotos, mas também em sotos adultos. As projeções climáticas para a região apontam no sentido de um aumento da duração, severidade e frequência das secas, condições que a médio e longo prazo constituem uma ameaça à sustentabilidade destes ecossistemas.

O conhecimento sobre o efeito da rega no castanheiro ainda é escasso. Os estudos mais recentes mostram, contudo, que a rega aumenta a produtividade dos sotos, melhora a qualidade da castanha e garante uma maior regularidade interanual da produção, assegurando desta forma a estabilidade do rendimento dos produtores e das empresas e cooperativas do sector. No entanto, a gestão da rega no castanheiro, deve ter em conta que a água é um recurso es-

Introducción

En las regiones con clima mediterráneo, el déficit hídrico en el suelo durante los períodos de primavera y verano es una de las mayores limitaciones para el crecimiento y la producción de biomasa de los cultivos arbóreos y arbustivos que crecen en condiciones de secano. La baja precipitación conduce a un empeoramiento del déficit de agua en el suelo que aumenta durante el período vegetativo. El castaño, aunque es una especie tolerante a la sequía, se ve gravemente afectado por las condiciones adversas de sequía y las altas temperaturas. En estas condiciones, hay una disminución significativa en la productividad del cultivo.

En Trás-os-Montes, el castaño se cultiva principalmente en condiciones de secano. Sin embargo, en el contexto del cambio climático y el calentamiento global, con el cual los períodos de sequía durante el verano se han prolongado y empeorado en los últimos años, el uso de riego para mitigar el déficit de agua en el suelo y promover una mayor regularidad de la producción, ha sido recurrente, principalmente en las nuevas plantaciones de castaños, pero también en algunas plantaciones adultas. Las proyecciones climáticas para la región prevén un aumento en la duración, severidad y frecuencia de las sequías, lo que constituye una amenaza, a medio y largo plazo, para la sostenibilidad de estos ecosistemas.

El conocimiento sobre el efecto del riego en el castaño todavía es escaso. Sin embargo, los estudios más recientes muestran que el riego aumenta la productividad de las plantaciones, mejora la calidad de la castaña y garantiza una mayor regularidad interanual de la producción, asegurando así la estabilidad de los ingresos de los productores y las empresas



casso e, de forma a assegurar a sustentabilidade do regadio da cultura, a eficiência do seu uso é um fator crítico. As boas práticas apontam no sentido de se fazer uma gestão da rega adequando o intervalo entre regas e a quantidade de água a aplicar às necessidades reais da cultura, tendo em consideração o tipo de solo e o estado de desenvolvimento das árvores.

Neste capítulo descrevem-se os principais efeitos do stresse hídrico no castanheiro, apresentam-se, de forma sucinta, as metodologias de gestão da rega através do balanço hídrico e da monitorização do estado hídrico da árvore e do solo e, por último, abordam-se as principais estratégias de rega para a cultura e os métodos de rega mais adequados.

Efeito do stresse hídrico no castanheiro

Em condições de stresse hídrico a área foliar total do castanheiro diminui significativamente. Esta diminuição deve-se ao menor número de folhas e à sua menor dimensão e não necessariamente à senescência e queda das folhas como acontece noutras espécies arbóreas. Este efeito parece resultar de uma adaptação morfológica do castanheiro às condições de stresse hídrico (Ciordia *et al.*, 2012). Outro efeito observado no castanheiro, e que é comum a outras espécies arbóreas, é o aumento da razão crescimento das raízes/crescimento dos ramos e que resulta do facto de em condições de stresse hídrico o crescimento dos ramos ser mais severamente afetado do que o das raízes.

A nível fisiológico verifica-se uma diminuição da transpiração e da produtividade fotossintética, com consequências na diminuição do crescimento dos ramos e folhas, na diminuição do número de ouriços e na quebra significativa da produção, devido ao menor número de frutos por árvore e menor calibre dos frutos (Mota, 2018a).

O período mais sensível ao stresse hídrico, vai da floração-vingamento até ao crescimento enchimento do fruto (Breisch, 1995). As datas de ocorrência dos diferentes estados fenológicos dependem das variáveis climáticas, principalmente da temperatura, e da variedade.

y cooperativas del sector. Sin embargo, la gestión del riego en el castaño debe tener en cuenta que el agua es un recurso escaso y, para garantizar la sostenibilidad de los cultivos de regadío, la eficiencia de su uso es un factor crítico. Las buenas prácticas tienen como objetivo gestionar el riego adaptando el intervalo entre el riego y la cantidad de agua que se aplicará a las necesidades reales del cultivo, teniendo en cuenta el tipo de suelo y el estado de desarrollo de los árboles. En este capítulo se describen los principales efectos del estrés hídrico en los castaños, se presentan brevemente las metodologías para gestión del riego a través del monitoreo del estado hídrico del árbol y el suelo y, finalmente, se abordan las principales estrategias de riego para el cultivo y los métodos de riego más adecuados.

Efecto del estrés hídrico en el castaño

Bajo condiciones de estrés hídrico, el área total de la hoja del castaño disminuye significativamente. Esta disminución se debe al menor número de hojas y a su menor tamaño, y no necesariamente a la senescencia y caída de las hojas como ocurre en otras especies de árboles. Este efecto parece ser el resultado de una adaptación morfológica del castaño a las condiciones de estrés hídrico (Ciordia *et al.*, 2012). Otro efecto observado en el castaño, que es común a otras especies arbóreas, es el aumento en la relación crecimiento de raíces/crecimiento de ramas, que resulta del hecho de que bajo condiciones de estrés hídrico el crecimiento de las ramas se ve más severamente afectado que el de las raíces.

A nivel fisiológico, se provoca una disminución de la transpiración y en la productividad fotosintética, con consecuencias en la reducción del crecimiento de ramas y hojas, en la disminución en el número de erizos y la reducción significativa en la producción, debido a la menor cantidad de frutos por árbol y al menor calibre de los mismos (Mota, 2018a).

El período más sensible al estrés hídrico, va desde la fase de floración y cuajado hasta el crecimiento y llenado de frutos (Breisch, 1995). Las fechas en las que se producen los diferentes estados fenológicos dependen de las variables climáticas, principalmente la temperatura, y de la variedad.



O castanheiro apresenta uma forte capacidade de recuperação do seu estado hídrico durante o período noturno, tornando-o por isso mais tolerante às condições de stresse hídrico durante o período estival. Esta particularidade parece não ser comum a todas as variedades e, por isso, no contexto das alterações climáticas, importa avaliar a resposta das diferentes variedades às condições de stresse hídrico severo e seleccionar as melhor adaptadas às diferentes condições climáticas e características dos solos. As condições de stresse hídrico no castanheiro agravam ainda significativamente o efeito das elevadas temperaturas estivais.

Gestão da rega no castanheiro

A gestão da rega engloba um conjunto de métodos e tecnologias que permitem decidir quando regar e que dotação de rega aplicar para cumprir um ou vários objetivos, que podem ser, por exemplo, o de maximizar o rendimento, otimizar a qualidade do fruto, aumentar a eficiência do uso da água ou contribuir para o controlo de pragas e doenças (Steduto *et al.*, 2012). O ainda reduzido conhecimento sobre as necessidades hídricas do castanheiro, faz com que a gestão da rega seja um fator crítico e assuma uma enorme relevância no contexto da sustentabilidade da rega nesta cultura. Geralmente, os produtores tomam as decisões relativas ao calendário de rega com base na sua experiência e nas limitações ou características dos sistemas de rega. Contudo, importa realçar que nas últimas décadas o desenvolvimento tecnológico colocou à disposição dos produtores ferramentas de gestão da rega que vieram aumentar a eficiência do uso da água, com benefícios económicos e ambientais. Todavia, das tecnologias atualmente disponíveis, apenas algumas provaram ter aplicação prática e, por isso, tem vindo a ser utilizadas na gestão da rega de culturas arbóreas e arbustivas. As tecnologias usualmente utilizadas baseiam-se na determinação da evapotranspiração da cultura, na medição do teor de água no solo, e na avaliação do estado hídrico da árvore. Para a utilização destas tecnologias, isolada ou de forma integrada, é fundamental conhecer os seus princípios de

El castaño tiene una gran capacidad para recuperar su estado hídrico durante el periodo nocturno, favoreciendo su adaptación a las condiciones de estrés hídrico durante el verano. Esta particularidad no parece ser común a todas las variedades y, por lo tanto, en el contexto del cambio climático, es importante evaluar la respuesta de diferentes variedades a condiciones de estrés hídrico severo y seleccionar las mejor adaptadas a las diferentes condiciones climáticas y características del suelo. Las condiciones de estrés hídrico en el castaño agravan aún más el efecto de las altas temperaturas del verano.

Gestión del riego en el castaño

La gestión del riego abarca un conjunto de métodos y tecnologías que permiten decidir cuándo regar y qué dotación de riego aplicar para cumplir con uno o más objetivos, que pueden ser, por ejemplo, maximizar el rendimiento, optimizar la calidad de la fruta, aumentar la eficiencia del uso del agua o contribuir al control de plagas y enfermedades (Steduto *et al.*, 2012). El conocimiento, aún limitado, sobre las necesidades de agua del castaño hace que el manejo del riego sea un factor crítico y presenta una enorme relevancia en el contexto de la sostenibilidad del riego en este cultivo. En general, los productores toman decisiones sobre el cronograma de riego en función de su experiencia y las limitaciones o características de los sistemas de riego. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que en las últimas décadas el desarrollo tecnológico ha puesto a disposición de los productores herramientas de gestión del riego que han aumentado la eficiencia del uso del agua, con beneficios económicos y ambientales. Sin embargo, de todas las tecnologías actualmente disponibles, solo unas pocas han demostrado tener una aplicación práctica y, por lo tanto, se han utilizado en el manejo del riego de cultivos de árboles y arbustos. Las tecnologías generalmente utilizadas se basan en la determinación de la evapotranspiración del cultivo, en la medición del contenido de agua en el suelo, en la evaluación del estado hídrico del árbol. Para el uso de estas tecnologías, de forma aislada o integrada, es fundamental



funcionamento e principalmente saber interpretar a informação recolhida. Só assim será possível tirar partido do potencial que oferecem para uma gestão eficiente da rega.

Metodologia com base na evapotranspiração da cultura

A gestão da rega através da determinação da evapotranspiração da cultura consiste em repor à cultura, num determinado intervalo de tempo, a quantidade de água consumida durante esse período. Esse consumo resulta da transpiração, por parte da planta, da água absorvida pelas raízes e da evaporação a partir do solo, ou seja, da evapotranspiração da cultura nesse período. Nos soutos com cobertura vegetal verde, esse consumo é maior devido à transpiração por parte da vegetação herbácea.

A evapotranspiração da cultura (ET_c) pode estimar-se através dos coeficientes culturais (K_c), da evapotranspiração de referência (ET_o) e de um fator de ajustamento (K_r) para a dimensão da árvore (Allen et al., 1998):

$$ET_c = K_c \times ET_o \times K_r \quad (1)$$

A evapotranspiração de referência representa a procura climática da atmosfera, ou seja traduz o efeito das condições climáticas de cada local na evapotranspiração da cultura. Existem vários métodos disponíveis para a sua determinação. O método de Penman-Monteith (Allen et al., 2007) é o que conduz à melhor padronização do cálculo da ET_o . Os dados climáticos para o cálculo da ET_o devem ser obtidos, preferencialmente, através de estações meteorológicas instaladas na exploração ou na sua proximidade, em locais que sejam representativos das condições climáticas da parcela. O recurso a bases de dados de redes de estações meteorológicas é outra alternativa para a obtenção de informação. Em Portugal, o portal do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) (<http://www.ipma.pt/pt/agrometeorologia/et/>), disponibiliza esses dados à escala concelhia. Em Espanha, essa informação é disponibilizada no portal na Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) (<http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos>).

conocer sus principios de funcionamiento y principalmente saber cómo interpretar la información recopilada. Solo así será posible aprovechar el potencial que ofrecen para una gestión eficiente del riego.

Metodología basada en la evapotranspiración del cultivo.

El manejo del riego a través de la determinación de la evapotranspiración del cultivo consiste en reemplazar la cantidad de agua consumida durante ese período dentro del cultivo. Este consumo resulta de la transpiración, por parte de la planta, del agua absorbida por las raíces y de la evaporación directamente del suelo, en resumen, de la evapotranspiración del cultivo en durante ese período. En las plantaciones de castaños con cubierta vegetal verde, ese consumo es mayor debido a la transpiración de la vegetación herbácea.

La evapotranspiración del cultivo (ET_c) se puede estimar utilizando los coeficientes culturales (K_c) y la evapotranspiración de referencia (ET_o) y un factor de ajuste para la dimensión del árbol (Allen et al., 1998):

$$ET_c = K_c \times ET_o \times K_r \quad (1)$$

La evapotranspiración de referencia representa la demanda climática de la atmósfera, es decir, traduce el efecto de las condiciones climáticas de cada lugar a la evapotranspiración del cultivo. Hay varios métodos disponibles para determinarla. El método Penman-Monteith (Allen et al., 2007) es el que conduce a la mejor patronización del cálculo de ET_o . Los datos climáticos para el cálculo de la ET_o se deben obtener, preferiblemente, a través de estaciones meteorológicas instaladas en la explotación o en sus proximidades, en lugares que sean representativos de las condiciones climáticas de la parcela. El uso de bases de datos de redes de estaciones meteorológicas es otra alternativa para obtener información. En Portugal, el portal del Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) (<http://www.ipma.pt/pt/agrometeorologia/et/>) pone a disposición estos datos a escala de ayuntamiento. En España, esta información está disponible en el portal de la Agencia Estatal de Meteorología.



Os coeficientes culturais traduzem as características da cultura que determinam o consumo de água. Para o castanheiro é escassa a informação sobre coeficientes culturais, ao contrário do que acontece para a generalidade das outras culturas de frutos secos. No Quadro 9.1 apresentam-se valores dos coeficientes culturais para o castanheiro sugeridos por Breisch (1995), com base na experiência prática de rega em soutos. No mesmo quadro apresentam-se, a título de referência, os coeficientes para outras espécies de frutos secos.

A utilização dos coeficientes culturais tabelados requer uma apreciação cuidada e crítica das características do souto que se pretende regar de forma a detetar possíveis

gía (AEMET) (<http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos>). Los coeficientes culturales reflejan las características del cultivo que determinan el consumo de agua. Para el castaño es escasa la información sobre los coeficientes del cultivo, a diferencia de lo que sucede con la mayoría de los otros cultivos de frutos secos. El Cuadro 9.1 muestra los valores de los coeficientes culturales para el castaño sugeridos por Breisch (1995), basados en la experiencia práctica del riego en castaños. En la misma tabla, a modo de referencia, se presentan los coeficientes para otras especies cultivadas de frutos secos.

El uso de los coeficientes culturales tabulados requiere una evaluación cuidadosa y crítica de las características del

Quadro 9.1 – Coeficientes culturais para o castanheiro e outras espécies de frutos secos.

Cuadro 9.1 – Coeficientes culturales para el castaño y para otras especies de frutos secos.

Meses	Castanheiro Castaño Breisch (1995)	Nogueira Nogal (Goldhamer, 1997)	Pistácio Pistacho (Goldhamer, 1985)	Amendoeira Almendro (Girona, 2006)
abril / abril	–	0.61	0,25	0,65
maio / mayo	0,6	0.83	0.81	0,80
junho / junio	0,7	0.97	1.13	0,92
julho / julio	0,8	1.14	1,19	0,96
agosto / agosto	0,9	1.14	1,16	1,05
setembro / septiembre	0,9	1.03	0,93	0,85
outubro / octubre	0,7	0.70	0,59	0,60

fatores que influenciem a sua variação e proceder, quando possível, ao seu ajustamento.

O coeficiente de ajustamento para a dimensão da árvore (K_r) é um coeficiente que relaciona a evapotranspiração de um souto jovem ou de menor densidade de plantação, com uma menor cobertura do solo, relativamente a um souto adulto (cobertura do solo entre 70 – 80%). O K_r relaciona-se, portanto, com a projeção vertical da sombra da árvore (área sombreada). A

suelo que se pretende regar para detectar posibles factores que influyen en su variación y proceder, cuando sea posible, a su ajuste.

El coeficiente de ajuste para la dimensión del árbol (K_r) es un coeficiente que relaciona la evapotranspiración de una plantación joven o de menor densidad de plantación, con una menor cobertura del suelo, en comparación con una plantación adulta (cobertura del suelo entre 70 - 80 %). Así, el K_r se relaciona con la proyección vertical de la sombra del árbol



determinação do K_r é feita através da percentagem de área coberta (C) (Steduto et al., 2012): (área sombreada). La determinación de K_r se realiza a través del porcentaje de área cubierta (C) (Steduto et al., 2012):

$$K_r = -0,00012 \times C^2 + 0,0226 \times C \tag{2}$$

A área coberta (%) é calculada através da seguinte expressão:

$$C = 0,008 \times D^2 \times N \tag{3}$$

em que D é o diâmetro médio da copa (m) e N o número de plantas por hectare.

Exemplo 1 – Determinação da ET_c (mm d⁻¹) para dois souts, com diâmetros de copa diferentes, considerando uma ET_o de 6 mm d⁻¹ e um coeficiente cultural médio (K_c) de 0,9.

	Souto jovem	Souto adulto
Diâmetro da copa (m)	1,5	4,5
Densidade de plantação (árvores/ha)	200	200
Evapotranspiração de referência ET_o	6,0	6,0
Coeficiente cultural, K_c	0,9	0,9
Cobertura do solo (Eq. 3), C (%)	3,6	32,4
Coeficiente de ajustamento (Eq. 2), K_r	0,08	0,61
Evapotranspiração da cultura (Eq. 1) ET_c	0,43	3,27

Necessidades de rega

Na determinação das necessidades de rega, para além de ser necessário considerar o consumo de água da cultura (ET_c), é também necessário medir a precipitação e a variação do teor de água no solo (ver metodologias adiante). As necessidades de rega (NR , em mm), se desprezarmos o fluxo

$$K_r = -0,00012 \times C^2 + 0,0226 \times C \tag{2}$$

La área cubierta (%) es calculada a través de la siguiente expresión:

$$C = 0,008 \times D^2 \times N \tag{3}$$

en la cual D es el diámetro medio de la copa (m) y N el número de plantas por hectárea.

Ejemplo 1 – Determinación de la ET_c (mm d⁻¹) para dos plantaciones de castaños, con diámetros de copa diferentes, considerando una ET_o de 6 mm d⁻¹ y un coeficiente cultural medio (K_c) de 0,9.

	Plantación joven	Plantación adulta
Diámetro de la copa (m)	1,5	4,5
Densidad de plantación (árboles/ha)	200	200
Evapotranspiración de referencia ET_o	6,0	6,0
Coeficiente cultural, K_c	0,9	0,9
Cobertura del suelo (Eq. 3), C (%)	3,6	32,4
Coeficiente de ajuste (Eq. 2), K_r	0,08	0,61
Evapotranspiración del cultivo (Eq. 1) ET_c	0,43	3,27

Necesidades de riego

Para determinar las necesidades de riego, además de tener que considerar el consumo de agua del cultivo (ET_c), también es necesario medir la precipitación y la variación del contenido de agua en el suelo (ver las metodologías a continuación). Las necesidades de riego (NR , en mm), si

de água das camadas mais profundas do solo, podem ser determinadas através da equação:

$$NR = ETc - Pe - \Delta S \quad (4)$$

onde Pe é a precipitação efetiva (mm) e ΔS a variação acumulada do armazenamento na zona radicular durante o período considerado. Para a gestão da rega em condições de conforto hídrico (ausência de stresse hídrico das plantas) o armazenamento de água no solo não deve ser inferior ao armazenamento crítico.

As necessidades reais de água de rega (NRR) dependem da eficiência do método de rega a utilizar:

$$NRR = NR/e_r \quad (5)$$

onde e_r é a eficiência de rega. Para os sistemas de rega localizada (microrrega) podem encontrar-se valores indicativos destas eficiências no Quadro 9.2.

Rega deficitária no castanheiro

A escassez de água limita frequentemente a sua disponibilidade para implementar estratégias de gestão da rega que satisfaçam em pleno as necessidades da cultura (metodologia descrita no ponto anterior). Por isso, tem vindo a ser estudadas, desde há vários anos, estratégias que consistem na aplicação de água que satisfaça apenas

despreciamos el flujo de agua desde las capas más profundas del suelo, se pueden determinar mediante la ecuación:

$$NR = ETc - Pe - \Delta S \quad (4)$$

donde Pe es la precipitación efectiva (mm) y ΔS la variación acumulada de almacenamiento en la zona de la raíz durante el período considerado. Para el manejo del riego en condiciones de confort hídrico (ausencia de estrés hídrico de las plantas), el almacenamiento de agua en el suelo no debe ser inferior al almacenamiento crítico. Los requisitos reales de agua de riego (NRR) dependen de la eficiencia del método de riego que se utiliza:

$$NRR = NR/e_r \quad (5)$$

donde e_r es la eficiencia del riego. Para los sistemas de riego localizado (micro-riego) se pueden encontrar valores indicativos de estas eficiencias en el Cuadro 9.2.

Riego deficitario del castaño

La escasez de agua limita con frecuencia su disponibilidad para implementar una estrategia de programación que satisfaga plenamente las necesidades del cultivo (metodología descrita en el punto anterior). Por esta razón, las estrategias de riego que se han ido estudiado durante últimos años, consisten en la aplicación de agua que satisface solo

Quadro 9.2 – Valores indicativos das eficiências de aplicação para a rega localizada bem projetada e bem mantida (Pereira, 2004).
Cuadro 9.2 – Valores indicativos de las eficiencias de aplicación para el riego localizado bien proyectado o bien mantenido (Pereira, 2004).

Rega localizada (microrrega) Riego localizado (micro-riego)	Eficiência Eficiencia (%)
Gotejadores/Goteros, ≈ 3 emissores por planta	85 - 95
Gotejadores/Goteros, < 3 emissores por planta	80 - 90
Micro-aspersores	85 - 95
Linha contínua de emissores gota-a-gota Línea continua de emissores por goteo	70 - 90



parte das necessidades de rega da cultura, ou seja, uma rega deficitária.

A rega deficitária envolve a prática de várias estratégias que diferem no padrão (temporal, espacial, ou uma combinação de ambos) do stresse imposto à cultura. Definem-se assim as práticas mais comuns de rega deficitária: rega deficitária controlada ou regulada (RDI) que é aplicada em períodos do ciclo vegetativo da cultura em que o stresse hídrico não causa quebras significativas na produtividade. Quando é imposta durante todo o ciclo vegetativo, a RDI é designada de rega deficitária sustentada (SDI) (Fereres & Soriano, 2007). A rega parcial do sistema radicular (PRD) é uma estratégia alternativa em que deliberadamente se impõe uma heterogeneidade do humedecimento do solo, regando alternadamente apenas parte da zona radicular.

A estratégia mais adequada para o castanheiro dependerá sempre da disponibilidade de água para rega e deve, preferencialmente, ser ajustada, em cada ano, às condições climáticas prevalentes durante o ciclo vegetativo. Deverão considerar-se as condições de humidade do solo no final do inverno, em particular nos invernos mais secos, e assegurar uma boa disponibilidade de água nas fases mais críticas. A este respeito, salienta-se a grande diversidade que se pode verificar entre soutos relativamente à água disponível total do solo, e a importância que este armazenamento de água têm para satisfazer as necessidades hídricas do castanheiro nas primeiras fases do seu desenvolvimento.

A gestão da rega, plena ou deficitária, deve ser acompanhada da monitorização do teor de água no solo e do estado hídrico do castanheiro, em que a informação disponível sobre valores indicativos de conforto hídrico já se encontram disponíveis.

Avaliação do teor de água no solo

A quantidade de água disponível total num solo representa a quantidade de água que pode ser extraída pelas plantas. Determina-se pela diferença entre o volume de água armazenada no solo quando o seu teor de humidade está à capacidade de campo e o volume armazenado ao coeficiente de emurchecimento. O teor de água à capaci-

dade de las necesidades de riego del cultivo, es decir, riego deficitario.

El riego deficitario implica la práctica de varias estrategias que difieren en el patrón (temporal, espacial o una combinación de ambos) del estrés impuesto al cultivo. Así se definen las prácticas de riego deficitarias más comunes: riego deficitario controlado o regulado (RDI) que se aplica durante los períodos del ciclo vegetativo del cultivo cuando el déficit hídrico no causa caídas significativas en la productividad. Cuando se impone durante todo el ciclo vegetativo, la RDI se denomina riego deficitario sostenible (SDI) (Fereres y Soriano, 2007). El riego parcial del sistema radicular (PRD) es una estrategia alternativa en la que se impone deliberadamente una heterogeneidad de humectación del suelo, regando alternativamente solo una parte de la zona radicular.

La estrategia más adecuada para el castaño siempre dependerá de la disponibilidad de agua para riego y, preferiblemente, debe ajustarse, cada año, a las condiciones climáticas que prevalecen durante el ciclo vegetativo. Se deberán considerar las condiciones de humedad del suelo del final del invierno, particularmente en los inviernos más secos, y garantizar una buena disponibilidad de agua en las etapas más críticas. En este sentido, vale la pena señalar la gran diversidad que se puede ver entre las plantaciones de castaños en relación con el agua total disponible del suelo, y la importancia que este almacenamiento de agua tiene para satisfacer las necesidades de agua del castaño en las primeras etapas de su desarrollo.

La gestión del riego, completo o deficitario, debe estar acompañada por la monitorización del contenido de agua en el suelo y el estado hídrico del castaño, en el que la información disponible sobre los valores indicativos de confort hídrico estén disponibles.

Evaluación del contenido de agua en el suelo.

La cantidad de agua total disponible en un suelo representa la cantidad de agua que las plantas pueden extraer. Está determinado por la diferencia entre el volumen de agua almacenada en el suelo cuando su contenido de humedad equivale a la capacidad de campo y el volumen al



de de campo representa o teor máximo de água que o solo armazena depois de drenar livremente a água que ocupa os poros de maior dimensão, após uma rega ou precipitação abundante em que o solo fica saturado, o que pode acontecer em algumas horas em solos mais arenosos até 1 ou 2 dias em solos de textura argilosa. O teor de água ao coeficiente de emurchecimento caracteriza a humidade do solo abaixo do qual a maioria das plantas deixam de ser capazes de extrair água do solo. Representa portanto o limite mínimo de água útil para as plantas. O excesso de água no solo, ou seja um teor de água acima da capacidade de campo, conduz a uma situação de saturação do solo com consequências nefastas para as plantas.

macenado al coeficiente de marchitez. El contenido de agua en capacidad del campo representa el contenido máximo de agua que el suelo almacena después de drenar libremente el agua que ocupan los poros más grandes, después de un riego o precipitación abundante en la que el suelo está saturado, lo que puede suceder después de algunas horas en suelos arenosos y hasta 1 o 2 días en suelos arcillosos. El contenido de agua a coeficiente de marchitez se caracteriza por la humedad presente en el suelo por debajo de la cual la mayoría de las plantas ya no pueden extraer agua del mismo. Por lo tanto, representa el límite mínimo de agua útil para las plantas. El exceso de agua en el suelo, es decir, el contenido de agua por encima de la capacidad del campo,

Quadro 9.3 – Valores indicativos dos teores de água à saturação (θ_{sat}), capacidade de campo (θ_{cc}) coeficiente de emurchecimento (θ_{ce}) e água disponível total no solo (ADT). Fonte: Pereira (2004).

Cuadro 9.3 – Valores indicativos del contenido de agua en saturación (θ_{sat}), capacidad de campo (θ_{cc}), coeficiente de marchitamiento (θ_{ce}) y agua disponible total del suelo (ADT). Fuente: Pereira (2004).

Classes texturais Clases texturales	Teores de humidade característicos dos solos Contenido de humedad característico de los suelos		
	θ_{cc} ($m^3 m^{-3}$)	θ_{ce} ($m^3 m^{-3}$)	ADT (mm/m)
Arenoso	0,10 – 0,15	0,03 – 0,06	60 – 70
Franco-arenoso	0,17 – 0,26	0,06 – 0,13	110 – 130
Franco	0,22 – 0,31	0,09 – 0,16	130 – 150
Franco-argiloso Franco-arcilloso	0,28 – 0,38	0,16 – 0,22	120 – 160

A água disponível total depende do tipo de solo. Nos solos de textura arenosa é menor enquanto os solos de textura franca e franco-argilosa são os que possuem uma maior quantidade de água disponível total. A água disponível total do solo é expressa em mm de água disponível por metro de profundidade de solo. A água disponível total na zona radicular, para um determinado tipo de solo, é tanto maior quanto mais profundo for o sistema radicular. Uma

conduce a una situación de saturación del suelo con consecuencias nefastas para las plantas.

El agua disponible total depende del tipo de suelo. En los suelos arenosos es menor, mientras que los suelos francos y franco-arcillosos poseen mayor cantidad de *agua disponible total*. El agua disponible total del suelo se expresa en mm de agua disponible por metro de profundidad del suelo. El total de agua disponible en la zona de la raíz, para un tipo de suelo



boa preparação do solo, aquando da plantação, que favoreça o crescimento potencial das raízes do castanheiro, vai aumentar a disponibilidade total de água para a cultura, retardando o início da rega na primavera.

Da água disponível total na zona radicular apenas uma parte é que está facilmente disponível para a planta. Corresponde à fração da água extraível sem afetar a produção. Esta fração é utilizada para determinar a necessidade de rega para manter a planta em conforto hídrico. Nas espécies de frutos secos esta fracção varia entre 0,4 e 0,5.

A generalidade dos métodos para medição do teor de água no solo são métodos indiretos que consistem na medição de algumas propriedades físicas ou físico-químicas que são altamente dependentes do teor de água no solo. Em geral, estes métodos não envolvem procedimentos destrutivos e usam equipamento que pode ser colocado permanentemente no solo, permitindo assim medições em contínuo. Descrevem-se seguidamente os métodos mais utilizados na gestão da rega e que podem ser implementados no castanheiro.

A maioria das sondas de medição da água no solo pode ser ligada a um sistema de aquisição de dados permitindo desta forma uma medição contínua do teor de água no solo e o consequente armazenamento dos dados. Podem ser instaladas diretamente em contacto com o solo ou inseridas em tubos colocados no solo (Figura 9.1). Deve haver o cuidado, aquando da instalação da sonda ou dos tubos de acesso, de evitar espaços vazios entre os elementos da sonda ou o tubo e o solo. Para que o local onde se instala o tubo possa ser representativo da parcela deve evitar-se intervir na estrutura do solo, na vizinhança do tubo.

As questões críticas relacionadas com a utilização das sondas de medição da água no solo estão relacionadas, por um lado, com pequeno volume de solo monitorizado e, por outro lado, com a número de sensores necessários para caracterizar adequadamente as parcela com maior heterogeneidade. Assim, é indispensável fazer uma caracterização da parcela em termos de textura e profundidade do solo e tomar a decisão sobre a localização das sondas. As áreas da parcela com solo de textura mais grosseira (arenosos) e menos profundos serão aquelas onde os efeitos do défice

dado, es mayor cuanto más profundo es el sistema radicular. Una buena preparación del suelo, antes de la plantación, favorece el crecimiento de las raíces del castaño, aumentando así la disponibilidad total de agua para el cultivo y retrasando el inicio del riego en la primavera.

Del agua total disponible de la zona de la raíz, sólo una parte es fácilmente disponible para la planta. Corresponde a la fracción de agua extraíble sin afectar la producción. Esta fracción se utiliza para determinar la necesidad de riego para mantener la planta en confort hídrico. En especies de frutos secos, esta fracción varía entre 0.4 y 0.5.

La mayoría de los métodos para medir el contenido de agua en el suelo son métodos indirectos que consisten en medir algunas propiedades físicas o físico-químicas que dependen en gran medida del contenido de agua en el suelo. En general, estos métodos no implican procedimientos destructivos y utilizan equipos que pueden colocarse permanentemente en el suelo, lo que permite mediciones continuas. A continuación se describen los métodos más utilizados en el manejo del riego y que se pueden implementar en el castaño. La mayoría de las sondas de medición de agua del suelo se pueden conectar a un sistema de adquisición de datos, lo que permite una medición continua del contenido de agua en el suelo y el consiguiente almacenamiento de datos. Pueden instalarse directamente en contacto con el suelo o insertarse en tubos colocados en el suelo (Figura 9.1). Se debe tener cuidado, al instalar la sonda o los tubos de acceso, para evitar espacios vacíos entre los elementos de la sonda o el tubo y el suelo. Para que la ubicación donde se instala la tubería sea representativa de la parcela, se debe evitar intervenir en la estructura del suelo, cerca de la tubería.

Los problemas críticos relacionados con el uso de sondas de medición de agua en el suelo están relacionados, por un lado, con el pequeño volumen de suelo monitoreado y, por otro lado, con la cantidad de sensores necesarios para caracterizar adecuadamente las parcelas más heterogéneas. Por lo tanto, es esencial hacer una caracterización de la parcela en términos de textura y profundidad del suelo y tomar una decisión sobre la ubicación de las sondas. Las áreas de la parcela con suelo de textura más gruesa (arenosa) y menos



de água no solo ocorrerão em primeiro lugar. A localização deverá assim obedecer a critérios relacionados com a heterogeneidade do solo, sendo aconselhável a colocação das sondas por manchas homogêneas. Para além da distribuição espacial, é aconselhável a monitorização no perfil do solo permitindo detetar a direção do movimento da água. O sensor mais superficial deverá ficar a uma profundidade de 20-30 cm e o mais profundo próximo do limite da profundidade radicular. As sondas que fazem as medições contínuas a várias profundidades são a solução mais adequada para a monitorização da água no perfil do solo.

Medição do potencial de água no solo

Os tensiómetros são os instrumentos mais conhecidos e mais divulgados para medir o potencial hídrico do solo (Figura 9.2). Foi um dos primeiros instrumentos utilizados para a gestão da rega e continuam a ser muito utilizados principalmente em rega localizada. Os tensiómetros funcionam bem entre 0 (corresponde a uma situação de saturação de água no solo) e os 50-60 kPa (0,5 – 0,6 bar), podendo desferrar acima deste valor (os poros da cápsula cerâmica perdem água ocorrendo a entrada de ar), pelo que são pouco indicados para solo arenosos ou quando as regas são muito

profunda serán aquellas donde los efectos del déficit de agua en el suelo ocurrirán primero. Por lo tanto, la ubicación debe cumplir con los criterios relacionados con la heterogeneidad del suelo, y es aconsejable colocar las sondas en zonas homogéneas. Además de la distribución espacial, es aconsejable monitorear en el perfil del suelo la dirección del movimiento del agua. El sensor más superficial debe tener una profundidad de 20-30 cm y el más profundo cerca del límite de profundidad de la raíz. Las sondas que realizan mediciones continuas a varias profundidades son la solución más adecuada para monitorear el agua en el perfil del suelo.

Medición del potencial hídrico del suelo

Los tensiómetros son los instrumentos más conocidos y más utilizados para medir el potencial hídrico del suelo (Figura 9.2). Fue uno de los primeros instrumentos utilizados para el manejo del riego y continúa siendo ampliamente utilizado principalmente en el riego localizado. Los tensiómetros funcionan bien entre 0 (corresponde a una situación de saturación de agua en el suelo) y 50-60 kPa (0,5 – 0,6 bar), pudiendo verse por encima de este valor (los poros de la cápsula de cerámica pierden agua al entrada de aire), por lo que están poco indicados para suelos arenosos o cuando el

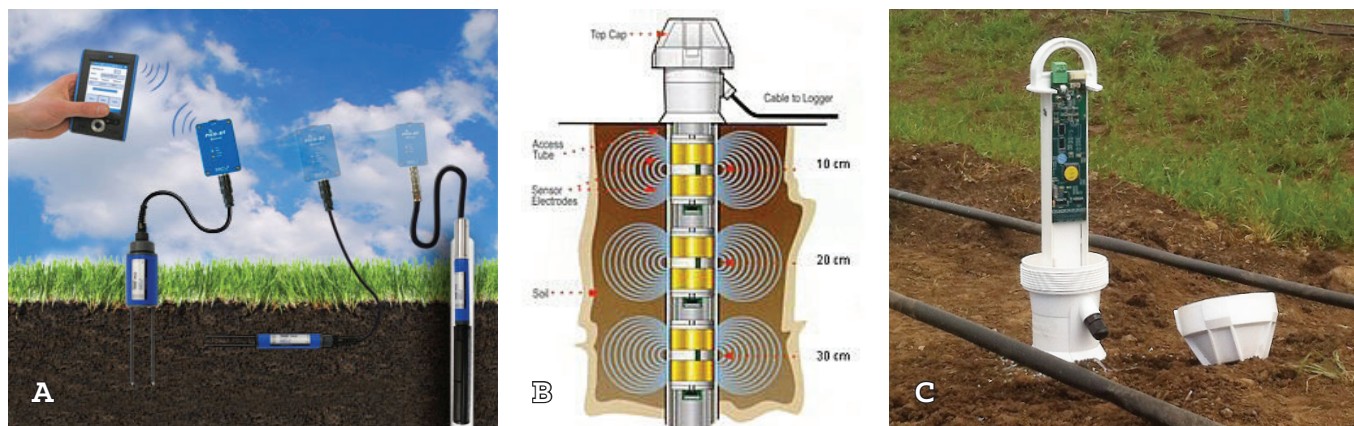


Figura 9.1 – Exemplos de sondas de medição com e sem tubo de acesso. Fontes: <https://www.imko.de/en> e <https://sentektechnologies.com>
Ejemplos de sondas de medición con o sin tubo de acceso. Fuentes: <https://www.imko.de/en> y <https://sentektechnologies.com>

espaçadas com secagem acentuada do solo. Nos sistemas de rega de alta frequência (gota-a-gota e microaspersão) os tensiómetros fornecem informação relevante sobre o momento de rega, permitindo igualmente observar as alterações do potencial hídrico no solo ao longo do tempo e desta forma avaliar se a gestão da rega é adequada ao consumo de água por parte da cultura.

Outros sensores utilizados para medir o potencial hídrico do solo com utilização muito difundida são aqueles que se baseiam na medição da resistência elétrica através de eletrodos envolvidos em blocos de gesso ou numa matriz granular de gesso e quartzo, que absorvem ou libertam água para o solo circundante até ao equilíbrio com a água do solo (Figura 9.3). Estes sensores permitem uma medição indireta do potencial hídrico do solo sendo por isso necessário fazer a sua calibração. Mota *et al.* (2016), com base numa análise de correlação com os valores de potencial hídrico do ramo em castanheiros, refere valores limite de 0,9 a 1 bar para manter um adequado estado hídrico da planta.

Monitorização do estado hídrico do castanheiro

Dos métodos disponíveis para avaliação do estado hídrico da planta, o potencial hídrico foliar é o mais utilizado. O potencial hídrico foliar, como medida do estado energético da água, constitui um indicador extremamente representativo do estado hídrico da planta. A câmara de pressão, pela sua facilidade de transporte, simplicidade de montagem e de operacionalidade, é o método mais utilizado para medir o potencial hídrico foliar em condições de campo.

A medição é normalmente efetuada numa folha, que é retirada da planta e colocada na câmara, ficando a extremidade seccionada do pecíolo, que atravessa a tampa através do orifício, visível a partir do exterior. Depois de verificada a estanquidade através do orifício, que deve estar devidamente ajustado ao pecíolo, inicia-se a pressurização da câmara. No momento em que começa a aparecer uma bolha de seiva xilémica na extremidade do pecíolo, interrompe-se a pressurização e regista-se a pressão no interior da câmara.

riego está muy espaciado con un marcado secado del suelo. En los sistemas de riego de alta frecuencia (gota a gota y micro-aspersión), los tensiómetros proporcionan información relevante sobre el momento de regar, lo que también permite observar los cambios en el potencial hídrico del suelo a lo largo del tiempo y, por lo tanto, evaluar si el manejo del riego se adecua al consumo de agua por el cultivo.

Otros sensores utilizados para medir el potencial hídrico del suelo con un uso generalizado son los que se basan en la medición de resistencia eléctrica a través de electrodos involucrados en bloques de yeso o una matriz granular de yeso y cuarzo, que absorben o liberan agua al suelo circundante para equilibrarse con el agua del suelo (Figura 9.3). Estos sensores permiten una medición indirecta del potencial hídrico del suelo y, por lo tanto, es necesario realizar su calibración. Mota *et al.* (2016), con base en un análisis de correlación con los valores del potencial hídrico de rama en castaños, se refiere a valores límite de 0,9 a 1 bar para mantener un estado hídrico adecuado en la planta.

Monitorización del estado hídrico del castaño

De los métodos disponibles para evaluar el estado hídrico de una planta, el potencial hídrico foliar es el más utilizado. El potencial hídrico foliar, como medida del estado energético del agua, es un indicador extremadamente representativo del estado hídrico de la planta. La cámara de presión, debido a su facilidad de transporte, simplicidad de montaje y operación, es el método más utilizado para medir el potencial de agua de la hoja en condiciones de campo.

La medición generalmente se realiza en una hoja, que se retira de la planta y se coloca en la cámara, con el extremo seccionado del pecíolo, que pasa a través de la tapa a través del orificio, visible desde el exterior. Después de verificar la estanquidad a través del orificio, que debe ajustarse adecuadamente al pecíolo, comienza la presurización de la cámara. Tan pronto como comienza a aparecer una burbuja de savia del xilema al final del pecíolo, se detiene la presurización y se registra la presión dentro de la cámara. La presión observada corresponde al potencial hídrico de la hoja (negativo). La técnica de cámara de presión se



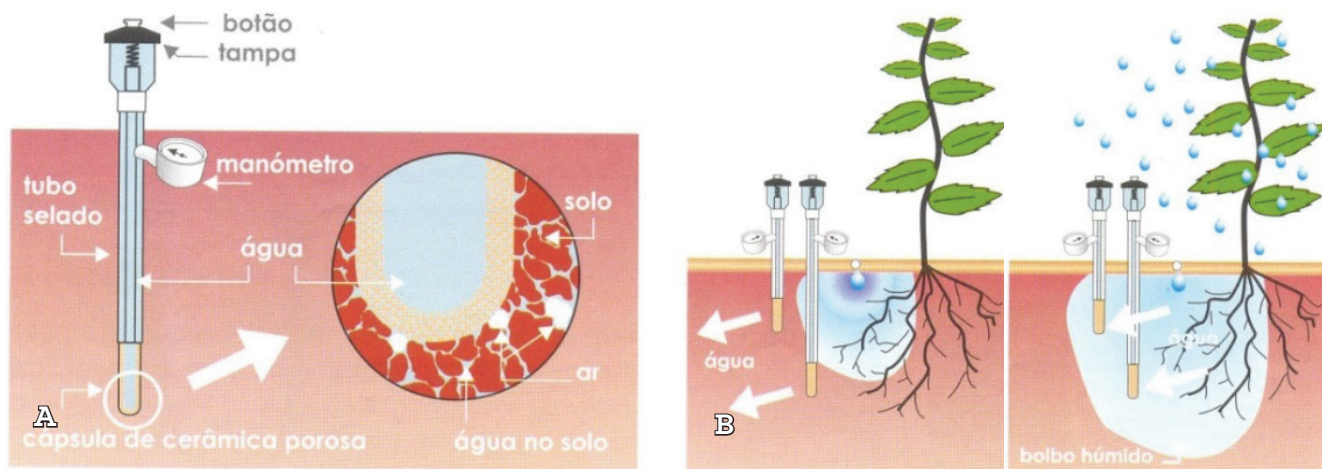


Figura 9.2 – A) Princípio de funcionamento do tensiómetro e **B)** colocação no solo para monitorização do potencial hídrico na rega gota-a-gota. Fonte: Ramos e Abreu (2007).

A) Princípio de funcionamiento de tensiómetro y **B)** colocación en el suelo para controlar el potencial hídrico en el riego por goteo. Fuente: Ramos e Abreu (2007).



Figura 9.3 – Dispositivos de leitura e armazenamento de dados (**A** e **B**) de sensor de matriz granular (WaterMark) com eletrodos envolvidos em quartzo e gesso (**C**). Fonte: <http://www.irrometer.com>

Dispositivos de lectura y almacenamiento de datos (**A** y **B**) de sensor de matriz granular (WaterMark) con electrodos desarrollados en cuarzo y yeso (**C**). Fuente: <http://www.irrometer.com>

A pressão observada corresponde ao potencial hídrico foliar (negativo). A técnica da câmara de pressão pode ser utilizada para medir o potencial hídrico foliar ao final da noite, antes do nascer-do-sol, denominando-se potencial de base; medido durante o dia, normalmente próximo do meio-dia solar, designando-se neste caso potencial do meio-dia ou potencial mínimo ou ainda medido igualmente durante o dia, mas numa folha previamente envolvida (aproximadamente 1 hora antes da medição) por uma película opaca (saco ou papel de alumínio) para ficar em condições de ausência de luz (Figura 9.4), representando esta medição o potencial hídrico do ramo.

O potencial hídrico do ramo, assim designado pelo facto de durante o período de escuridão a folha entrar em equilíbrio hídrico com o ramo onde está inserida, é referido por vários autores como sendo o potencial que melhor representa o estado hídrico da planta e as diferenças entre regimes hídricos a que possam estar submetidas (Sackel, 2011). Contudo, o seu valor depende igualmente das condi-

puede utilizar para medir el potencial de agua de la hoja al final de la noche, antes del amanecer, llamándose potencial de base. Cuando es medido durante el día, generalmente cerca del mediodía solar, se designa como potencial del mediodía o potencial mínimo. Otra modalidad de medición durante el día envolviendo la hoja con una película opaca (bolsa o papel de aluminio), para estar en condiciones de ausencia de luz (Figura 9.4), es el potencial hídrico de rama. Varios autores consideran que el potencial hídrico de la rama, designado así por el hecho de que durante el período oscuro la hoja entra en equilibrio hídrico con la rama donde se inserta, es el potencial que mejor representa el estado del agua de la planta y las diferencias entre regímenes de agua a los que pueden estar sujetos (Sackel, 2011). Sin embargo, cuando se mide, su valor también depende de las condiciones climáticas, en particular el déficit de presión de vapor de la atmósfera presente en ese momento.

El manejo del riego mediante la monitorización del estado hídrico del castaño debe basarse en los valores de

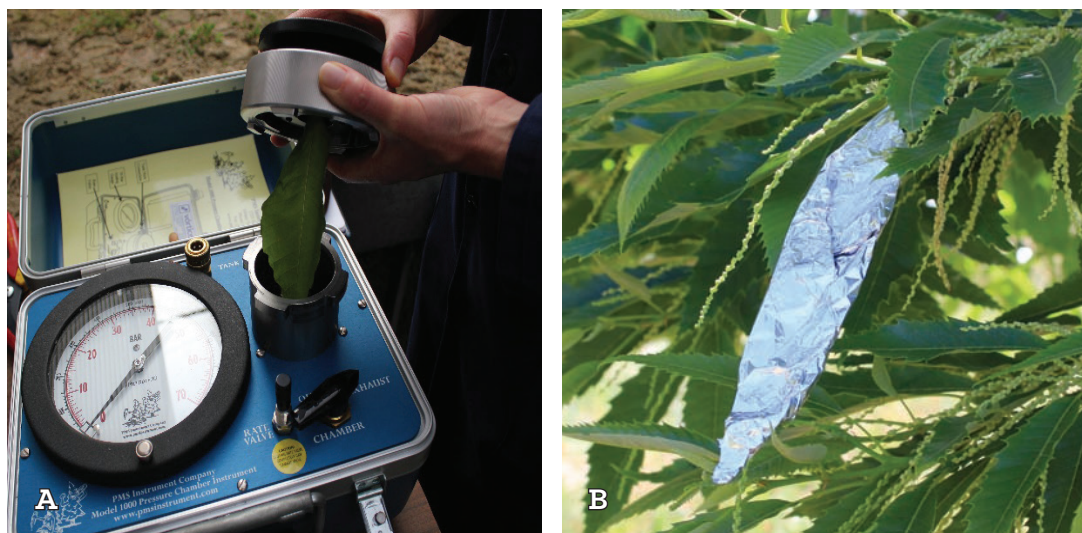


Figura 9.4 – Câmara de pressão (A) e folha coberta para posterior medição do potencial hídrico do ramo (B).
Camara de presión (A) y hoja cubierta para posterior medición del potencial hídrico de rama (B).



ções meteorológicas, em particular do défice de pressão de vapor da atmosfera, aquando da sua medição.

A gestão da rega através da monitorização do estado hídrico do castanheiro deve ser feita com base em valores de referência do potencial hídrico obtidos para a cultura. Alguns estudos efetuados no castanheiro (Martins *et al.*, 2010; Mota *et al.*, 2018c) referem, para condições de conforto hídrico, valores de potencial hídrico foliar de base iguais ou superiores a -0,6 MPa e para o potencial hídrico do ramo valores superiores a -1,2 MPa.

Nos últimos anos têm sido desenvolvidos outros métodos de avaliação do estado hídrico da planta que se encontram em fases diferentes de aplicação prática generalizada. Entre eles destacam-se a medição da variação diária do diâmetro do tronco, medição da temperatura da temperatura da folha através de termómetros de infravermelhos, medição da transpiração através da medição indireta do fluxo da seiva no xilema ou a medição de parâmetros fisiológicos como a condutância estomática, tem sido utilizados em numerosos trabalhos de investigação mas a sua aplicação prática na gestão da rega é ainda incipiente.

Métodos de rega

De entre os métodos de rega que poderão ser instalados nos soutos, a rega localizada ou microrrega, e em particular a rega gota-a-gota (Figura 9.5), é o método que melhor se adapta à cultura e à implementação de diferentes estratégias de rega. Este método é o mais adequado para terrenos inclinados e diferentes tipos de solo. Apresenta a vantagem de permitir a aplicação de fertilizantes na água de rega (fertilirrigação) e a sua aplicação localizada (Figura 9.6) na zona radicular contribui para uma elevada eficiência do uso da água e da absorção dos nutrientes. Acresce o seu potencial para reduzir tanto a procura de água, devido à sua maior eficiência, como os custos que estão associados à rega, nomeadamente os de mão-de-obra. Num estudo comparativo, Mota *et al.* (2018b) não observaram diferenças na produtividade do souto quando utilizaram rega gota-a-gota e microaspersão. Contudo, a maior quantidade de água utili-

referencia del potencial hídrico obtenido para el cultivo. Algunos estudios realizados en castaño (Martins *et al.*, 2010; Mota *et al.*, 2018c) refieren que para tener el árbol en condiciones de confort hídrico, los valores de potencial hídrico foliar de base deben ser iguales o mayores de -0.6 MPa y para el potencial hídrico de rama superiores a -1.2 MPa.

En los últimos años, se han desarrollado otros métodos para evaluar el estado hídrico de la planta que se encuentran en diferentes etapas de aplicación práctica generalizada. Entre ellos se encuentran la medición de la variación diaria en el diámetro del tronco, la medición de la temperatura de la hoja con termómetros infrarrojos, la medición de la transpiración a través de la medición indirecta del flujo de savia en el xilema o la medición de parámetros fisiológicos como la conductancia estomática. Aunque estos métodos, se ha utilizado en numerosos trabajos de investigación y desarrollo, su aplicación práctica en la gestión del riego sigue siendo incipiente.

Métodos de riego

Entre los métodos de riego que pueden instalarse en las plantaciones de castaño, el riego localizado o micro-riego, y en particular el riego por goteo (Figura 9.5), es el método que mejor se adapta al cultivo y a la implementación de diferentes estrategias de riego. Este método es el más adecuado para terrenos en pendiente y a diferentes tipos de suelo. Tiene la ventaja de permitir la aplicación de fertilizantes en el agua de riego (fertilirrigación) y su aplicación localizada (Figura 9.6) en la zona radicular contribuye a una elevada eficiencia en el uso del agua y la absorción de los nutrientes. Además, tiene el potencial de reducir tanto el consumo de agua, debido a su mayor eficiencia, como los costes asociados al riego, es decir, los costes de mano de obra. En un estudio comparativo, Mota *et al.* (2018b) no observó diferencias en la productividad del cultivo cuando utilizaron riego por goteo comparado con micro-aspersión. Sin embargo, la mayor cantidad de agua utilizada en la micro-aspersión condujo a una menor eficiencia en el uso de agua con este método de riego.





Figura 9.5 – Sistema de rega gota-a-gota num souto jovem.
Sistema de riego por goteo en una plantación de castaños joven.



Figura 9.6 – Rega gota-a-gota: aspeto da superficie molhada pelo gotejador.
Riego por goteo: aspecto de la superficie humedecida por el gotero.

zada na microaspersão conduziu a uma menor eficiência do uso da água neste método de rega.

Na instalação do sistema de rega gota-a-gota as rampas ou laterais podem ser dispostas ao longo da linha de árvores (Figura 9.7) ou sob a copa dos castanheiros (Figura 9.8).

Apesar das vantagens, apresenta algumas limitações que importa considerar para que a rega possa ser realizada aproveitando as potencialidades do sistema. Assim, devido à reduzida dimensão dos orifícios (gotejadores) através dos quais se aplica a água, a obstrução por partículas minerais ou orgânicas, quer por falta de uma adequada filtração da água, quer pela formação de precipitados (óxido de ferro e carbonato de cálcio) por falta de tratamento químico para prevenir ou corrigir estas causas, conduz à redução ou interrupção do caudal com implicações na diminuição da uniformidade e da eficiência de rega. Não cabe, neste manual, a descrição detalhada dos vários componentes do sistema de rega nem os procedimentos para o seu dimensionamen-

En la instalación, las líneas de goteros se pueden distribuir a lo largo de la línea de los árboles (Figura 9.7) o sobre la proyección en el suelo de la copa de los castaños (Figura 9.8).

A pesar de las ventajas, el método de riego por goteo presenta algunas limitaciones que deben considerarse para que el riego pueda llevarse a cabo aprovechando las potencialidades del sistema. Por lo tanto, debido al pequeño tamaño de los orificios (goteros) a través de los cuales se aplica el agua, la obstrucción por partículas minerales u orgánicas, ya sea por la falta de filtración de agua adecuada o por la formación de precipitados (óxido de hierro y carbonato de calcio) debido a la falta de tratamiento químico para prevenir o corregir estas causas, conduce a la reducción o interrupción del caudal con implicaciones en una disminución de la uniformidad y eficiencia del riego. Este manual no contiene una descripción detallada de los diversos componentes del sistema de riego ni de los procedimientos para





Figura 9.7 – Disposição linear das rampas ou laterais ao longo da linha de plantas.
Distribución linear de las líneas de goteros alineadas con las plantas.

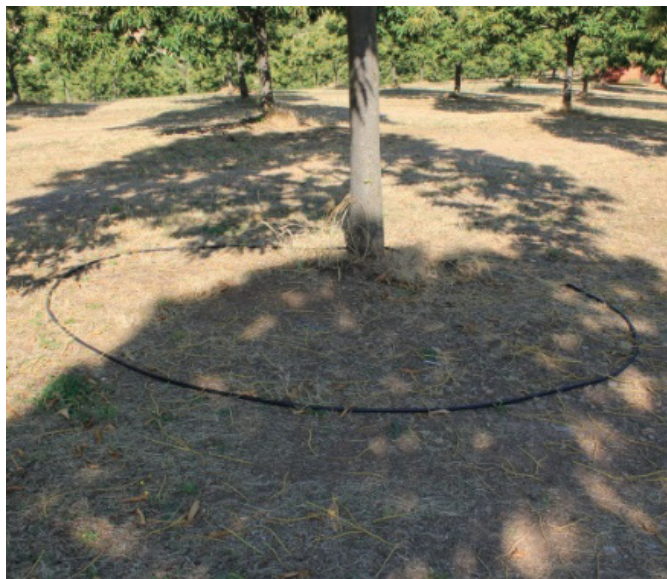


Figura 9.8 – Disposição circular das rampas sob a copa dos castanheiros.
Distribución circular de las líneas de goteros sobre la proyección de la copa.

to. É numerosa a bibliografia especializada com informação detalhada sobre este assunto.

Tempos de rega e dotações de rega

Sendo importante para a gestão da rega a determinação dos tempos de rega, em função das características do sistema, para a aplicação de dotações determinadas pelos técnicos ou agricultores ou recomendadas por serviços de avisos de rega, apresenta-se um exemplo prático de cálculo.

su diseño. Existe numerosa bibliografía especializada con información detallada sobre este tema.

Tiempos de riego y dotaciones de riego.

Una componente importante para la gestión del riego es determinar la duración del riego. Según las características del sistema, para la aplicación de dotaciones de agua determinadas por técnicos o agricultores o recomendadas por los servicios de avisos de riego, se presenta, a continuación, un ejemplo práctico de cálculo.



Exemplo 2 – Cálculo do tempo de rega diário para aplicação de uma dotação de rega (D_{rega}) de 5 mm (50 m³/ha)

Dados:

Compasso de plantação ($L_{linha} \times L_{entrelinha}$): 7 x 6 m
 Distancia entre os gotejadores na rampa (L_{got}): 1 m
 Número de rampas por linha de árvores (N_{rampas}): 1
 Caudal médio do gotejadores ($q_{médio}$): 4 L/h⁻¹

Cálculo do tempo de rega:

Área afetada por gotejador:

$$A_e = \frac{L_{got} \times L_{entrelinha}}{N_{rampas}} = \frac{1 \times 6}{1} = 6 \text{ m}^2$$

Número de gotejadores por planta (para rampas dispostas em linha):

$$n = \frac{L_{linha} \times L_{entrelinha}}{A_e} = \frac{7 \times 6}{6} = 7 \text{ got/árvore}$$

Volume de água por planta:

$$V = D_{rega} \times L_{linha} \times L_{entrelinha} = 5 \times 7 \times 6 = 210 \text{ L /árvore}$$

Tempo de rega:

$$T = \frac{V}{n \times q_{médio}} = \frac{210 \text{ L/árvore}}{7 \times 4 \text{ L/h}^{-1}} = 7,5 \text{ horas}$$

O caudal médio dos gotejadores deve ser calculado a partir da recolha de um volume de água de um conjunto de gotejadores do sector de rega. Devem ser selecionados para a amostra várias rampas do setor de rega e vários gotejadores por rampa. O coeficiente de uniformidade dos caudais é um indicador da uniformidade de rega na parcela importante para avaliar o desempenho do sistema de rega. A metodologia para a sua determinação, assim como a de outros indicadores relativos ao desempenho do sistema de rega, pode ser consultados em Pereira (2004) e Oliveira (2011).

O sistema de rega deve ser dimensionado considerando as necessidades máximas de rega da cultura e contemplar todos os elementos e automatismos indispensáveis à otimização do seu funcionamento. O tipo de equipamentos

Ejemplo 2 – Cálculo del tiempo de riego diario para aplicación de una dotación de riego (D_{rega}) de 5 mm (50 m³/ha)

Datos:

Marco de plantación ($L_{línea} \times L_{entre\ línea}$): 7 x 6 m
 Distancia entre los goteros de la línea (L_{got}): 1 m
 Número de tuberías de goteros por línea de árboles (N_{rampas}): 1
 Caudal medio de goteros ($q_{médio}$): 4 L/h⁻¹

Cálculo del tiempo de riego:

Área afectada por gotero:

$$A_e = \frac{L_{got} \times L_{entrelinha}}{N_{rampas}} = \frac{1 \times 6}{1} = 6 \text{ m}^2$$

Número de goteros por árbol (para goteros dispuestos en una sola línea):

$$n = \frac{L_{linha} \times L_{entrelinha}}{A_e} = \frac{7 \times 6}{6} = 7 \text{ got/árbol}$$

Volumen de agua por árbol:

$$V = D_{riego} \times L_{línea} \times L_{entre\ línea} = 5 \times 7 \times 6 = 210 \text{ L /árbol}$$

Tiempo de riego:

$$T = \frac{V}{n \times C_{médio}} = \frac{210 \text{ L/árbol}}{7 \times 4 \text{ L/h}^{-1}} = 7,5 \text{ horas}$$

El caudal medio de los goteros debe calcularse directamente en campo, a partir de la medida de un volumen de agua de un conjunto de goteros en el sector de riego. Se deben seleccionar varias líneas en el sector de riego y varios goteros por línea para realizar el muestreo. El coeficiente de uniformidad del caudal es un indicador de la uniformidad del riego en la parte importante para evaluar el rendimiento del sistema de riego. La metodología para su determinación, así como la de otros indicadores relacionados con el desempeño del sistema de riego, pueden consultarse en Pereira (2004) y Oliveira (2011).

El sistema de riego debe dimensionarse teniendo en cuenta las necesidades máximas de riego del cultivo e incluir todos los elementos y automatismos indispensables para la optimización de su funcionamiento. El tipo de equi-



a instalar, nomeadamente os de filtração da água, devem ser adequados às características da água de rega e ao caudal. O sistema de bombagem deve ter em consideração o tipo de energia que será utilizado e a sua potência, assim como os restantes elementos do sistema (caudal dos emissores, número de emissores por planta, número de sectores de rega, etc.) deverão ser dimensionados para período de ponta, ou crítico, no que respeita às necessidades de rega. Quando isso não se verifica, situação que é bastante frequente, o sistema de rega não permite aplicar as dotações correspondentes às necessidades de rega da cultura no período de ponta, ou seja, no período de maiores necessidades de rega.

pamientos a instalar, así como, el sistema de filtración de agua, debe adaptarse a las características del agua de riego y al caudal. El sistema de bombeo debe tener en cuenta el tipo de energía que será utilizado y su potencia, así como todos los elementos restantes del sistema (caudal de los emissores, número de emissores por planta, número de sectores de riego, etc.). Se deben dimensionar para el período pico, o crítico, con respecto a las necesidades de riego. Cuando esto no se verifica, lo que acontece normalmente, es que el sistema de riego no permite que las cantidades de agua correspondientes a las necesidades de riego del cultivo en el periodo crítico, máximas necesidades, se apliquen correctamente.

Bibliografia

Bibliografía

- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D. and Smith M., 1998. Crop Evapotranspiration Guidelines for Computing Crop Water Requirements - Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rome, Italy.
- Breisch H., 1995. Châtaignes et marrons. Centre Technique Interprofessionnel des fruits et légumes, Paris, França.
- Ciordia, M., Feito, I., Pereira-Lorenzo, S., Fernández, A., Majada, J. 2012. Adaptive diversity in *Castanea sativa* Mill. half-sib progenies in response to drought stress Environmental and Experimental Botany, 78, 56– 63.
- Fereres E., Soriano A., 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. J. Exp. Bot., 58,147–159.
- Girona, J. 2006. La respuesta del cultivo del almendro al riego. Vida Rural, 234, 12-16.
- Goldhamer, D.A., Kjølsgren, R.K., Williams, L., & Beede, R. 1985. Water use requirements of pistachio trees and response to water stress. In: Proceedings of the National Conference on Advances in Evapotranspiration. American Society of Agricultural and Biological Engineers, Chicago, IL, USA, December 16-17, 216-223.
- Goldhamer, D. A. 1997. Irrigation scheduling for walnut orchards. In: Walnut Orchard Management. D. E. Ramos, ed. University of California Publication No. 3373, Oakland, CA pp. 159-166.
- Lopes H., Fabião M. and Oliveira I. , 2003. Guia de Rega – Monitorização da água do solo - sensores ‘Watermark’. COTR, 1st Ed, Beja, Portugal. ISBN:972-8847-04-1
- Martins A., Raimundo F., Borges O., Linhares I., Sousa V., Coutinho J.P., Gomes-Laranjo J. and Madeira M., 2010. Effects of soil management practices and irrigation on plant water relations and productivity of chestnut stands under Mediterranean conditions. Plant and Soil, 327, 57-70.



- Mota M., Pinto T., Marques T., Borges A., Caço J., Raimundo F. and Gomes-Laranjo J., 2017. Monitorizar para regar: o caso do castanheiro. *Revista de Ciências Agrárias*, 40(1), 133-143.
- Mota M., Pinto T., Vilela, A., Marques T., Gomes-Laranjo J., 2018a. Irrigation positively affects the chestnut's quality: The chemical composition, fruit size and sensory attributes. *Scientia Horticulturae*, 238, 177-186.
- Mota M., Pinto T., Marques T., Borges A., Caço J., Raimundo F. and Gomes-Laranjo J., 2018b. Study on yield values of two irrigation systems in adult chestnut trees and comparison with non-irrigated chestnut orchard. *Revista de Ciências Agrárias* 41(1), 236-248.
- Mota M., Marques T., Pinto T., Raimundo F. Borges A., Caço J., Gomes-Laranjo J., 2018c. Relating plant and soil water content to encourage smart watering in chestnut trees. *Agricultural Water Management*, 203, 30-36.
- Oliveira, I., 2011. Técnicas de Regadio. Teoria e Prática. 2ª Edição. Vol. 1 e 2, Edição de Autor.
- Pereira, L.S., 2004. Necessidades de água e métodos de rega. Europa-América, Lisboa.
- Ramos, I.; Abreu, M.J., 2007. Tensiómetros: Quando regar e qual a quantidade. Ficha Técnica N° 2, Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Lisboa.
- Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E., Raes, D., 2012. Crop yield response to water. *Irrigation and Drainage Paper Nr. 66*, FAO, Rome, Italy.



Doenças Enfermedades

Eugénia Gouveia

Introdução

No interior norte de Portugal o castanheiro (*Castanea sativa* Mill.) é a espécie central de um ecossistema sustentável e produtivo como o demonstram os soutos com 100, 200 ou mais anos ainda existentes por toda a região.

A introdução de parasitas muito virulentos para o castanheiro como as espécies de *Phytophthora* que atacam as raízes e do fungo *Cryphonectria parasitica* que causa cancro corticais têm provocado a morte a muitos milhares de castanheiros. A frágil situação sanitária do castanheiro exige que se apliquem soluções eficazes. Projetos de investigação e de desenvolvimento experimental permitiram obter os dados científicos e técnicos para a introdução da luta biológica para o tratamento do Cancro do Castanheiro e de iniciar um sistema orientado de intervenção para evitar a dispersão generalizada da Doença da Tinta nos soutos.

Abordam-se neste capítulo a doença da tinta e do cancro do castanheiro. Estas doenças invariavelmente provocam a morte dos castanheiros e têm desenvolvimento epidémico em todas as regiões de produção. São apresentados os aspetos da bioecologia e muito em especial as estratégias de proteção para evitar os graves prejuízos na produção, assegurar a qualidade dos produtos e o equilíbrio destes frágeis ecossistemas de montanha.

Doença da tinta do castanheiro

A morte dos castanheiros ocorre em Portugal e, também por toda a Europa, desde meados do século XIX. Ficou conhecida por doença da tinta por ser frequente o apare-

Introducción

En el interior norte de Portugal, el castaño (*Castanea sativa* Mill.) es la especie central de un ecosistema sostenible y productivo, como lo demuestran los castaños con 100, 200 o aún más años existentes en toda la región.

La introducción de parásitos muy virulentos para el castaño como las especies de *Phytophthora* que atacan las raíces, y el hongo *Cryphonectria parasitica* que causa chancros corticales ha causado la muerte de miles de castaños. La frágil situación sanitaria del castaño requiere que se apliquen soluciones efectivas. Los proyectos de investigación y desarrollo experimental han permitido obtener datos científicos y técnicos para la introducción del control biológico para el tratamiento del chancre del castaño e iniciar un sistema de intervención orientado a evitar la dispersión generalizada de la enfermedad de la tinta en plantaciones de castaños.

Este capítulo trata sobre la enfermedad de la tinta y el chancre del castaño. Estas enfermedades invariablemente causan la muerte de los castaños y tienen un desarrollo epidémico en todas las regiones de producción. Se presentan aspectos de la bioecología y, en particular, estrategias de protección para evitar graves pérdidas en la producción, garantizar la calidad del producto y el equilibrio de estos frágiles ecosistemas de montaña.

Enfermedad de la tinta del castaño

La muerte de los castaños ha ocurrido en Portugal y en toda Europa desde mediados del siglo XIX. Se hizo conocida como la enfermedad de la tinta porque con frecuencia apa-

cimento de um líquido escuro na base do tronco dos castanheiros que era semelhante á tinta com que então se escrevia nas escolas. A doença é reportada desde 1838 no Minho, e progressivamente passou para todas as outras regiões de castanheiro no país. Nos meados de século XX a doença desenvolvia-se de forma epidémica na região de Trás-os-Montes levando à morte milhares de castanheiro (Fernandes, 1955). Atualmente a doença é considerada uma doença endémica em todas as regiões de castanheiro o que significa que pode surgir de forma imprevisível em qualquer local mas sempre inevitável quando os fatores são favoráveis ao desenvolvimento da doença.

Descrição da doença

A doença da tinta está associada a duas espécies Oomicetas parasitas das raízes -- *Phytophthora cinnamomi* Rands e *Phytophthora cambivora* (Petri) Buisman (Figura 10.1). *P. cinnamomi* é considerada como um dos organismos mais destrutivos dos vegetais o mais difundido geograficamente, estando presente nas regiões temperadas, subtropicais e tropicais, e com o maior número de hospedeiros. Zentmyer (1980) lista mais de 1000 hospedeiros, estando as árvores

rece un líquido escuro en la base del tronco del castaño, que era similar a la tinta utilizada para escribir en las escuelas. La enfermedad se detectó desde 1838 en el Miño, y se ha extendido progresivamente a todas las demás regiones con castaños del país. A mediados del siglo XX, la enfermedad se desarrolló como epidemia en la región de Trás-os-Montes provocando la muerte de miles de castaños (Fernandes, 1955). Actualmente, la enfermedad se considera una enfermedad endémica en todas las regiones con castaño, lo que significa que puede aparecer de manera impredecible en cualquier lugar, pero con mayor probabilidad cuando los factores son favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Descripción de la enfermedad

La enfermedad de la tinta se asocia con dos especies de oomicetos parásitos de la raíz: *Phytophthora cinnamomi* Rands y *Phytophthora cambivora* (Petri) Buisman (Figura 10.1). *P. cinnamomi* es considerado como uno de los organismos más destructivos de las plantas, el más extendido geográficamente, presente en regiones templadas, subtropicales y tropicales, y con el mayor número de huéspedes. Zentmyer (1980) enumera más de 1000 huéspedes,

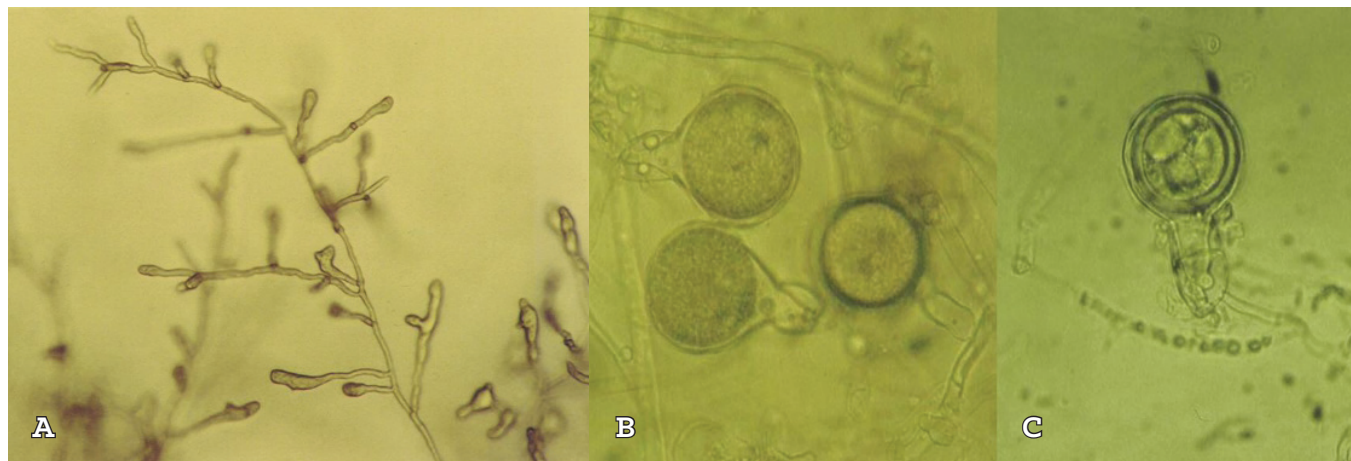


Figura 10.1 – *Phytophthora cinnamomi*. **A)** Micélio; **B)** Anterídeos; **C)** Oósporos
Phytophthora cinnamomi. **A)** Micélio; **B)** Anterídios; **C)** Oosporas



e os arbustos largamente representados. *P. cambivora* tem uma distribuição geográfica limitada às regiões de clima temperado e possui um reduzido número de hospedeiros sendo no entanto muitas vezes referida em conjunto com outras espécies de *Phytophthora* formando um “complexo de espécies” associada às podridões da raiz e do colo de muitas espécies fruteiras das regiões de clima temperado (Erwin & Ribeiro, 1996).

Estes parasitas possuem grande potencial de multiplicação e de adaptação às rápidas alterações do ambiente do solo relacionadas com a água e têm a capacidade de produzir diferentes tipos de esporos (esporângios, zoósporos, clamidósporos) o que lhes confere elevada capacidade de infeção e prevalência no solo e no ecossistema onde se instala.

Os produtores de castanheiro descrevem esta temível doença de forma muito clara: **“Os castanheiros tremem, pasmam e morrem”**.

A doença da tinta é uma doença das raízes do castanheiro. As raízes finas e também as de maior diâmetro ficam com manchas escuras devido à necrose e apodrecimento dos tecidos. Os parasitas desenvolvem-se também no colo e no caule das árvores dando origem às características manchas escuras em forma de cunha que aparecem na base do tronco das árvores doentes. Em correspondência com esta sintomatologia radicular, manifesta-se na parte aérea um conjunto de sintomas muito característico que inclui a morte dos ramos que se inicia na parte superior da árvore. O declínio da árvore é progressivo o que invariavelmente conduz à morte da árvore. A doença pode também manifestar-se pela morte repentina da árvore. Os sintomas de morte repentina ocorrem durante os meses quentes de verão sendo muito característica a presença das folhas necrosadas e/ou dos ouriços de pequena dimensão e sem fruto que ficam aderentes à árvore. Na Figura 10.2 são apresentadas algumas imagens de castanheiros com sintomas da doença da tinta.

Dispersão da doença nos sotos

Muitos fatores contribuem para a dispersão da doença da tinta nos sotos. As mais frequentes estão relacionadas

com árvores y arbustos representados en gran medida. *P. cambivora* tiene una distribución geográfica limitada a las regiones templadas y tiene un pequeño número de hospedadores, sin embargo, a menudo es citado junto con otras especies de *Phytophthora* formando un “complejo de especies” asociado con el pudrimiento de la raíz y el cuello de muchas especies frutales en regiones templadas (Erwin y Ribeiro, 1996).

Estos parásitos tienen un gran potencial de multiplicación, de adaptación a cambios rápidos en el ambiente del suelo relacionados con el agua y tienen la capacidad de producir diferentes tipos de esporas (esporangios, zoosporas, clamidosporas), lo que les da una alta capacidad de infección y prevalencia en el suelo y en el ecosistema donde están instalados.

Los productores de castaños describen esta terrible enfermedad muy claramente: **“Los castaños tiemblan, se pasman y mueren”**.

La enfermedad de la tinta es una enfermedad de las raíces del castaño. Las raíces finas y también las de mayor diámetro tienen manchas oscuras debido a la necrosis y el pudrimiento de los tejidos. Los parásitos también se desarrollan en el cuello y en el tronco de los árboles, dando lugar a las características manchas oscuras en forma de cuña que aparecen en la base del tronco de los árboles enfermos. En correspondencia con esta sintomatología de raíz, un conjunto muy característico de síntomas se manifiesta en la parte aérea, incluida la muerte de las ramas que comienza en la parte superior del árbol. El declive del árbol es progresivo, lo que invariablemente conduce a la muerte. La enfermedad también puede manifestarse por la muerte repentina del árbol. Los síntomas de muerte súbita ocurren durante los calurosos meses de verano y la presencia de hojas necróticas y/o pequeños erizos infructuosos que se adhieren al árbol es muy característica. La Figura 10.2 muestra algunas imágenes de castaños con síntomas de la enfermedad de la tinta.

Dispersión de la enfermedad en los sotos

Muchos factores contribuyen a la dispersión de la enfermedad de la tinta en los castaños. Los más frecuentes

com a drenagem natural da água da chuva, as mobilizações do solo, a que acresce a capacidade dos parasitas infetarem e de se multiplicar em muitos outros hospedeiros lenhosos ou herbáceos.

Solos com má drenagem e que acumulam água são particularmente favoráveis ao aparecimento e disseminação da doença. Nesta situação os parasitas têm as melhores condições de desenvolvimento enquanto os castanheiros ficam debilitados devido à asfixia das raízes.

A dispersão da doença é ainda favorecida pelas mobilizações do solo realizadas nos soutos. O transporte e dispersão dos propágulos dos parasitas para outros locais é por esta via muito rápida e muito eficiente.

As plantas para plantação representam igualmente uma situação de risco para a introdução e posterior disseminação da doença. Os parasitas presentes nas raízes passam para o solo e pelos processos naturais de drenagem da água e pela mobilização do solo se dispersará em pouco tempo para áreas muito alargadas.

están relacionados con el drenaje natural del agua de lluvia, la movilización del suelo, además de la capacidad de los parásitos de infectar y multiplicarse en muchos otros hospedadores leñosos o herbáceos.

Los suelos con mal drenaje y que acumulan agua son particularmente favorables para la aparición y propagación de la enfermedad. En estas condiciones, los parásitos tienen las mejores condiciones de desarrollo, mientras que los castaños se debilitan debido a la asfixia de las raíces.

La dispersión de la enfermedad se ve favorecida aún más por las movilizaciones de suelo llevadas a cabo en los castaños. El transporte y la dispersión de los propágulos de los parásitos a otros lugares es muy rápido y muy eficiente.

La introducción de otras plantas también representa una situación de riesgo para la introducción y posterior propagación de la enfermedad. Los parásitos presentes en las raíces pasan al suelo y de ahí, por los procesos naturales de drenaje del agua y por la movilización se dispersarán rápidamente a áreas muy amplias.



Figura 10.2 – Sintomas da Doença da Tinta em castanheiro. **A)** Podridão no colo do castanheiro; **B)** Morte dos ramos que se inicia na parte superior da árvore.

Síntomas de la tinta del castaño. **A)** Podredumbre del cuello del castaño; **B)** Muerte de las ramas que se inicia en la parte superior del árbol.



Estratégias e medidas de proteção em sotos de *Castanea sativa*

A doença da tinta é uma doença das raízes do castanheiro e por essa razão é difícil de detetar na fase inicial. A primeira indicação da presença da doença só é evidente quando grande parte do sistema radicular já está infetado (apodrecido) e por essa razão demasiado tarde para recuperar os castanheiros (Gouveia, 1993).

A natureza endémica da doença da tinta impõe como estratégia de proteção a aplicação de medidas imediatas de mitigação da dispersão da doença logo que a árvore evidencie os sintomas. Para atuar nesta situação, possivelmente a mais frequente nos sotos de Trás-os-Montes, é necessário intervir de imediato e com as seguintes ações:

- Não mobilizar o solo em toda a área de influência do castanheiro (um pouco maior que projeção da copa)
- Tratar o solo com produtos fitofarmacêuticos disponíveis (ou a disponibilizar) no mercado e com ação direta nos parasitas que provocam a doença.
- Tratar também os castanheiros que se encontram na sua proximidade e de forma mais alargada no sentido do declive do terreno para criar uma zona tampão e impedir a dispersão do parasita no solo.
- De forma geral tratar o solo quando a doença se

Estrategias y medidas de protección en sotos de *Castanea sativa*

La enfermedad de la tinta es una enfermedad de las raíces del castaño y por esta razón es difícil de detectar en la etapa inicial. La primera indicación de la presencia de la enfermedad solo es evidente cuando una gran parte del sistema radicular ya está infectado (podrido) y por esa razón es demasiado tarde para recuperar los castaños (Gouveia, 1993).

La naturaleza endémica de la enfermedad de la tinta impone como estrategia de protección la aplicación de medidas inmediatas para mitigar la propagación de la enfermedad tan pronto como el árbol muestre síntomas.

Para actuar en esta situación, posiblemente la más frecuente en los sotos de Trás-os-Montes, es necesario intervenir de inmediato y con las siguientes acciones:

- No movilizar el suelo a lo largo del área de influencia del castaño (un poco más grande que la proyección del dosel)
- Aplicar al suelo productos fitosanitarios disponibles en el mercado y con acción directa sobre los parásitos que causan la enfermedad.
- También aplicar productos a los castaños que se encuentran cerca y de manera más amplia hacia la pendiente de la tierra para crear una zona tampón y evitar que el parásito se disperse en el suelo.



Figura 10.3 – Avaliação do efeito de substâncias ativas na proteção do castanheiro em relação à Doença da Tinta.
Evaluación del efecto de sustancias activas en la protección del castaño en relación a la tinta del castaño.

manifesta (geralmente no verão) e também na primavera seguinte, sempre em conformidade com o produto autorizado para esse efeito.

- No ano seguinte repetir os tratamentos
- Se a árvore não recuperou, destruir as raízes no próprio local e de preferência pelo fogo, evitando movimentações de solo e raízes (a madeira da parte aérea não transmite a doença).

A aparente simplicidade das ações exige no entanto um esforço de planeamento entre as organizações da produção e as entidades de I&D para encontrar e aplicar os produtos fitofarmacêuticos mais adequados e eficazes para o castanheiro. A avaliação das substâncias a utilizar deve ser baseada na experimentação realizada no castanheiro (Figura 10.3) e em toda a informação disponível relacionada com a eficácia das substâncias e dos métodos de aplicação.

Todas as medidas culturais aplicadas no souto relacionadas com adubações, gestão do solo e dos cobertos vegetais, escolha das variedades mais adequadas contribuirão para a vitalidade das árvores e proteção do castanheiro aos diferentes fatores de stress biológico e/ou ambiental.

A utilização de plantas híbridas resistentes à doença da tinta tanto como produtores diretos como porta enxertos é uma estratégia já disponível no mercado que deve ser considerada quando se trata de novas plantações.

Cancro do castanheiro

O cancro do castanheiro (ou cancro americano) é uma doença de quarentena (lista A2 OEPP) bem conhecida em fitopatologia e um exemplo clássico do desastre ecológico associado a um microrganismo fitopatogénico originário da Ásia que destruiu em 50 anos mais de 3,5 mil milhões de castanheiros americanos (*Castanea dentata* Marshall (Borkh) (Anagnostakis, 1987). Introduzido na Itália em 1938 revelou igualmente elevada virulência no castanheiro europeu (*Castanea sativa* Mill.). Teve uma rápida expansão em todos os locais onde foi introduzido provocando a morte a muitos milhares de castanheiro por toda a Europa.

- En general, aplicar al suelo cuando aparezca la enfermedad (generalmente en verano) y también en la primavera siguiente, siempre de acuerdo con el producto autorizado para este propósito.
- En el año siguiente, repetir los tratamientos.
- Si el árbol no se ha recuperado, destruir las raíces en el mismo lugar y preferiblemente con fuego, evitando el movimiento del suelo y las raíces (la madera de la parte aérea no transmite la enfermedad).

Sin embargo, la aparente simplicidad de las acciones requiere un esfuerzo de planificación entre las organizaciones de productores y las entidades de I+D para encontrar y aplicar los productos fitosanitarios más adecuados y efectivos para el castaño. La evaluación de las sustancias a utilizar debe basarse en la experimentación realizada en el castaño (Figura 10.3) y en toda la información disponible relacionada con la efectividad de las sustancias y los métodos de aplicación.

En una plantación, todas las medidas culturales aplicadas relacionadas con la fertilización, el manejo del suelo, la cubierta vegetal y la elección de las variedades más adecuadas contribuirán a la vitalidad de los árboles y la protección del castaño de diferentes factores de estrés biológico y/o ambiental.

El uso de plantas híbridas resistentes a la enfermedad de la tinta, tanto como productores directos como portainjertos, es una estrategia ya disponible en el mercado que debe considerarse cuando se trata de nuevas plantaciones.

Chancro del castaño

El chancro del castaño (o chancro americano) es una enfermedad de cuarentena (lista A2 OEPP) bien conocida en fitopatología y un ejemplo clásico del desastre ecológico asociado con un microorganismo fitopatógeno de Asia que destruyó más de 3,5 mil millones de castaños americanos (*Castanea dentata* Marshall (Borkh) en 50 años (Anagnostakis, 1987). Introducido en Italia en 1938, también mostró una alta virulencia en el castaño europeo (*Castanea sativa* Mill.). Tuvo una rápida expansión en todos los lugares donde se



Em Portugal tem desenvolvimento epidémico desde 1989. Está presente em todas as regiões de castanheiro com focos de maior ou menor extensão provocando elevados prejuízos e elevada mortalidade dos castanheiros (Gouveia et al., 2001. Bragança et al., 2007). O fungo é um organismo incluído nos Anexos II, III e IV da Diretiva 2000/29 CE relativa às medidas de proteção contra a introdução na Comunidade de organismos prejudiciais aos vegetais e produtos vegetais e contra a sua propagação no interior da Comunidade.

Descrição da doença

O fungo *Cryphonectria parasita* (Murril) Barr anteriormente designado por *Endothia parasitica* é o organismo responsável pelo cancro do castanheiro. É um fungo da micoflora natural dos castanheiros asiáticos, que embora com capacidade de infetar esses castanheiros, não adquire aí carácter epidémico. O fungo revelou-se muito virulento em *Castanea dentata* e também em *Castanea sativa* e em todos os híbridos (*Castanes crenata* x *Castanes sativa*) comercializados como resistentes à doença da tinta.

Os sintomas do cancro do castanheiro são muito característicos nos troncos e ramos, nos locais onde a infeção se instala (cancros). Os ramos mais jovens adquirem uma cor avermelhada e nos ramos de maior dimensão a casca fende sendo possível observar o micélio do fungo de cor esbranquiçada em forma de leque. Nas zonas necrosadas dos ramos observam-se as frutificações do fungo em forma de pequenas pontuações de cor amarelo alaranjada. Os cancros têm um crescimento muito rápido ocorrendo a morte dos ramos logo que o fungo circunda todo o perímetro dos tecidos corticais. As árvores ficam como que sinalizadas no souto (flagging) apresentando os ramos mortos as folhas e os ouriços aderentes. A presença dos cancros nos troncos enfraquece toda a árvore, em particular, quando a infeção ocorre na zona de inserção das pernadas. Não existem produtos nem medidas de prevenção culturais capazes de travar o avanço da doença e as árvores deixam de ser produtivas e acabam por morrer. Na Figura 10.4, apresentam-se algumas árvores com sintomas do cancro do castanheiro nos ramos e nos troncos.

introduziu causando la muerte a varios miles de castaños en toda Europa.

En Portugal ha tenido un desarrollo epidémico desde 1989. Está presente en todas las regiones de castaños con brotes de mayor o menor extensión que causan grandes pérdidas y alta mortalidad de castaños (Gouveia et al., 2001. Bragança et al., 2007). El hongo es un organismo de cuarentena en la lista A2 de la OPEP e incluído en los anexos II, III y IV de la Directiva 2000/29 CE sobre medidas de protección contra la introducción en la Comunidad de organismos nocivos para las plantas y productos vegetales y contra su propagación dentro de la Comunidad.

Descripción de la enfermedad

El hongo *Cryphonectria parasita* (Murril) Barr, anteriormente conocido como *Endothia parasitica*, es el organismo responsable del chancro del castaño. Es un hongo de la micoflora natural de los castaños asiáticos que, aunque es capaz de infectar a estos castaños, no adquiere un carácter epidémico allí. El hongo demostró ser muy virulento en *Castanea dentata* y también en *Castanea sativa* y en todos los híbridos (*Castanes crenata* x *Castanes sativa*) comercializados como resistentes a la enfermedad de la tinta.

Los síntomas del chancro del castaño son muy característicos en los troncos y ramas, en los lugares donde se instala la infección (chancros). Las ramas más jóvenes adquieren un color rojizo y en las ramas más grandes la corteza se divide, haciendo posible observar el micelio blanquecino del hongo en forma de abanico. En las áreas necróticas de las ramas, se observa la fructificación del hongo en forma de pequeños picos de color amarillo-naranja. Los chancros crecen muy rápidamente con la muerte de las ramas tan pronto como el hongo rodea todo el perímetro de los tejidos corticales. Los árboles son como marcados en el campo (flagging) con ramas muertas, hojas y erizos adheridos. La presencia de chancros en los troncos debilita todo el árbol, en particular, cuando la infección ocurre en el área donde se insertan las ramas principales. No existen productos o medidas de prevención culturales capaces de detener el progreso de la enfermedad y los árboles dejan de ser productivos



Disseminação da doença nos soutos

O cancro do castanheiro é uma doença associada a um organismo originário da Ásia. Em Portugal foi detetado em três locais distintos e quase em simultâneo em Valpaços, Bragança e Vinhais (Abreu, 1992). Dez anos depois a doença estava já disseminada por todos os locais de produção de castanheiro.

O fungo entra na árvore por feridas naturais ou resultantes de atividades culturais. Produz conídios em picnídios, que em tempo húmido são lançados para o exterior, envolvidos em substâncias gelatinosas, designadas por cirros (Figura 10.5). Em determinadas condições ambientais o fungo produz esporos em peritecas com ascósporos que liberta de forma “explosiva” nas correntes de ar que os transporta a grandes distâncias.

Todas as atividades culturais relacionadas com a poda, enxertia e corte de ramos potenciam a disseminação da doença. Em Portugal este fator teve muita importância no início da epidemia nos anos 90 uma vez que os agricultores não conheciam a doença e continuaram a realizar as atividades culturais no castanheiro de forma tradicional.

y terminan muriendo. En la Figura 10.4, se muestran algunos árboles con síntomas de cancro de castaño en las ramas y los troncos.

Difusión de la enfermedad

El cancro del castaño es una enfermedad asociada con un organismo de Asia que se introdujo en Portugal en material vegetal para plantar. En Portugal se detectó en tres lugares diferentes y casi simultáneamente en Valpaços, Bragança y Vinhais (Abreu, 1992). Diez años después, la enfermedad ya estaba muy extendida en todas las regiones de producción de castaña.

El hongo accede al árbol a través de heridas naturales o como resultado de actividades culturales. Produce conidios en picnidio, que en climas húmedos son arrojados, envueltos en una sustancia gelatinosa, llamada cirro (Figura 10.5). En ciertas condiciones ambientales, el hongo produce esporas en peritecas con ascosporas que libera “explosivamente” en las corrientes de aire que los transporta a grandes distancias.

Todas las actividades culturales relacionadas con la poda, el injerto y el corte de ramas benefician la propaga-

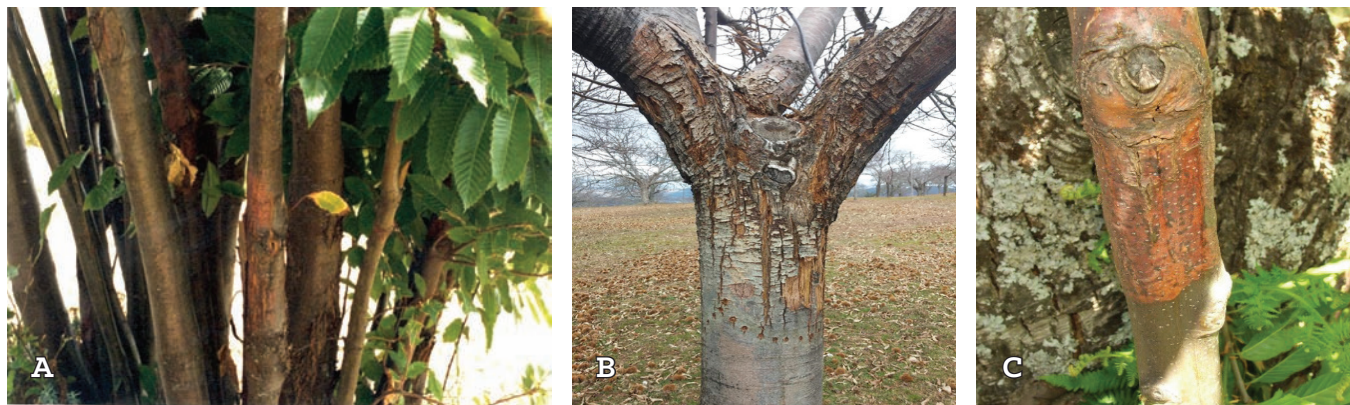


Figura 10.4 – Síntomas do Cancro do Castanheiro.

A) Cancro extensivo no tronco; **B)** cancrios em ramos jovens; **C)** cancro associado a um corte.

Síntomas del cancro del castaño.

A) Chancro extendido en el tronco; **B)** chancros en ramas jóvenes; **C)** chancro asociado a un corte.



Tratamento do cancro do castanheiro por hipovirulência – um método de luta biológico muito eficaz

Não se conhecem substâncias capazes de travar o desenvolvimento da doença e todos os meios de mitigação se têm revelado de reduzida eficácia. A hipovirulência, meio de luta biológica, é a forma mais eficaz, na Europa, para travar a doença. A hipovirulência é um mecanismo molecular de redução da agressividade do fungo parasita e foi identificada por Grente & Sauret na Itália em 1969 e aplicada em programas de experimentação desde os anos 80 em França (Robin *et al.*, 2000). O método mostrou elevada eficácia levando à cicatrização dos cancos e recuperação completa dos castanheiros atacados. O mecanismo molecular da hipovirulência foi mais tarde associado à presença no fungo parasita de material genético (dsRNA) identificado atualmente como um vírus da família Hypoviridae e que inclui um único género denominado *Hypovirus*. Os *Hypovirus* multiplicam-se apenas no fungo hospedeiro (*C. parasitica*) não possuem uma fase exterior ao fungo, não produzem metabolitos, e

ción de la enfermedad. En Portugal, este factor fue muy importante al comienzo de la epidemia en los años 90, ya que los agricultores no sabían sobre la enfermedad y continuaron realizando actividades culturales en el castaño de manera tradicional.

Tratamiento del chancro del castaño por hipovirulencia: un método de lucha biológica muy eficaz

No se conocen sustancias capaces de detener el desarrollo de la enfermedad y todos los medios de mitigación han demostrado ser de baja efectividad. La hipovirulencia, un medio de control biológico, es la forma más efectiva en Europa para detener la enfermedad. La hipovirulencia es un mecanismo molecular para reducir la agresividad del hongo parásito y fue identificado por Grente & Sauret en Italia en 1969 y aplicado en programas experimentales desde la década de 1980 en Francia (Robin *et al.*, 2000). El método mostró una alta eficiencia, lo que condujo a la curación del chancro y la recuperación completa de los castaños ataca-

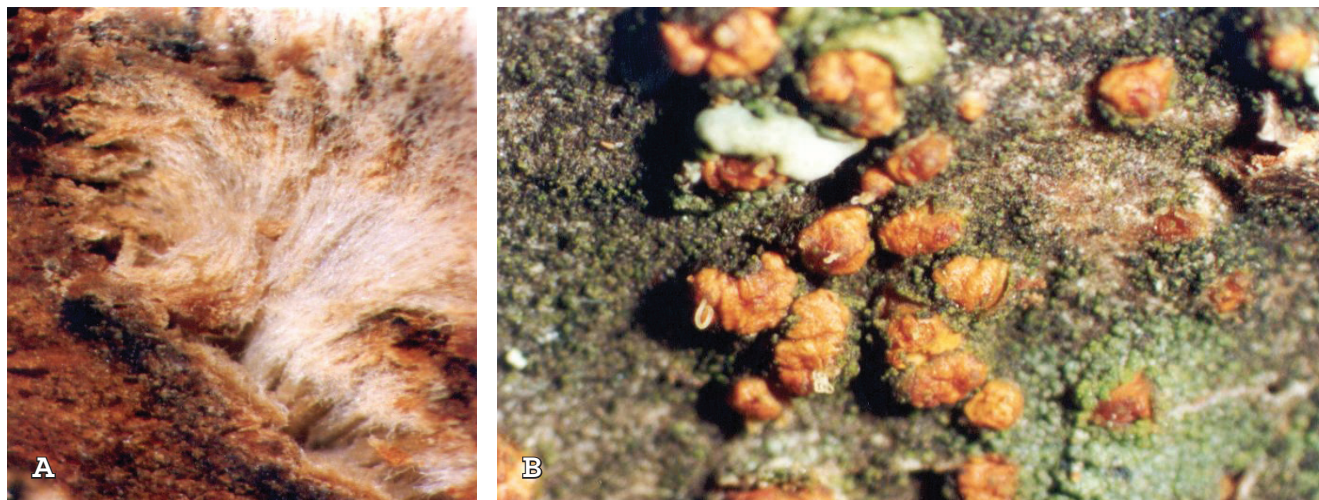


Figura 10.5 – *Cryphonectria parasitica* em castanheiro.

A) micélio em forma de leque; **B)** picnidios com libertação dos esporos em tempo húmido.

Cryphonectria parasitica en castaño. **A)** micelio en forma de abanico; **B)** picnidios con liberación de esporas en tiempo húmido.

somente são transmitidos das estirpes hipovirulentas para as estirpes agressivas por anastomose das hifas (Anagnostakis, 1987).

Para que a anastomose entre hifas ocorra é necessário que sejam geneticamente compatíveis, ou seja, que sejam do mesmo grupo de compatibilidade vegetativa (VCG). A existência de vários grupos de compatibilidade vegetativa é o fator condicionante da realização com sucesso deste meio de luta biológico.

O trabalho continuado de identificação da estrutura da população virulenta de *C. parasita* assim como a caracterização biológica e molecular dos isolados hipovirulentos obtidos na região (Gouveia et al., 2010) possibilitou a introdução da Hipovirulência como meio de luta preferencial para tratamento do cancro do castanheiro em Portugal.

Em Portugal a autorização da aplicação do método para tratamento dos cancros baseia-se na concretização do protocolo entre o Instituto Politécnico de Bragança/CIMO e Ministério da Agricultura (DGAV). O protocolo entre o Instituto Politécnico de Bragança e a DGAV estabelece as normas e as obrigações das diferentes entidades que participam no programa.

Em Espanha o tratamento é autorizado pelas Juntas Autonómicas e executado pelo serviços agrícolas ou florestais das regiões: Em Castilha e Leon o tratamento do cancro foi considerado oficialmente de utilidade pública (MAM/1525/2005, de 16 de novembro, que estabelece o programa para o seu controlo e erradicação) sendo o tratamento do cancro do castanheiro por Hipovirulência coordenados e realizados diretamente pela “Consejería” do Meio Ambiente da respetiva junta.

Em França a aplicação é realizada pelo esquema que foi adotado em Portugal em que a entidade coordenadora é em França o INRA (*Institut National de la Recherche Agronomique*) e o bioproduto Biotisa.

O tratamento dos cancros é realizado por introdução das estirpes hipovirulentas compatíveis por “furos” ou por “pincelagem” conforme o indicado na Figura 10.6.

Em Portugal o bioproduto para o tratamento dos can-

dos. El mecanismo molecular de la hipovirulencia se asoció más tarde con la presencia en el hongo parásito de material genético (dsRNA) actualmente identificado como un virus de la familia Hypoviridae y que incluye un solo género llamado *Hypovirus*. Los *Hypovirus* se multiplican solo en el hongo huésped (*C. parasítica*) no tienen una fase fuera del hongo, no producen metabolitos y solo se transmiten de cepas hipovirulentas a cepas agresivas por anastomosis de hifas (Anagnostakis, 1987).

Para que ocurra la anastomosis entre hifas, es necesario que sean genéticamente compatibles, es decir, que pertenezcan al mismo grupo de compatibilidad vegetativa (VCG). La existencia de varios grupos de compatibilidad vegetativa es el factor condicionante para la realización exitosa de este medio de lucha biológica.

El trabajo continuo para identificar la estructura de la población virulenta de *C. parasítica* así como la caracterización biológica y molecular de los aislados hipovirulentos obtenidos en la región (Gouveia et al., 2010) hicieron posible introducir la hipovirulencia como el medio preferido de lucha para el tratamiento del chancho del castaño.

En Portugal, la autorización para aplicar el método para tratar el chancho se basa en la implementación del protocolo entre el Instituto Politécnico de Bragança / CIMO y el Ministerio de Agricultura (DGAV). El protocolo entre el Instituto Politécnico de Bragança y el DGAV establece las reglas y obligaciones de las diferentes entidades que participan en el programa.

En España, el tratamiento está autorizado por las Comunidades Autónomas y llevado a cabo por los servicios agrícolas o forestales de las regiones: en Castilla y León, el tratamiento del chancho se consideró oficialmente de beneficio público (MAM / 1525/2005, de 16 de noviembre, que establece el programa para su control y erradicación) con el tratamiento del chancho del castaño por hipovirulencia coordinado y llevado a cabo directamente por la Consejería de Medio Ambiente de la comunidad respectiva.

En Francia, la aplicación se lleva a cabo mediante el esquema que se adoptó en Portugal, donde la entidad coordinadora se encuentra en Francia INRA (*Institut National de la*



cros denomina-se Dictis, devendo ser aplicado nos cancos ativos existentes nos troncos e ramos do castanheiro e nunca como produto preventivo. Não é necessário retirar do castanheiro os tecidos afetados pelo cancro e pode ser aplicado por “furos” ou por “pincelagem”. Garantir ainda que a aplicação inclua a zona sã mas o mais próximo possível da zona doente.

A aplicação por pincelagem é de execução mais simples e tem proporcionado a cicatrização mais rápida dos cancos.

O resultado do tratamento com o bioproducto Dictis não é imediato, sendo necessário esperar algum tempo para exercer a sua ação curativa.

A primeira indicação da eficácia do tratamento é não existir crescimento da infeção para o exterior da zona tratada. Com o tempo o cancro cicatriza completamente e o castanheiro recupera.

No “Programa de luta biológica para tratamento do

Recherche Agronomique) y el bioproducto inicialmente se llama Endothia Bioprox y actualmente Biotisa.

El tratamiento de los cancos se lleva a cabo mediante la introducción de cepas hipovirulentas compatibles mediante “agujeros” o mediante “cepillado” como se indica en la Figura 10.6.

Dictis se aplica a cancos activos en los troncos y ramas de castaño y nunca como un producto preventivo. No es necesario eliminar los tejidos afectados por el cancro del castaño y puede aplicarse mediante “agujeros” o “cepillado”. Es necesario asegurar que la aplicación incluya el área saludable pero lo más cerca posible del área enferma. El cepillado es más sencillo de realizar y ha proporcionado una curación más rápida de los cancos. El resultado del tratamiento con el bioproducto Dictis no es inmediato, y es necesario esperar un tiempo para que ejerza su acción curativa. La primera indicación de la efectividad del tratamiento



Figura 10.6 – Métodos de aplicação das estirpes hipovirulentas (Dictis).

Aplicação por furos: 1 – Identificar a extremidade do cancro (zona entre o tecido são e o tecido doente). 2 – Fazer furos à volta do cancro de 2 em 2 cm. Com a ajuda de uma micropipeta (fornecida) colocar o produto em cada um dos orifícios.

Aplicação por pincelagem: 1 – Com um objeto cortante fazer pressão para obter feridas pouco profundas na extremidade do cancro (zona entre o tecido são e o tecido doente). 2 – Com um pincel (trincha) aplicar o produto em toda a superfície escarificada.

Métodos de aplicación de las estirpes hipovirulentas (Dictis).

Aplicación mediante agujeros: 1.- Identificar la extremidad del chancro (zona entre el tejido sano y el tejido enfermo). 2.- Hacer agujeros alrededor del chancro de 2 en 2 cm. Con ayuda de una micropipeta (proporcionada) colocar el producto en cada orificio.

Aplicación por pincelado: 1.- Con un objeto cortante hacer presión para obtener heridas poco profundas en la extremidad del chancro (zona entre el tejido sano y el tejido enfermo). 2.- Con un pincel (cepillo) aplicar el producto en toda la superficie escarificada.

cancro do castanheiro (*Cryphonectria parasitica*)” e na região de Trás-os-Montes e Beira Alta e até 2018 já foram tratados 32 053 castanheiros em 1800 parcelas e com a participação de 907 produtores de castanheiro.

No Minho com uma população mais dispersa dos castanheiros tem sido mais difícil concretizar a caracterização da população parasita do fungo virulento. A maior variabilidade VCG da população parasita tem dificultado a aplicação das estirpes hipovirulentas mas por outro lado a hipovirulência natural tem maior expressão nesta região do país.

O Programa de luta biológica para tratamento do cancro do castanheiro (*Cryphonectria parasitica*) como meio de luta preferencial, promove a utilização da luta biológica contra os inimigos das plantas reduzindo a utilização de produtos químicos e incentivando todas as práticas preconizadas pela Proteção Integrada. A aplicação dos princípios estratégicos da EU relacionadas com a proteção das plantas justifica todas as medidas adicionais de prevenção das infeções e de redução de inóculo como o corte de ramos mortos e proteção dos cortes realizados nas árvores em todas as operações culturais para garantir a redução de novos focos de infeção.

Perspetivas futuras

A globalização e a instabilidade climática trazem novos desafios para a sanidade do castanheiro com a emergência e/ou reemergência de novos e antigos fungos que agora se manifestam de forma epidémica e mais agressiva. De forma recorrente têm surgido situações de doenças nas folhas associadas a *Mycosphaerella maculiformis* (Pers) com queda precoce das folhas e acentuados prejuízos na produção de castanha (Anastácio et al., 2015) Também o fungo que provoca podridões nas castanhas, *Gnomoniopsis castanea*, tanto em pré como em pós colheita é uma situação sanitária emergente (Lione et al., 2005). Em Portugal inicialmente a situação não foi valorizada, quer ao nível da produção quer na distribuição, mas a situação é já muito frequente. Novos métodos de conservação da castanha e o estudo da bioeco-

es que no hay crecimiento de la infección hacia el exterior del área tratada. Con el tiempo, el chancro se cura por completo y el castaño se recupera.

En el “Programa de control biológico para el tratamiento del chancro del castaño (*Cryphonectria parasitica*)” y en la región de Trás-os-Montes y Beira Alta, se trataron 32.053 castaños en 1800 parcelas en 2018, con la participación de 907 productores de castaños.

En el Miño, con una población más dispersa de castaños, ha sido más difícil caracterizar la población parásita del hongo virulento. La mayor variabilidad de VCG de la población parasitaria ha obstaculizado la aplicación de cepas hipovirulentas, pero por otro lado, la hipovirulencia natural tiene una mayor expresión en esta región del país.

El programa de control biológico para el tratamiento del chancro del castaño (*Cryphonectria parasitica*) como medio de control preferencial, promueve el uso del control biológico contra los enemigos de las plantas, reduce el uso de productos químicos y fomenta todas las prácticas recomendadas por la protección integrada. La aplicación de los principios estratégicos de la UE relacionados con la protección de las plantas justifica todas las medidas adicionales para prevenir infecciones y reducir la inoculación, como cortar ramas muertas y proteger los cortes de árboles en todas las operaciones culturales para garantizar la reducción de nuevos brotes de infección.

Perspectivas futuras

La globalización y la inestabilidad climática traen nuevos desafíos para la salud del castaño con la aparición y/o resurgimiento de hongos nuevos y viejos que ahora se manifiestan de manera epidémica y más agresiva. Han ocurrido situaciones recurrentes de enfermedad foliar asociada con *Mycosphaerella maculiformis* (Pers) con caída temprana de la hoja y marcadas pérdidas en la producción de castañas (Anastácio et al., 2015). También el hongo que causa el pudrimiento en las castañas, *Gnomoniopsis castanea*, antes y después de la cosecha es una situación sanitaria emergente (Lione et al., 2005). Inicialmente, en Portugal la situación



logia dos parasitas e dos métodos de previsão e proteção são atividades em desenvolvimento para evitar os prejuízos na produção e em armazenamento.

no fue valorada, ni en términos de producción ni de distribución, pero la aparición ya es muy frecuente. Los nuevos métodos de conservación de la castaña y el estudio de la bioecología de los parásitos y de los métodos de previsión y protección son actividades en desarrollo para evitar pérdidas en la producción y el almacenamiento.

Bibliografia

Bibliografía

- Abreu, C., 1992. A hipovirulência como forma de luta natural contra o cancro do castanheiro. *Revista das Ciências Agrárias*, 15, 167–169.
- Anagnostakis, S.L., 1987. American Chestnut Blight: The Classical Problem of an Introduced Pathogen. *Mycologia*, 79, 23-37.
- Anastácio, D., Chicau, G., Costa, M.M., 2015. Antracnose do castanheiro *Mycosphaerella maculiformis* (Pers.) J.Schröt. http://geo.drapn.min-agricultura.pt/agri/archivos/folletos/1430219094_divulga%c3%87%c3%83o_2_2015_antracnose_do_castanheiro_janeiro_2015.pdf
- Bragança H., Simões S., Onofre N., Tenreiro R and Rigling D. 2007., *Cryphonectria parasitica* in Portugal - Diversity of vegetative compatibility types, mating types, and occurrence of hypovirulence. *Forest Pathology*, 37, 391-402.
- Erwin, D.C, Ribeiro, O.K., 1996. *Phytophthora Diseases Worldwide*. APS Press, The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota.
- Fernandes, C.T., 1955. A luta contra a “doença da tinta” nos soutos do Norte de Portugal e ensaios diversos para a sua maior eficiência e economia. Publicação dos Serviços Florestais Portugueses. Alcobça
- Gouveia, M.E, Cardoso P. and Monteiro ML., 2001. Incidence of chestnut blight and diversity of vegetative compatible types of *Cryphonectria parasitica* in Trás-os-Montes (Portugal). *Forest, Snow and Landscape Research*, 76: 387-390.
- Gouveia, M.E., 1993. Doença da Tinta do Castanheiro. Avaliação da resistência à *Phytophthora cinnamomi* Rands. Dissertação do Curso de Mestrado em Protecção Integrada. UT Lisboa – ISA, Lisboa
- Lione, G., Giordano, L., Sillo, F., Gonthier, P., 2015. Testing and modelling the effects of climate on the incidence of the emergent nut rot agent of chestnut *Gnomoniopsis castanea*. *Plant. Pathol.*, 64, 852–863. <http://dx.doi.org/10.1111/ppa.12319>.
- Robin C., Anziani C. and Cortesi P., 2000. Relationship between biological control, incidence of hypovirulence, and diversity of vegetative compatibility types of *Cryphonectria parasitica* in France. *Phytopathology*, 90, 730-737.
- Zentmyer, G. A., 1980. *Phytophthora cinnamomi* and Diseases it causes. Monograph nº 10. The American Phytopathological Society. St Paul, Minnesota, USA.





Pragas

Plagas

Ana Santos; Rosalina Marrão; Albino Bento

Introdução

O castanheiro é atacado por vários organismos prejudiciais que, pela sua atividade fitófaga, provocam estragos/prejuízos em diferentes partes da planta. De entre esses organismos, surgem com regularidade e importância económica a vespa-da-galha-do-castanheiro, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, o bichado-da-castanha, *Laspeyresia* (= *Cydia*) *splendana* e o gorgulho, *Curculio* (= *Balaninus*) *elephas* Gyllenhal (Bento et al., 2007; DGAV, 2017). Com importância secundária ou localizada (pragas secundárias), surgem algumas pragas de lepidópteros como *Pammene fasciana* L., *Cydia fagiglandana* Zeller e *Zeuzera pyrina* L. e o coleóptero *Xyleborus dispar* F., entre outros insetos e ácaros de menor importância económica.

Neste capítulo são descritas com mais pormenor as principais espécies de artrópodes que atacam o castanheiro e a castanha e de forma mais sumária algumas espécies com importância secundária que, em alguns casos, causam prejuízos significativos. Serão abordados aspetos da biologia, sintomatologia, fatores de limitação natural, estragos/prejuízos, monitorização e os meios de luta disponíveis.

Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu

A vespa-das-galhas-do-castanheiro, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (classe Insecta, ordem Hymenoptera, família Cynipidae), faz parte da Lista A2 da OEPP/EPPO e é considerado um dos organismos nocivos mais perigosos para as espécies do género *Castanea*. É originário da China e foi detetada pela primeira vez, em 2012, em Espanha

Introducción

El castaño es atacado por varios organismos nocivos que, debido a su actividad fitófaga, causan daños y perjuicios en diferentes partes de la planta. Entre estos organismos, aparecen con regularidad e importancia económica la avispa del castaño, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, el gusano del castaño, *Laspeyresia* (= *Cydia*) *splendana* y el gorgojo, *Curculio* (= *Balaninus*) *elephas* Gyllenhal (Bento et al., 2007; DGAV, 2017). Con importancia secundaria o localizada (plagas secundarias), existen algunas plagas de lepidópteros como *Pammene fasciana* L., *Cydia fagiglandana* Zeller y *Zeuzera pyrina* L. y el coleóptero *Xyleborus dispar* F., entre otros insectos y ácaros de menor importancia económica.

En este capítulo, las principales especies de artrópodos que atacan al castaño y a la castaña se describen con más detalle y de manera más resumida, algunas especies de importancia secundaria que, en algunos casos, causan daños significativos. Se abordarán aspectos de biología, sintomatología, factores de limitación natural, daños y perjuicios, monitorización y medios de control disponibles.

Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu

La avispa del castaño, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (clase Insecta, orden Hymenoptera, familia Cynipidae), forma parte de la Lista A2 de la OEPP/EPPO y se considera uno de los organismos nocivos más peligrosos para las especies del género *Castanea*. Es originario de China y se detectó por primera vez en 2012 en España y en 2014 en Portugal. Actualmente está presente en prácticamente to-

e em 2014, em Portugal. Atualmente encontra-se presente em praticamente todas as regiões produtoras de castanha. Tem-se verificado que a variedade Bouche de Bétizac apresenta alguma resistência natural a esta praga, não havendo formação de galhas, apenas leves deformações nas folhas (Perez et al., 2015). A variedade portuguesa Martainha aparenta ter menor sensibilidade à formação de galhas, embora recentemente comecem a aparecer algumas galhas nesta cultivar.

Biologia

A vespa-das-galhas-do-castanheiro apresenta apenas uma geração anual (Figura 11.1). Os primeiros adultos surgem no início de junho e continuam a emergir das galhas até meados de agosto, dependendo das condições climáticas da região. Este inseto reproduz-se por partenogénese, ou seja, não necessitam de machos para se reproduzirem (Bonsignore et al., 2019). Os adultos vivem cerca de 10 dias e durante esse período realizam a postura de cerca de 100 ovos, nos gomos do castanheiro. Na primavera seguinte, quando o castanheiro inicia a sua atividade vegetativa, as larvas hi-

das las regiones productoras de castaña. Se ha encontrado que la variedad Bouche de Bétizac tiene cierta resistencia natural a esta plaga, sin formación de agallas, solo leves deformaciones en las hojas (Pérez et al., 2015). La variedad portuguesa Martainha parece tener menos sensibilidad a la formación de agallas, aunque recientemente algunas agallas han comenzado a aparecer en este cultivar.

Biología

La avispa del castaño tiene una sola generación anual (Figura 11.1). Los primeros adultos aparecen a principios de junio y continúan emergiendo de las agallas hasta mediados de agosto, dependiendo de las condiciones climáticas de la región. Este insecto se reproduce por partenogénesis, es decir, no necesita machos para reproducirse (Bonsignore et al., 2019). Los adultos viven unos 10 días y durante este período ponen alrededor de 100 huevos en las yemas de los castaños. En la primavera siguiente, cuando el castaño comienza su actividad vegetativa, las larvas invernantes reanudan su desarrollo e inducen la formación de agallas, se alimentan de las agallas durante aproximadamente 30 a 40

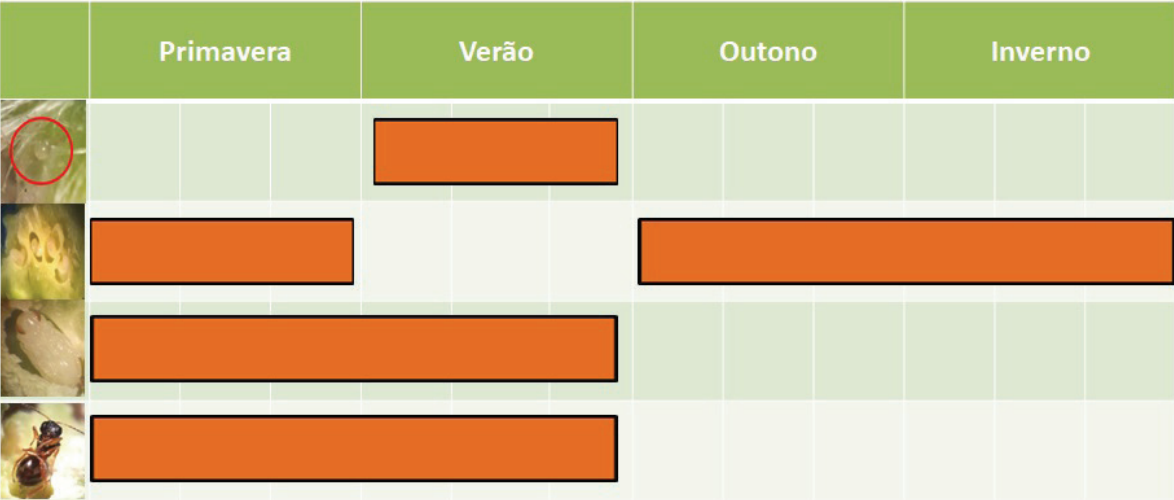


Figura 11.1 – Ciclo biológico da vespa-das-galhas-do-castanheiro, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu.
Ciclo biológico de la avispa del castaño, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu.



bernantes retomam o seu desenvolvimento e induzem a formação de galhas, alimentando-se dentro das galhas durante cerca de 30 a 40 dias, depois pupam. A pupação dura cerca de 15 dias. O período entre o início da formação das galhas e a emergência dos adultos tem a duração de 30 a 70 dias (Perez et al., 2015).

- **Ovos:** São de cor branca leitosa, ovais e medem entre 0,1 e 0,2 mm de comprimento (OEPP/EPPO, 2005).
- **Larvas:** são ápodas e podem chegar aos 2,5mm, tendo também uma coloração branca leitosa (OEPP/EPPO, 2005).
- **Pupas:** têm 3 estádios diferentes de desenvolvimento, ao longo dos quais a sua coloração vai escurecendo do branco leitoso até ao preto. Podem atingir 2,5 mm (OEPP/EPPO, 2005).
- **Adultos:** são de cor negra com as extremidades amareladas, podendo chegar a medir entre 2,5 e 3 mm. As antenas apresentam 14 artículos e a célula radial da asa anterior é aberta (OEPP/EPPO, 2005).

A dispersão deste inseto é feita através da circulação de plantas ou partes de plantas, a longas distâncias e por dispersão natural do inseto adulto, no máximo 25 km/ano. Segundo a DGAV (2014), a atividade deste inseto é favorecida por temperaturas entre os 25°-30°C, com temperaturas inferiores a 15°C esta atividade reduz bastante, tornando-se ausente a temperaturas abaixo dos 10°C.

Sintomatologia e Importância dos estragos

Entre início de abril e início de maio, quando o castanheiro inicia a sua atividade vegetativa e as larvas de *D. kuriphilus* retomam a sua atividade, surgem as galhas (Figura 11.2) que nos permitem através da observação visual confirmar a presença da praga. Os castanheiros atacados, durante o inverno apresentam galhas secas na sua copa, neste período, mesmo quando a percentagem de ataque é baixa, é possível identificar as árvores infestadas. A indução da formação de galhas prejudica o normal desenvolvimento do castanheiro, reduzindo o crescimento dos ramos e a frutificação, ocasionando perdas entre os 50 e

días y luego pupan. La fase de pupa dura unos 15 días. El período entre el comienzo de la formación de agallas y la aparición de adultos dura de 30 a 70 días (Perez et al., 2015).

- **Huevos:** son de color blanco lechoso, ovalados y miden entre 0,1 y 0,2 mm de longitud (OEPP / EPPO, 2005).
- **Larvas:** son ápodas y pueden alcanzar 2,5 mm, también tienen un color blanco lechoso (OEPP / EPPO, 2005).
- **Pupas:** tienen 3 etapas diferentes de desarrollo, durante las cuales su coloración va del blanco lechoso al negro. Pueden alcanzar 2,5 mm (OEPP / EPPO, 2005).
- **Adultos:** son de color negro con extremos amarillentos, y pueden medir entre 2,5 y 3 mm. Las antenas tienen 14 artículos y la celda radial del ala anterior es abierta (OEPP / EPPO, 2005).

La dispersión de este insecto se realiza a través de la circulación de plantas o partes de plantas, a largas distancias y por dispersión natural del insecto adulto, a lo sumo 25 km / año. Según la DGAV (2014), la actividad de este insecto se ve favorecida por temperaturas entre 25°-30°C, con temperaturas inferiores a 15°C esta actividad se reduce enormemente, quedando ausente a temperaturas inferiores a 10°C.

Síntomas e importancia del daño

Entre principios de abril y principios de mayo, cuando el castaño comienza su actividad vegetativa y las larvas de *D. kuriphilus* reanudan su actividad, aparecen las agallas (Figura 11.2) que nos permiten, a través de la observación visual confirmar la presencia de la plaga. Los castaños atacados, durante el invierno, tienen agallas secas en su copa, en este período, incluso cuando el porcentaje de ataque es bajo, es posible identificar los árboles infestados. La inducción de la formación de agallas deteriora el desarrollo normal del castaño, reduciendo el crecimiento de las ramas y la fructificación, causando pérdidas entre el 50 y el 80% de la producción de castañas después del cuarto año de ataque (Pérez et al., 2015).



os 80% da produção de castanhas a partir do 4º ano de ataque (Perez *et.al.*, 2015).

Fatores de limitação natural

De entre os fatores de mortalidade natural, os parasitoides autóctones tem ação importante na redução das populações da praga. Os parasitoides autóctones associados a *D. kuriphilus*, nos diferentes países, pertencem todos a cinco famílias (Eupelmidae, Torymidae, Eurytomidae, Pteromalidae e Ormyridae) da superfamília Chalcidoidea. Em Portugal, nos ensaios realizados pelo Instituto Politécnico de Bragança (IPB) e Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos (CNCFS) em quatro regiões do norte de Portugal, nomeadamente no Minho, Trancoso, Vinhais e Bragança, foram identificados indivíduos pertencentes ao género *Mesopolobus* sp e 12 espécies (*Eupelmus azureus* Nees, *Eupelmus urozonus* Dalman, *Eurytoma brunniventris* Ratzeburg, *Eurytoma setigera* Mayr, *Megastigmus dorsalis* Fabricius, *Ormyrus pomaceus*

Factores limitantes naturales

Entre los factores de mortalidad natural, los parasitoides nativos tienen una acción importante en la reducción de las poblaciones de la plaga. Los parasitoides nativos asociados con *D. kuriphilus*, en diferentes países, pertenecen a cinco familias (Eupelmidae, Torymidae, Eurytomidae, Pteromalidae y Ormyridae) de la superfamilia Chalcidoidea. En Portugal, en pruebas realizadas por el Instituto Politécnico de Bragança (IPB) y el Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos (CNCFS) en cuatro regiones del norte de Portugal, en Minho, Trancoso, Vinhais y Bragança fueron identificados individuos pertenecientes al género *Mesopolobus* sp y 12 especies (*Eupelmus azureus* Nees, *Eupelmus urozonus* Dalman, *Eurytoma brunniventris* Ratzeburg, *Eurytoma setigera* Mayr, *Megastigmus dorsalis* Fabricius, *Ormyrus pomaceus* Geoffroy, *Sycophila iracemae* Nieves Aldrey, *Sycophila variegata* Curtis, *Sycophila biguttata* Swederus *Torymus auratus* Müller, *Torymus notatus* Walker e *Torymus flavipes*



Figura 11.2 – Sintomatologia e estragos ocasionados pela vespa-das-galhas-do-castanheiro.
Sintomatología y daños ocasionados por la avispa del castaño.



Geoffroy, *Sycophila iracemae* Nieves Aldrey, *Sycophila variegata* Curtis, *Sycophila biguttata* Swederus *Torymus auratus* Müller, *Torymus notatus* Walker e *Torymus flavipes* Walker), também pertencentes às famílias atrás indicadas (Figura 11.3).

As taxas de mortalidade natural devida à ação dos parasitoides autóctones variam de ano para ano e de região para região, oscilando entre 18% e 59%. Os parasitoides que surgiram nestes locais de ensaio foram os mesmos, embora com percentagens diferentes quanto às taxas de parasitismo, como podemos verificar no quadro abaixo (Quadro 11.1). Estes parasitoides devido à sua inespecificidade tornam-se insuficientes na proteção contra esta praga, embora tenham um papel importante na redução da população de *D. kuriphilus* (Gibbs et al., 2011). Alguns estudos têm demonstrado que os soutos e castiçais que têm na sua área envolvente matas de carvalhos apresentam maior diversidade de parasitoides e taxas de parasitismo natural mais elevadas (Matosevic & Melika, 2013; Panzavolta et al., 2013).

Walker), también pertenecientes a las familias referidas (Figura 11.3).

Las tasas de mortalidad natural debido a la acción de los parasitoides autóctonos varían de un año a otro y de una región a otra, del 18% al 59%. Los parasitoides que aparecieron en estas áreas de ensayo fueron los mismos, aunque con diferentes porcentajes, ya que las tasas de parasitismo podemos ver en la tabla a continuación (Cuadro 11.1). Estos parasitoides, debido a su no especificidad, se vuelven insuficientes en la protección contra esta plaga, aunque juegan un papel importante en la reducción de la población de *D. kuriphilus* (Gibbs et al., 2011). Algunos estudios han demostrado que tanto los castaños cultivados como los castaños bravos que tienen bosques de robles en sus alrededores tienen una mayor diversidad de parasitoides y mayores tasas de parasitismo natural (Matosevic y Melika, 2013; Panzavolta et al., 2013).

Quadro 11.1 – Evolução das taxas de parasitismo nas regiões do Minho, Trancoso, Vinhais e Bragança.

Cuadro 11.1 – Evolución de las tasas de parasitismo en las regiones de Minho, Trancoso, Vinhais y Bragança.

Ano	MINHO	TRANCOSO	VINHAIS	Bragança
2015	59,3%			
2016	42,7%	18,8%		
2017	56,8%	47,5%		
2018	59,5%	51,7%	55,3%	38,0%
2019	36,4%	43,4%	45,8%	30,5%

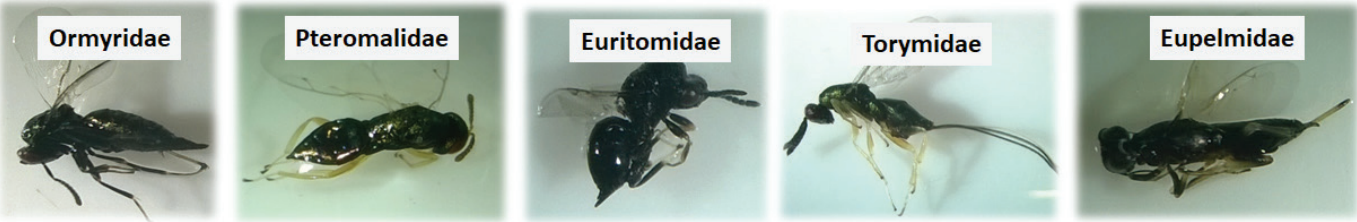


Figura 11.3 – Exemplos de parasitoides autóctones das diferentes famílias.
Ejemplares de parasitoides autóctonos de las diferentes familias.

Monitorização e estimativa do risco

A monitorização desta praga consiste na observação da totalidade da copa de pelo menos 3 a 5 árvores e determinação do nível de infestação, por observação visual da presença de galhas (0-10% de gomos atacados - Infestação inicial; 11-25% de gomos atacados - Infestação ligeira; 26-50% de gomos atacados - Infestação média; 51-80% de gomos atacados - Infestação grave; >80% de gomos atacados - Infestação muito grave). Com base na intensidade da infestação é programado o tratamento biológico em conformidade com as regras definidas pela Comissão de Acompanhamento, Prevenção e Combate à Vespa-das-galhas-do-castanheiro (DGAV, 2017). A monitorização realiza-se de agosto a abril, sendo que no período de inverno a presença de galhas torna-se mais evidente.

Meios de luta

Embora a vespa-das-galhas-do-castanheiro tenha sido identificada nos anos 50, os conhecimentos sobre a sua bioecologia e os meios de luta disponíveis são escassos na Europa. A luta cultural e a luta biológica continuam a ser atualmente as formas mais eficazes de combate a esta praga.

Como meios diretos de luta contra esta praga, recorre-se:

- **Luta cultural:** empregue apenas em plantas jovens, onde se procede à remoção e destruição das partes atacadas antes da emergência do inseto;
- **Luta biológica:** através da largada do parasitoide específico *Torymus sinensis* Kamijo (Hymenoptera: Torymidae) (Figura 11.4). Este tem sido o meio de luta mais eficaz contra a praga, embora não tenha uma ação imediata. *T. sinensis* é um parasitoide oriundo da China, pertence à superfamília Chalcidoidea e à ordem Hymenoptera e é específico de *D. kuriphilus* (Nieves-Aldrey et al., 2019). Tal como a vespa-das-galhas-do-castanheiro, o *T. sinensis* é univoltino, ou seja, apresenta uma única geração por ano. No final do inverno, o adulto após emergir das galhas do ano anterior, acasala e posteriormente a fêmea faz

Monitorización y estimación de riesgo

La monitorización de esta plaga consiste en observar la copa completa de al menos 3 a 5 árboles y determinar el nivel de infestación, mediante la observación visual de la presencia de agallas (0-10% de yemas atacadas - infestación inicial; 11-25% de yemas atacado - infestación leve; 26-50% de brotes atacados - infestación media; 51-80% de brotes atacados - infestación severa; > 80% de brotes atacados - infestación muy severa). En función de la intensidad de la infestación, el tratamiento biológico se programa de acuerdo con las normas definidas por la Comisión de Monitorización, Prevención y Lucha contra la Avispilla del Castaño (DGAV, 2017). La monitorización se lleva a cabo de agosto a abril siendo en el período de invierno cuando la presencia de agallas se hace más evidente.

Medios de lucha

Aunque la avisilla del castaño se identificó en la década de 1950, el conocimiento de su bioecología y los medios de control disponibles son escasos en Europa. La lucha cultural y biológica continúan siendo las formas más efectivas de combatir esta plaga hoy.

Como medio directo para combatir esta plaga, se recurre a:

- **Lucha cultural:** empleada solo en plantas jóvenes, donde las partes atacadas se eliminan y destruyen antes de que emerja el insecto;
- **Control biológico:** a través de la liberación del parasitoide específico *Torymus sinensis* Kamijo (Hymenoptera: Torymidae) (Figura 11.4). Este ha sido el medio más efectivo para combatir la plaga, aunque no tenga una acción inmediata. *T. sinensis* es un parasitoide de China, pertenece a la superfamilia Chalcidoidea y al orden Hymenoptera y es específico de *D. kuriphilus* (Nieves-Aldrey et al., 2019). Al igual que la avisilla del castaño, *T. sinensis* es univoltina, es decir, tiene una sola generación por año. Al final del invierno, el adulto, después de salir de las agallas del año anterior, se aparea y luego la hembra pone huevos en el interior de las agallas recién formadas. Los adultos viven unos



a postura no interior das galhas recém-formadas. Os adultos vivem cerca de 30 dias, alimentando-se dos açúcares das plantas. Nesse período, as fêmeas ovipositam cerca de 70 ovos. A larva de *T. sinensis*, sendo ectoparasita, alimenta-se da larva madura de *D. kuriphilus*. Durante o inverno pupa no interior da larva hospedeira (Nieves-Aldrey et al., 2019) (Figura 11.4).

O sucesso deste meio de luta depende do adequado conhecimento do ciclo biológico da praga, da oportunidade das largadas do inseto *T. sinensis*, das condições climáticas e de outros fatores de limitação natural da praga (EPPO, 2005). As largadas devem ser realizadas com boas condições climáticas e quando o castanheiro está no estado fenológico D / Dm (até ao aparecimento dos amentilhos), coincidindo com a fase em que as galhas já estão desenvolvidas (Figura 11.4), mas ainda não estão lenhificadas (Salvadori & Pedrazzolt, 2013).

30 días, alimentándose de azúcares vegetales. Durante este período, las hembras ponen alrededor de 70 huevos. La larva de *T. sinensis*, al ser ectoparásita, se alimenta de la larva madura de *D. kuriphilus*. Durante el invierno pupa dentro de la larva hospedadora (Nieves-Aldrey et al., 2019) (Figura 11.4).

El éxito de este medio de control depende del conocimiento adecuado del ciclo biológico de la plaga, de la adecuación de la liberación del insecto *T. sinensis*, las condiciones climáticas y otros factores de limitación natural de la plaga (EPPO, 2005). Las liberaciones deben realizarse en buenas condiciones climáticas y cuando el castaño está en estado fenológico D / Dm (hasta la aparición de los amentos), coincidiendo con la etapa en la que las agallas ya están desarrolladas (Figura 11.4), pero aún no están lignificadas (Salvadori y Pedrazzolt, 2013).



Figura 11.4 – Largada de de *Torymus sinensis* Kamijo.
Suelta de *Torymus sinensis* Kamijo

Após a largada, os agricultores não podem:

- cortar os ramos/galhas, pois o parasitoide *T. sinensis* emerge das galhas do ano anterior (galhas secas presentes no castanheiro);
- se podarem, devem deixar os ramos finos com as galhas secas no souto;
- efetuar tratamentos químicos até início do verão, pois pode comprometer o sucesso deste meio de luta e a futura instalação deste parasitoide no nosso território;
- Não devem mobilizar os soutos até finais de abril.

- **Luta química:** Não existem meios de luta química homologados em Portugal ou em qualquer dos países onde a praga está presente.

Laspeyresia* (= *Cydia*) *splendana **(Hübner)**

O bichado-da-castanha, *Cydia splendana* L. é um lepidóptero da família Tortricidade, com uma geração anual, que ataca plantas do género *Castanea*, *Quercus*, *Fagus* e *Juglans* (Navarro, 2019). No caso do castanheiro, o bichado-da-castanha é a principal praga que ataca o fruto, provocando prejuízos que resultam da formação de pequenas galerias no interior do fruto, resultantes do desenvolvimento da lagarta, levando a perda do valor comercial do fruto.

Biologia

Durante o seu ciclo de vida passa por quatro estados de desenvolvimento: ovo, lagarta, pupa e adulto (borboleta). Os adultos (Figura 11.5) voam ao final da tarde, entre meados de julho e início de outubro. As fêmeas efetuam as posturas nas folhas do castanheiro, situadas próximas dos ouriços. A postura ocorre em 4 a 5 dias e cada fêmea pode pôr um máximo de 300 ovos (Pombo et al., 2018). Após duas ou três semanas, dá-se a eclosão das lagartas, que se dirigem para os ouriços, abrindo orifícios nas castanhas

Después de la liberación, los agricultores no pueden:

- cortar las ramas / agallas, ya que el parasitoide *T. sinensis* emerge de las agallas del año anterior (agallas secas presentes en el castaño);
- si podan, deben dejar las ramas delgadas con las agallas secas en el soto;
- llevar a cabo tratamientos químicos hasta el comienzo del verano, ya que puede comprometer el éxito de este medio de lucha y la futura instalación de este parasitoide en nuestro territorio;
- No deben movilizar las plantaciones hasta finales de abril.

- **Control químico:** no existen métodos de control químico aprobados en Portugal ni en ninguno de los países donde la plaga está presente.

Laspeyresia* (= *Cydia*) *splendana **(Hübner)**

El gusano del castaño, *Cydia splendana* L. es un lepidóptero de la familia Tortricidade, con una generación anual, que ataca a las plantas del género *Castanea*, *Quercus*, *Fagus* y *Juglans* (Navarro, 2019). En el caso del castaño, el gusano es la principal plaga que ataca al fruto, causando daños que resultan de la formación de pequeñas galerías dentro del fruto, como resultado del desarrollo de la oruga, lo que lleva a la pérdida del valor comercial del fruto.

Biología

Durante su ciclo de vida, pasa por cuatro etapas de desarrollo: huevo, oruga, pupa y adulto (mariposa). Los adultos (Figura 11.5) vuelan al final de la tarde, entre mediados de julio y principios de octubre. Las hembras ovipositan sobre las hojas de castaño, ubicadas cerca de los erizos. La puesta ocurre en 4 a 5 días y cada hembra puede poner un máximo de 300 huevos (Pombo et al., 2018). Después de dos o tres semanas, las orugas salen del huevo y se dirigen



e penetrando no seu interior. As lagartas, no interior das castanhas, abrem galerias à medida que se vão alimentando do fruto (Pombo et al., 2018), demorando o seu desenvolvimento 35 a 45 dias. Após este período, as lagartas saem da castanha, enterram-se no solo, onde passam uma parte do seu ciclo de vida, em forma de lagarta e posteriormente em pupa (Soares, 2008).

- **Ovo:** de cor branca, mas no final de alguns dias apresentam um anel vermelho-púrpura/alaranjado no centro e medem entre 0,55 a 0,72 mm de comprimento.
- **Lagarta:** desenvolvem-se ao longo de cinco estádios, possuem uma coloração branca translúcida nos primeiros instares, adquirindo um comprimento de 12 a 16 mm, no último estágio.
- **Pupa:** de cor castanho-escuro e com 9 a 11 mm de

a los erizos, abriendo agujeros en las castañas y penetrando en su interior. Las orugas, dentro de las castañas, abren galerías mientras se alimentan del fruto (Pombo et al., 2018), demorando su desarrollo de 35 a 45 días. Después de este período, las orugas abandonan la castaña, se entierran en el suelo, donde pasan parte de su ciclo de vida, en forma de oruga y más tarde en pupa (Soares, 2008).

- **Huevo:** de color blanco, pero después de unos días tienen un anillo rojo-púrpura / naranja en el centro y miden entre 0,55 y 0,72 mm de longitud.
- **Oruga:** se desarrolla en cinco etapas, tiene un color blanco translúcido en los primeros estadios, adquiere una longitud de 12 a 16 mm, en la última etapa.
- **Pupa:** color marrón oscuro y 9 a 11 mm de largo, abdomen con dos hileras transversales de espinas cortas y gruesas.

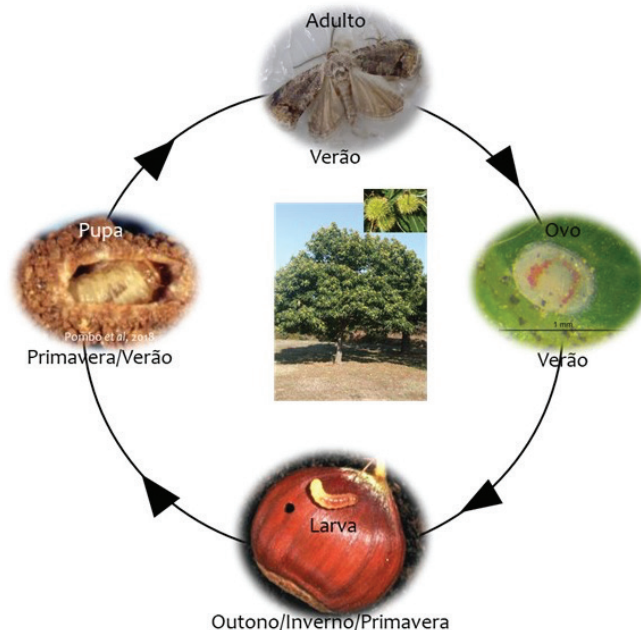


Figura 11.5 – Ciclo de vida bichado-da-castanha, *Cydia splendana* L.
Ciclo de vida del gusano del castaño, *Cydia splendana* L.

comprimento, abdómen com duas filas transversais de espinhos curtos e grossos.

- **Adulto:** é uma borboleta com envergadura de 14 a 22 mm. A coloração nas asas anteriores nos adultos pode variar entre tons de pardo-escuro e cinzento-acastanhados com a forma basal bem diferenciada ou ter asas anteriores castanhas-escuras uniformes, sem corpo basal distinto.

Sintomatologia e Importância dos estragos

Após a eclosão, a lagarta penetra nos frutos em pleno desenvolvimento. O orifício de entrada, por ser muito fino, torna-se invisível na parte exterior, aparecendo só mais tarde um orifício circular de saída. Uma castanha nestas condições não se distingue facilmente duma sã, notando-se, contudo, uma depressão na base (disco da castanha) e uns ligeiros sulcos dirigidos da base para a ponta, caindo prematuramente.

O bichado-da-castanha é das pragas que mais prejuízos provocam na cultura do castanheiro. Os prejuízos resultam da formação de pequenas galerias no interior do fruto, decorrentes do desenvolvimento da lagarta, levando a perda do valor comercial do fruto, podendo os estragos atingir os 50% da produção, em variedades mais sensíveis (Bento, et al., 2007). Por outro lado, têm o interior destruído e cheio de excrementos, e com frequência apresentam fungos.

Fatores de limitação natural

Todas as fases de desenvolvimento da praga (ovo, lagarta, pupa ou adulto) são suscetíveis de ser atacada por inimigos naturais (parasitoides, predadores e organismos patogénicos). Existem alguns parasitoides de ovos, larvas e pupas, de *C. splendana*, referidos na Europa, como: *Ichneumonídeos Itopectis maculator* (Fabruicius), *Pristomerus vulnerator* (Panzer) e *Epirus ventricosus* (Tschek) os braconídeos da *Ascogaster quadridentatus* (Wesmael), *Phanerotoma dentata* (Panzer) e *Microdus tumidulus* (Nees); *Trichogramma* sp. e *Elachertus* sp.; e os dípteros taquinídeos *Bessa selecta* (Meigen) e *Zenillea roseanae* (Brauer e Bergenstamm) (Bogenschütz, 1991).

- **Adulto:** es una mariposa con una envergadura de 14 a 22 mm. La coloración en las alas anteriores en adultos puede variar entre tonos marrón oscuro y marrón grisáceo con una forma basal bien diferenciada o tener alas anteriores marrón oscuro uniformes, sin un cuerpo basal distinto.

Síntomas e importancia del daño

Después de la eclosión, la oruga penetra en los frutos en pleno desarrollo. El orificio de entrada, al ser muy delgado, se vuelve invisible en el exterior, apareciendo luego un orificio de salida circular. Una castaña en estas condiciones no se distingue fácilmente de una sana, sin embargo, es posible notar una depresión en la base (disco de la castaña) y pequeños surcos dirigidos desde la base hasta la punta, y cae prematuramente.

El gusano del castaño es una de las plagas que causan el mayor daño al cultivo de castaña. Las pérdidas resultan de la formación de pequeñas galerías dentro del fruto, como resultado del desarrollo de la oruga, lo que lleva a la pérdida del valor comercial del fruto, y el daño puede alcanzar el 50% de la producción, en variedades más sensibles (Bento, et al., 2007) Por otro lado, su interior está destruido y lleno de excrementos, y a menudo tienen hongos.

Factores limitantes naturales

Todas las etapas de desarrollo de la plaga (huevo, oruga, pupa o adulto) son susceptibles de ser atacadas por enemigos naturales (parasitoides, depredadores y organismos patógenos). Hay algunos parasitoides de huevos, larvas y pupas, de *C. splendana*, conocidos en Europa como: *Ichneumonídeos Itopectis maculator* (Fabruicius), *Pristomerus vulnerator* (Panzer) e *Epirus ventricosus* (Tschek) los braconídeos de la *Ascogaster quadridentatus* (Wesmael), *Phanerotoma dentata* (Panzer) y *Microdus tumidulus* (Nees); *Trichogramma* sp. y *Elachertus* sp.; y los dípteros taquinídeos *Bessa selecta* (Meigen) y *Zenillea roseanae* (Brauer y Bergenstamm) (Bogenschütz, 1991).



Monitorização e estimativa do risco

A monitorização dos adultos faz-se com recurso a armadilhas delta com feromona sexual. As armadilhas, três por local monitorizado, são distanciadas entre si em pelo menos 50 metros e colocadas no terço superior das árvores (Figura 11.6). Os adultos são contados semanalmente e a feromona substituída mensalmente. Com este procedimento, sabemos o período de voo da praga e quando atingem o pico de capturas.

Adicionalmente, deveremos fazer amostragem de folhas localizadas próximas dos ouriços, à razão de 10 folhas por árvore em 20 árvores. As folhas, colhidas de diferentes alturas da copa e orientações, são observadas à lupa binocular, para avaliar a intensidade de ataque.

Meios de luta

O combate ao bichado-da-castanha é difícil, dado passar a maior parte do seu ciclo de vida no interior do fruto ou enterrado no solo e pelas dificuldades devido ao tama-

Monitorización y estimación de riesgos.

La monitorización de adultos se realiza utilizando trampas delta con feromona sexual. Las trampas, tres por ubicación monitorizada, se separan al menos 50 metros y se ubican en el tercio superior de los árboles (Figura 11.6). Los adultos se cuentan semanalmente y la feromona se reemplaza mensualmente. Con este procedimiento, se conoce el período de vuelo de la plaga y cuándo alcanza el pico de capturas.

Además, deberíamos tomar muestras de las hojas ubicadas cerca de los erizos, a razón de 10 hojas por árbol en 20 árboles. Las hojas, cosechadas desde diferentes alturas de la corona y orientaciones, se observan con una lupa binocular, para evaluar la intensidad del ataque.

Medios de lucha

Es difícil combatir el gusano de la castaña, ya que pasa la mayor parte de su ciclo vital dentro del fruto o enterrado en el suelo y debido a las dificultades debido al tamaño de los castaños y a la pendiente de la mayoría de las plantaciones.

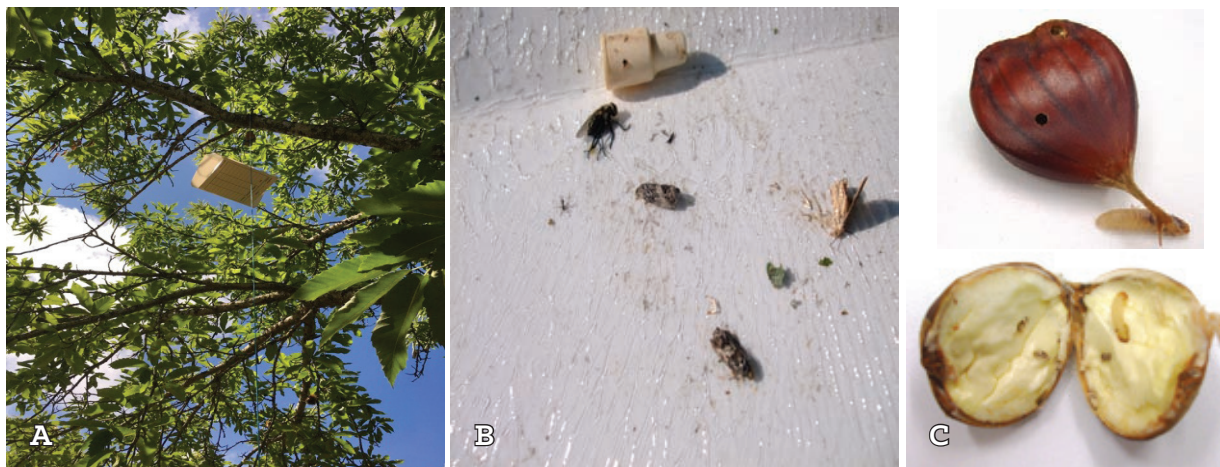


Figura 11.6 – Armadilha delta com feromona sexual (A), adultos de *Cydia splendana* (B), fruto com orifício de saída da larva de bichado-da-castanha (C em cima), fruto dissecado com presença de larva de bichado-da-castanha (C em baixo).

Trampa delta con feromona sexual (A), adultos de *Cydia splendana* (B), fruto con orificio de salida de la larva del gusano del castaño (C arriba), fruto desecado con presencia de larva del gusano del castaño (C debajo).

nho dos castanheiros e o declive da maioria dos soutos.

- **Medidas preventivas:** recolha periodicamente de frutos atacados e sua destruição, para evitar que as lagartas se enterrem no solo. A mobilização superficial do solo, a uma profundidade de 10-15 cm, durante a primavera é igualmente considerada uma medida preventiva, porque as pupas ficam expostas ao ataque de predadores.
- **Luta química:** em Portugal está autorizado, em usos menores, a substancia ativa tiaclopride. Caso se justifique recorrer a meios de luta química, o tratamento deverá ser efetuado imediatamente após o pico de voo, que normalmente ocorre em finais de agosto/início de setembro, próximo do fim da postura. O uso de inseticidas químicos deverá ser bem ponderado, dados os inconvenientes para ambiente, aplicadores e a possibilidades da praga desenvolver resistência, além da aplicação ocorrer próximo do período de colheita de cogumelos.

- **Medidas preventivas:** recolecte periódicamente los frutos atacados y destrúyalos para evitar que las orugas se entierren en el suelo. La movilización superficial del suelo, a una profundidad de 10-15 cm, durante la primavera también se considera una medida preventiva, porque las pupas están expuestas al ataque de los depredadores.
- **Control químico:** en Portugal, el principio activo tiacloprid está autorizado en usos menores. Si los medios de lucha química están justificados, el tratamiento debe llevarse a cabo inmediatamente después del pico del vuelo, que normalmente ocurre a fines de agosto / principios de septiembre, cerca del final del período de puesta. Se debe considerar cuidadosamente el uso de insecticidas químicos, dados los inconvenientes para el medio ambiente, los aplicadores y las posibilidades de que la plaga desarrolle resistencia, además de la aplicación que ocurre cerca del período de recogida de setas.

***Curculio (= Balaninus) elephas* Gyllenhal**

O gorgulho ou balanino-da-castanha (*Curculio* (= *Balaninus*) *elephas* Gyll.) é um coleóptero da família Curculionidae, com uma geração anual. Tem como hospedeiros as plantas que pertencem ao género *Castanea*, *Quercus* e mais raramente *Corylus*. No caso do castanheiro, o gorgulho é a segunda praga em termos de importância dos prejuízos, de entre as pragas carpófagas. Os prejuízos decorrem da formação de pequenas galerias no interior do fruto, resultantes do desenvolvimento da larva, levando a perda do valor comercial do fruto.

Biología

O gorgulho-da-castanha é uma espécie univoltina, podendo apresentar diapausa que pode ir até quatro anos (Serrano, et al., 2001; Navarro, 2019). Os adultos emergem em agosto e setembro, ocorrendo o acasalamento imediatamente após a sua emergência. Os primeiros ovos são

***Curculio (= Balaninus) elephas* Gyllenhal**

El gorgojo del castaño (*Curculio* (= *Balaninus*) *elephas* Gyll.) es un coleóptero de la familia Curculionidae, con una generación anual. Sus anfitriones son plantas que pertenecen al género *Castanea*, *Quercus* y, más raramente, *Corylus*. En el caso del castaño, los gorgojos son la segunda plaga en términos de importancia del daño, entre las plagas carpófagas. El daño resulta de la formación de pequeñas galerías dentro del fruto, como resultado del desarrollo de la larva, lo que lleva a la pérdida del valor comercial del fruto.

Biología

El gorgojo de la castaña es una especie de una sola generación anual, y puede tener una diapausa que puede durar hasta cuatro años (Serrano, et al., 2001; Navarro, 2019). Los adultos emergen en agosto y septiembre, y el apareamiento ocurre inmediatamente después de su aparición. Los primeros huevos son puestos de tres a cinco días



colocados, três a cinco dias após o acasalamento, de manhã ou ao final da tarde, sendo que cada fêmea coloca em média 30 a 50 ovos, ocorrendo a postura escalonadamente, durante duas a três semanas. Para realizar a postura, a fêmea introduz o rostro no ouriço, perfurando-o com o auxílio das mandíbulas, até encontrar um fruto, onde introduz um ovo com o ovíscapo. Em regra, cada fêmea coloca apenas um ovo por fruto. Contudo, várias fêmeas podem realizar a postura num mesmo fruto, o que na prática resulta na possibilidade de um fruto infestado possuir vários ovos desta espécie (Serrano, *et al.*, 2001).

Após o período de incubação (cerca de dez dias), surge a larva que se desenvolve no interior da castanha durante aproximadamente 40 dias. Após o período de desenvolvimento larvar, normalmente de outubro a novembro, faz um orifício no fruto através do qual sai caindo no solo. Posteriormente, hiberna no estado de larva do último instar no solo, onde constrói um habitáculo de terra comprimida, a uma profundidade de 10 a 70 cm (Serrano, *et al.*, 2001;).

A maioria das larvas pupam no ano seguinte, nos meses de julho e agosto, alcançando o estado adulto passadas duas semanas. Contudo, uma fração desta população pode permanecer em diapausa durante quatro anos (Vázquez *et al.*, 2000). O período do dia em que apresenta maior atividade é ao final da tarde, refugiando-se os adultos nas horas mais quentes no solo, debaixo da folhagem ou ramos caídos.

Durante o seu ciclo de vida passa por quatro estados de desenvolvimento: ovo, larva, pupa e inseto adulto (Figura 11.7).

- **Ovos:** são de forma oval, de cor branca e medem entre 0,4 a 0,5 mm de longitude. A fêmea introduz o ovo no interior dos frutos, escavando primeiro um orifício com a ajuda do seu rostro.
- **Larva:** são ápodas, de cor branca e com forma arqueada. Apresenta 4 estados larvares, e no final do 4 estado mede entre 7 a 12 mm de comprimento. Sai do fruto realizando orifícios circulares (cerca de 4 mm de diâmetro), um pouco maiores que os do bichado-da-castanha. Após sair do fruto enterra-se

después del apareamiento, por la mañana o al final de la tarde, y cada hembra pone un promedio de 30 a 50 huevos, de forma escalonada durante dos o tres semanas. Para llevar a cabo la colocación, la hembra introduce el rostro en el erizo, perforándolo con la ayuda de sus mandíbulas, hasta que encuentra un fruto, donde introduce un huevo con el ovíscapo. Como regla general, cada hembra pone solo un huevo por fruto. Sin embargo, varias hembras pueden poner en el mismo fruto, lo que en la práctica da como resultado la posibilidad de que un fruto infestado pueda tener varios huevos de esta especie (Serrano, *et al.*, 2001).

Después del período de incubación (aproximadamente diez días), surge la larva que se desarrolla dentro del castaño durante aproximadamente 40 días. Después del período de desarrollo larvario, generalmente de octubre a noviembre, hace un agujero en la fruta a través del cual cae al suelo. Posteriormente, inverna en el estado de larva de último estadio en el suelo, donde construye un compartimento de tierra comprimido, a una profundidad de 10 a 70 cm (Serrano, *et al.*, 2001;).

La mayoría de las larvas pupan al año siguiente, en los meses de julio y agosto, alcanzando el estado adulto tras dos semanas. Sin embargo, una fracción de esta población puede permanecer en diapausa durante cuatro años (Vázquez *et al.*, 2000). El período del día de mayor actividad es al final de la tarde, y los adultos se refugian en las horas más calurosas en el suelo, bajo el follaje o ramas caídas.

Durante su ciclo de vida se somete a cuatro etapas de desarrollo: huevo, larva, pupa e insecto adulto (Figura 11.7).

- **Huevos:** son de forma ovalada, de color blanco y miden entre 0,4 y 0,5 mm de largo. La hembra introduce el huevo en el fruto, primero cavando un agujero con la ayuda de su rostro.
- **Larva:** son ápodas, de color blanco y forma arqueada. Presenta 4 estados larvares, y al final de los 4 estados mide entre 7 y 12 mm de longitud. Sale del fruto haciendo agujeros circulares (de aproximadamente 4 mm de diámetro), ligeramente más grandes que los del gusano del castaño. Después de dejar la fruta, se entierra en el suelo, construyendo un



no solo construindo um compartimento onde passa o inverno.

- **Pupa:** são de cor branca e desenvolvem-se dentro do interior do compartimento onde passam o inverno.
- **Adulto:** mede entre 6 a 10 mm de longitude, tem forma oval e de cor amarelada. A sua principal característica é o seu rostro comprido.

Sintomatologia e importância dos estragos

Inicialmente o aspeto exterior da castanha atacada é idêntico ao da castanha sã. Contudo, a castanha é mais leve e com uma observação visual mais cuidada, poder-se-á detetar o reduzido orifício de entrada da larva. Ao abrir a castanha, encontra-se a galeria escavada pela larva repleta de excre-

compartimento donde pasa el invierno.

- **Pupa:** son de color blanco y se desarrollan dentro del compartimento donde pasan el invierno.
- **Adulto:** mide de 6 a 10 mm de largo, tiene forma ovalada y es de color amarillento. Su característica principal es su largo rostro.

Síntomas e importancia del daño

Inicialmente, la apariencia externa de la castaña atacada es idéntica a la de la castaña sana. Sin embargo, la castaña es más ligera y con una observación visual más cuidadosa, será posible detectar el pequeño orificio de entrada de la larva. Al abrir la castaña, se encuentra la galería excavada por las larvas llenas de excremento. Después de que la lar-

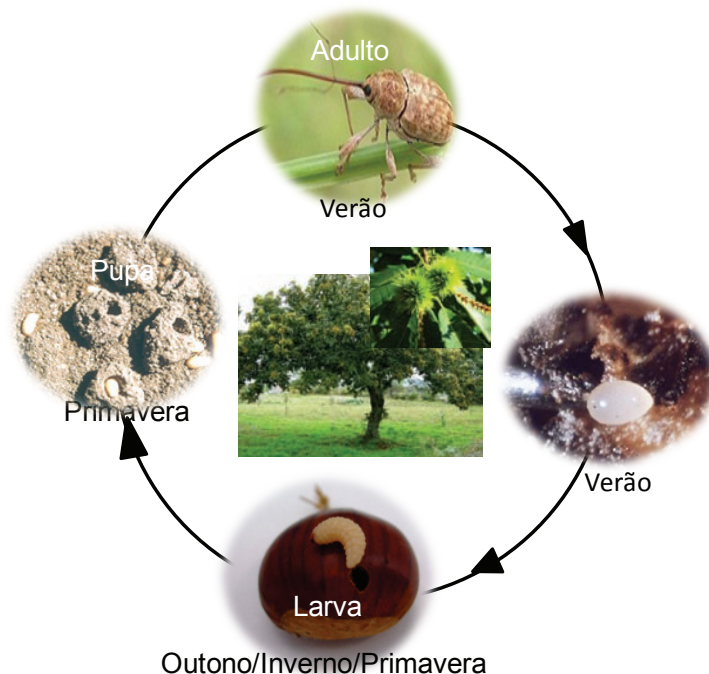


Figura 11.7 – Ciclo de vida do gorgulho, *Curculio elephas* Gyll.
Ciclo de vida del gorgojo, *Curculio elephas* Gyll.



mentos. Após a larva ter abandonado a castanha observa-se um orifício circular maior, cerca de 4 mm de diâmetro.

Os prejuízos devem-se essencialmente à alimentação das larvas no interior das castanhas. Em 2018 na região de Trás-os-Montes (Portugal) os estragos provocados por *C. elephas* foram variáveis, tendo-se registados valores entre 0 e 7% de castanha atacadas.

Fatores de limitação natural

O conhecimento sobre o papel dos parasitoides, predadores e organismos patogénicos, na limitação natural da praga são quase inexistentes. No entanto, foi identificado um fungo entomopatogénico, *Beauveria bassiana* em larva de gorgulho, a qual foi testada em laboratório com bons resultados (Romero, 2013).

Monitorização e estimativa do risco

A monitorização e estimativa do risco dos adultos do gorgulho é particularmente difícil, pois não existem armadilhas eficazes para a sua monitorização. Normalmente, a monitorização faz-se através “Técnica das pancadas”, que consiste em abanar ramos do castanheiro para saco entomológico ou através de armadilhas pitfall (Navarro, 2019). Contudo, este método tem-se revelado pouco eficaz.

Meios de luta

- **Luta cultural:** com o objetivo da redução dos níveis populacionais, podem ser adotadas as seguintes práticas culturais:
 - proceder à limpeza de infestantes e detritos orgânicos existentes no terreno que podem constituir locais de refúgio para a praga;
 - remover ou destruir os frutos atacados, que se encontram caídos no solo;
 - armazenar as castanhas em locais cimentados, para impedir que as pupas se enterrem no solo;
 - efetuar a mobilização do solo durante a Primavera para destruir as pupas no solo, evitando a realização de mobilizações profundas (superiores a 10-15cm), especial-

va ha dejado la castaña, se observa un orificio circular más grande, de aproximadamente 4 mm de diámetro.

Las pérdidas se deben principalmente a la alimentación de las larvas dentro de las castañas. En 2018, en la región de Trás-os-Montes (Portugal), el daño causado por *C. elephas* fue variable, con valores entre 1 y 7% de las nueces atacadas.

Factores limitantes naturales

El conocimiento sobre el papel de los parasitoides, depredadores y organismos patógenos en la limitación natural de la plaga es casi inexistente. Sin embargo, se identificó un hongo entomopatógeno, *Beauveria bassiana* en la larva del gorgojo, que se probó en el laboratorio con buenos resultados (Romero, 2013)

Monitorización y estimación de riesgos

La monitorización y estimación del riesgo del gorgojo adulto es particularmente difícil, ya que no existen trampas efectivas para ello. Normalmente, la monitorización se realiza a través de la “técnica de golpeo”, que consiste en sacudir las ramas del castaño a una bolsa entomológica o trampas de caída (Navarro, 2019). Sin embargo, este método ha demostrado ser poco eficaz.

Medios de lucha

- **Lucha cultural:** para reducir los niveles de población, se pueden adoptar las siguientes prácticas culturales:
 - limpiar las malas hierbas y los desechos orgánicos en el suelo que pueden constituir lugares de refugio para la plaga;
 - eliminar o destruir los frutos atacados caídos al suelo;
 - almacenar castañas en lugares cementados, para evitar que las pupas se entierren en el suelo;
 - movilizar el suelo durante la primavera para destruir las pupas en el suelo, evitando la movilización profunda (mayor de 10-15 cm), especialmente en las proximidades del tronco



mente na proximidade do tronco das árvores e sobretudo em regiões de risco de ocorrência da tinta do castanheiro;

- **Luta química:** em Portugal está autorizado, em usos menores, a substância ativa tiaclopride, devendo ser aplicado ao aparecimento da praga (agosto-setembro), altura em que o fruto está em crescimento.

***Pammene fasciana* L. e *Cydia fagiglandana* Zeller**

Pammene fasciana L. e *Cydia fagiglandana* (Zeller), são pragas que atacam, entre outras espécies florestais e agrícolas, o fruto do castanheiro (castanha), embora consideradas de importância secundária.

***Pammene fasciana* L.** (Lepidoptera: Tortricidae), tem uma coloração cinzenta escura, e apresenta de cor cinza mais escura no corpo. As asas traseiras são cinza acastanhadas e o adulto mede de 14-15 mm de comprimento.

Biologia

Os adultos surgem em meados de junho, decorrendo o seu voo até finais de setembro, coincidindo com a fase de floração e início de desenvolvimento dos frutos. A postura decorre entre início de julho e setembro, nas folhas do castanheiro (Serrano, et al., 2001). As lagartas, inicialmente de cor leitosa, com o desenvolvimento passam a rosada e depois acastanhadas. As lagartas, numa fase inicial alimentam-se das folhas e posteriormente penetram nos ouriços e nas castanhas das quais se alimentam durante o seu desenvolvimento (35 a 40 dias). Quando um ouriço jovem está destruído, dirigem-se a outro para continuar o seu desenvolvimento. No final do quinto estado de desenvolvimento, as lagartas abandonam os ouriços/castanhas para hibernar em fendas da casca do castanheiro. Entre meados de maio e o final de junho, dá-se a pupação e posterior emergência dos adultos (Serrano, et al., 2001).

del árbol y especialmente en regiones con riesgo de aparición de tinta del castaño;

- **Control químico:** en Portugal, el principio activo tiacloprid está autorizado en usos menores, y debe aplicarse con la aparición de la plaga (agosto-septiembre), cuando el fruto está creciendo.

***Pammene fasciana* L. y *Cydia fagiglandana* Zeller**

Pammene fasciana L. y *Cydia fagiglandana* (Zeller), son plagas que atacan, entre otras especies forestales y agrícolas, el fruto del castaño, aunque se consideran de importancia secundaria.

***Pammene fasciana* L.** (Lepidoptera: Tortricidae), tiene un color gris oscuro y un color gris más oscuro en el cuerpo. Las alas traseras son de color gris parduzco y el adulto mide 14-15 mm de longitud.

Biología

Los adultos aparecen a mediados de junio, su vuelo tiene lugar hasta finales de septiembre, coincidiendo con la fase de floración y el comienzo del desarrollo de la fruta. La colocación se realiza entre principios de julio y septiembre, en las hojas de castaño (Serrano, et al., 2001). Las orugas, inicialmente de color lechoso, se desarrollan de color rosa y luego marrón. Las orugas, en una fase inicial, se alimentan de las hojas y posteriormente penetran en los erizos y las castañas de las que se alimentan durante su desarrollo (35 a 40 días). Cuando un joven erizo es destruido, van a otro para continuar su desarrollo. Al final de la quinta etapa de desarrollo, las orugas abandonan a los erizos / castañas para invernar en grietas en la corteza del castaño. Entre mediados de mayo y finales de junio, pupan y posterior aparecen los adultos (Serrano, et al., 2001).



Importância dos estragos

Os estragos devem-se à queda prematura dos ouriços, que acarreta uma redução da colheita.

Estimativa do risco e meios de luta

A monitorização da faz-se recorrendo à instalação de três armadilhas delta com feromona sexual. As armadilhas devem ser colocadas no terço superior das árvores e distanciadas entre si cerca de 50 metros. Os adultos são contados semanalmente e a feromona substituída mensalmente. Com este procedimento, sabemos o período de voo da praga e quando atingem o pico de capturas.

- **Luta química:** em Portugal não existem meios de luta química homologados.

Cydia fagiglandana (Zeller) (Lepidoptera: Tortricidae), tem um comprimento de 13 a 19 mm e as asas anteriores apresentam estrias em forma de “espinha de peixe”. O macho tem umas manchas esbranquiçadas nas asas posteriores em direção à região anal.

Biologia

Os adultos surgem em meados de julho, decorrendo o seu voo até finais de setembro, início de outubro. A postura decorre entre finais de julho e setembro, nas folhas do castanheiro. As lagartas, de cor rosada, passam por cinco estados de desenvolvimento e tem vida endofítica, com uma duração de 30 a 40 dias. No final do quinto estado de desenvolvimento, as lagartas abandonam as castanhas para hibernar no solo ou em fendas da casca do castanheiro. Entre finais de maio e finais de julho, dá-se a pupação (Serrano, *et al.*, 2001).

Os adultos de *C. fagiglandana* apresentam um período de voo entre *P. fasciana* e *C. splendana*.

Importância dos estragos

C. fagiglandana é conhecida pelos prejuízos que provoca no castanheiro.

Importancia del daño

El daño se debe a la caída prematura de los erizos, lo que conduce a una reducción en la cosecha.

Estimación de riesgo y medios de control

La monitorización se lleva a cabo mediante la instalación de tres trampas delta con feromona sexual. Las trampas deben colocarse en el tercio superior de los árboles y espaciarse a unos 50 metros de distancia. Los adultos se cuentan semanalmente y la feromona se reemplaza mensualmente. Con este procedimiento, conocemos el período de vuelo de la plaga y cuándo alcanzan el pico de capturas.

- **Lucha química:** en Portugal no hay medios aprobados para la lucha química.

Cydia fagiglandana (Zeller) (Lepidoptera: Tortricidae), tiene una longitud de 13 a 19 mm y las alas anteriores tienen rayas en forma de “espinha de pescado”. El macho tiene manchas blanquecinas en las alas posteriores hacia el área anal.

Biología

Los adultos aparecen a mediados de julio, que vuelan hasta finales de septiembre, principios de octubre. La puesta se realiza entre finales de julio y septiembre, en las hojas del castaño. Las orugas, que son de color rosa, se someten a cinco etapas de desarrollo y tienen vida endofítica, con una duración de 30 a 40 días. Al final de la quinta etapa de desarrollo, las orugas dejan las castañas para pasar el invierno en el suelo o en grietas en la corteza del castaño. Pupan entre finales de mayo y finales de julio (Serrano, *et al.*, 2001).

Los adultos de *C. fagiglandana* tienen un período de vuelo entre *P. fasciana* y *C. splendana*.

Importancia del daño

C. fagiglandana es conocida por el daño que causa al castaño.



Estimativa do risco e meios de luta

A monitorização do adulto faz-se recorrendo à instalação de três armadilhas delta com feromona sexual. As armadilhas devem ser colocadas no terço superior das árvores e distanciadas entre si cerca de 50 metros. Os adultos são contados semanalmente e a feromona substituída mensalmente. Com este procedimento, sabemos o período de voo da praga e quando atingem o pico de capturas.

- **Luta química:** em Portugal não existem meios de luta química homologados.

Zeuzera pyrina L.

Zeuzera pyrina (Lepidoptera: Cossidae) é também conhecida por broca da madeira (Serrano, et al., 2001). As larvas deste lepidóptero causam estragos em várias árvores de fruto como a macieira, pereira, amendoeira e castanheiro. No caso do castanheiro, é considerada uma praga de importância secundária ou localizada.

Biologia

Este inseto apresenta dimorfismo sexual, nomeadamente nas antenas e os machos são ligeiramente mais pequenos. A cor do corpo dos adultos é semelhante nos dois sexos, as asas são brancas, o tórax amarelado com pontuações azuis metálicas (Serrano, et al., 2001).

A postura dos ovos ocorre no verão, agrupada e em número variável, em locais protegidos, tais como fissuras, feridas das árvores. Após incubação, que demora uma a três semanas, dependendo das temperaturas, as lagartas dirigem-se para os lançamentos ou tronco de jovens castanheiros e, perto das axilas das folhas ou ramos novos, escavam uma galeria. O inseto passa o inverno sob a forma de lagarta e na primavera reinicia a sua atividade, continuando a escavar a galeria uma secção circular. Ao alcançar o completo desenvolvimento, antes de pupar a lagarta expulsa a serradura e os excrementos. Normalmente, este inseto pupa perto do orifício de saída. Dependendo das condições climáticas da região, o inseto completa o ciclo biológico no período de um ou

Estimación de riesgo y medios de control

La monitorización de adultos se lleva a cabo utilizando tres trampas delta con feromona sexual. Las trampas deben colocarse en el tercio superior de los árboles y esparciarse a unos 50 metros de distancia. Los adultos se cuentan semanalmente y la feromona se reemplaza mensualmente. Con este procedimiento, sabemos el período de vuelo de la plaga y cuando alcanzan el pico de las capturas.

- **Lucha química:** en Portugal no hay medios aprobados para la lucha química.

Zeuzera pyrina L.

Zeuzera pyrina (Lepidoptera: Cossidae) también se conoce como barrenador de la madera (Serrano, et al., 2001). Las larvas de este lepidóptero causan daños en varios árboles frutales como el manzano, peral, almendro y castaño. En el caso del castaño, se considera una plaga de importancia secundaria o localizada.

Biología

Este insecto tiene dimorfismo sexual, particularmente en las antenas y los machos son ligeramente más pequeños. El color del cuerpo de los adultos es similar en ambos sexos, las alas son blancas, el tórax es amarillento con puntos metálicos azules (Serrano, et al., 2001).

La puesta de huevos ocurre en verano, agrupados y en número variable, en lugares protegidos, como grietas, heridas de árboles. Después de la incubación, que lleva de una a tres semanas, dependiendo de la temperatura, las orugas van al tronco del castaño y se liberan, y cerca de las axilas de las nuevas hojas o ramas cavan una galería. El insecto pasa el invierno en forma de oruga y en la primavera reanuda su actividad, continuando excavando la galería en una sección circular. Al alcanzar el desarrollo completo, antes de pupar, la oruga expulsa el serrín y excrementos. Por lo general, este insecto pupa cerca del orificio de salida. Dependiendo de las condiciones climáticas de la región, el insecto completa el ciclo biológico en el período de uno o dos años (una



dois anos (uma geração anual nas zonas mais quentes (Serrano, et al., 2001).

Importância dos estragos

Os estragos causados por *Z. pyrina* podem ser observados na parte terminal das plantas atacadas, nos lançamentos novos ou tronco de jovens castanheiros uma vez que estes secam a partir do ponto de penetração, sendo ainda visível serrim e excrementos. O inseto pode conduzir à debilidade da árvore, o que no caso de castanheiros novos pode obrigar ao corte da planta. Em casos extremos provoca a morte da árvore (Serrano, et al., 2001).

Estimativa do risco e meios de luta

Instalação de 3 armadilhas tipo funil com feromona. As armadilhas devem ser colocadas no terço superior das árvores.

Podem eliminar-se algumas lagartas com a introdução de um arame através das galerias existentes nos troncos, até se atingirem as lagartas. Para o castanheiro, não estão homologados meios de luta química.

Xyleborus díspar F.

O *Xyleborus díspar* F. (Figura 11.8) é um coleóptero pertencente à família dos curculionidae. É uma praga comum a várias espécies florestais, atacando sobretudo plantas debilitadas. Nos últimos anos, têm sido observados o inseto a atacar o castanheiro, especialmente plantas jovens e sãs e, por vezes a causar a morte da planta.

Biologia

Na Primavera, quando as temperaturas diurnas rondam os 20° C, os insetos adultos iniciam a sua atividade. Depois do acasalamento e ainda dentro da galeria, a fêmea sai do refúgio de inverno e procura um local apropriado para aí depositar os ovos (cerca de 50). Assim que encontra o local desejado, perfura perpendicularmente o tronco até pouco abaixo da casca, atingindo o xilema. Nesta altura muda de direção, formando um anel em torno do ramo, escavando,

generación anual en las zonas más cálidas (Serrano, et al., 2001).

Importancia del daño

El daño causado por *Z. pyrina* se puede observar en la parte terminal de las plantas atacadas, en los brotes nuevos o en el tronco del castaño joven, ya que se secan desde el punto de penetración, con serrín y excremento aún visibles. El insecto puede conducir a la debilidad del árbol, que en el caso de los castaños jóvenes puede requerir cortar la planta. En casos extremos, hace que el árbol muera (Serrano, et al., 2001).

Estimación de riesgo y medios de control.

Instalación de 3 trampas de embudo con feromona. Las trampas deben colocarse en el tercio superior de los árboles.

Algunas orugas se pueden eliminar con la introducción de un alambre a través de las galerías en los troncos, hasta llegar a las orugas. Para el castaño, no se han aprobado medios de control químico.

Xyleborus díspar F.

Xyleborus díspar F. (Figura 11.8) es un coleóptero perteneciente a la familia curculionidae. Es una plaga común a varias especies forestales, que ataca principalmente a las plantas debilitadas. En los últimos años, se ha observado que el insecto ataca el castaño, especialmente las plantas jóvenes y sanas y, a veces, causa la muerte de la planta.

Biología

En primavera, cuando las temperaturas diurnas rondan los 20°C, los insectos adultos comienzan su actividad. Después del apareamiento y aún dentro de la galería, la hembra abandona el refugio de invierno y busca un lugar apropiado para poner sus huevos (alrededor de 50). Tan pronto como encuentra la ubicación deseada, perfora el tronco perpendicularmente hasta justo debajo de la corteza, llegando al xilema. En este punto, cambia de dirección, formando un



posteriormente, galerias que partem do anel para cima e para baixo.

Nestas galerias sem saída deposita os ovos, dos quais ao fim de poucos dias sairão larvas esbranquiçadas. Estas larvas vão-se desenvolver nutrindo-se com um fungo (bolor) do grupo das Ambrosias, que cresce nas paredes destas galerias, e que é “semeado e cultivado” pela fêmea. Nos meses mais quentes (julho/agosto) surgem os novos adultos que irão passar o Outono e Inverno nas galerias, delas saindo na Primavera seguinte. Esta praga apresenta apenas uma geração por ano (Sofia et al., 2009) (Figura 11.8).

Importância dos estragos

No que respeita a estragos, a destruição dos vasos xilémicos e a consequente interrupção da circulação da seiva, conduzem à debilidade da planta que será tanto mais intensa quanto maior for a intensidade do ataque e o “stress” a que a planta esteja sujeita.

anillo alrededor de la rama, posteriormente excavando galerías que salen del anillo hacia arriba y hacia abajo.

En estas galerías sin salida ponen los huevos, de los cuales emergerán larvas blanquecinas después de pocos días. Estas larvas se desarrollarán alimentándose con un hongo (moho) del grupo de las Ambrosias, que crece en las paredes de estas galerías y que la hembra “siembra y cultiva”. En los meses más cálidos (julio / agosto) emergen los nuevos adultos que pasarán el otoño y el invierno en las galerías, dejándolos en la primavera siguiente. Esta plaga tiene solo una generación por año (Sofia et al., 2009) (Figura 11.8).

Importancia del daño

Con respecto al daño, la destrucción de los vasos xilemáticos y la consiguiente interrupción de la circulación de la savia, conducen a la debilidad de la planta, que será más intensa cuanto mayor sea la intensidad del ataque y el “estrés” al que está sometida la planta.

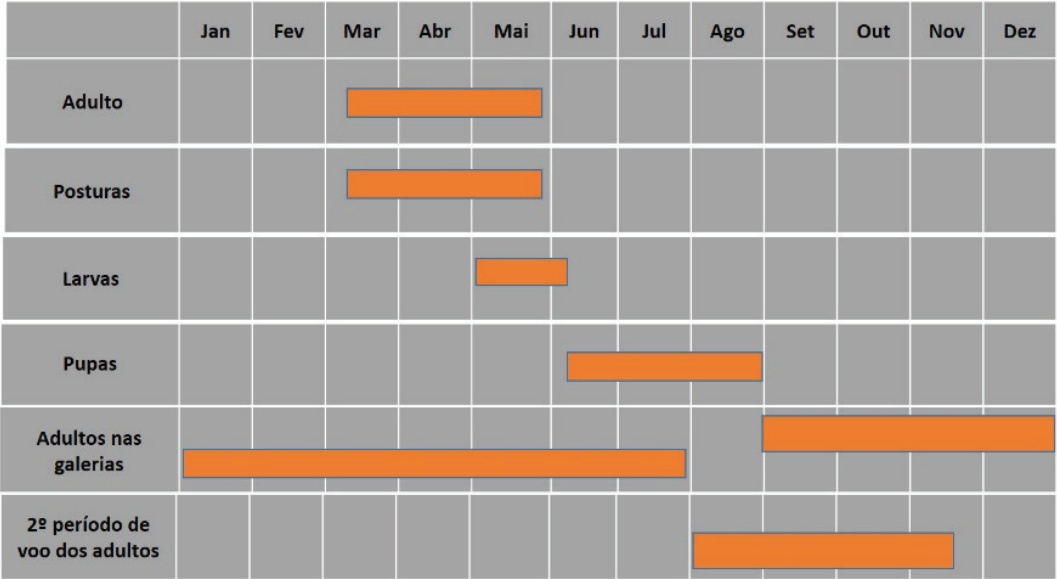


Figura 11.8 – Ciclo de vida de *Xyleborus díspar* F. (adaptado de DGRF, 2007).
Ciclo de vida de *Xyleborus díspar* F. (adaptado de DGRF, 2007).



As árvores atacadas tornam-se menos resistentes ao vento e é frequente ver árvores jovens morrerem depois de um ataque severo desta praga.

No caso dos castinçais, a presença de galerias na madeira reduz a sua qualidade. Por outro lado, a presença de fungos mancham a madeira e diminuem o seu valor comercial (DGRF, 2007).

Estimativa do risco e meios de luta

Instalação de 3 armadilhas tipo Rebell Rosso, com álcool etílico diluído em água, em partes iguais, com atrativo (Figura 11.9). O volume desta mistura deve ser de 1/3 do volume total do reservatório, pelo que, para manter o nível recomendado é necessário fazer 2 a 3 reposições por semana. A substituição das placas deverá ser realizada ao fim de 2-3 semanas, dependendo do número de insetos capturados. As armadilhas devem ser suspensas na árvore, perto do troco, a uma altura aproxima de 1,5 a 2 metros (DRAPN, 2019).

Los árboles atacados se vuelven menos resistentes al viento y es común ver morir árboles jóvenes después de un severo ataque de esta plaga.

En el caso de los castaños bravos, la presencia de galerías en la madera reduce su calidad. Por otro lado, la presencia de hongos mancha la madera y reduce su valor comercial (DGRF, 2007).

Estimación de riesgo y medios de control.

Instalación de 3 trampas tipo Rebell Rosso, con alcohol etílico diluido en agua, en partes iguales, con atractivo (Figura 11.9). El volumen de esta mezcla debe ser 1/3 del volumen total del depósito, por lo que para mantener el nivel recomendado es necesario hacer 2 a 3 reemplazos por semana. Las placas deben reemplazarse después de 2-3 semanas, dependiendo de la cantidad de insectos capturados. Las trampas deben suspenderse del árbol, cerca del tronco, a una altura de aproximadamente 1,5 a 2 metros (DRAPN, 2019).



Figura 11.9 – Armadilha do tipo Rebell Rosso para captura de *Xyleborus dispar* F. (DGRF, 2007).
Trampa tipo Rebell Rosso para la captura de *Xyleborus dispar* F. (DGRF, 2007).

Em Portugal, para o castanheiro não estão homologados meios de luta química que permitam um combate direto à praga, pelo que se deve recorrer a medidas indiretas de proteção que podem minimizar o ataque, tais como:

- eliminar árvores doentes e os restos de poda que são fonte de atração, criação e reprodução da praga;
- manter os soutos em bom estado vegetativo;
- árvores com forte ataque, devem ser eliminadas e destruídas enquanto o inseto está no seu interior;
- colocar armadilhas no souto do tipo Rebell Rosso.

En Portugal, para el castaño, no están homologados medios de control químico que permitan un combate directo a la plaga, por lo que las medidas de protección indirectas que pueden minimizar el ataque, como:

- eliminar los árboles enfermos y los restos de poda que son una fuente de atracción, creación y reproducción de la plaga;
- mantener las plantaciones en buen estado vegetativo;
- los árboles con fuerte ataque deben ser eliminados y destruidos mientras el insecto está adentro;
- colocar trampas en la plantación tipo Rebell Rosso.

Bibliografia

Bibliografía

- Bento, A., Pereira, S. & Pereira, J.A., 2007. Pragas associadas á castanha em Trás-os-Montes. II Congresso Ibérico do Castanheiro, 20 – 22 de junho de 2007, Vila Real, Portugal. 254-258p.
- Bonsignore, C.; Vono, G. & Bernardo, U., 2019. Environmental thermal levels affect the phenological relationships between the chestnut gall wasp and its parasitoids. The Royal Entomological Society, Physiological Entomology, 44, 87–98.
- DGAV-Direção Geral de Alimentação e Veterinária, 2017. Plano de acção nacional para controlo do inseto *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Vespa das galhas do castanheiro. DGAV. Lisboa
- DGRF, 2007. Identificação e monitorização de pragas e doenças em povoamentos florestais / ed. Edmundo Manuel R. Sousa, Mafalda Evangelista, José Manuel Rodrigues. - Lisboa: Direção-Geral dos Recursos Florestais. P.161-162
- DRAPN, Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte – Luís Sá, 2019. Aviso agrícola: Castanheiro – *Xyleborus dispar*. Circular nº1/2019
- Bento, A., Pereira, S. & Pereira, J.A., 2007. Pragas associadas á castanha em Trás-os-Montes. II Congresso Ibérico do Castanheiro, 20 – 22 de junho de 2007, Vila Real, Portugal. 254-258p.
- EFSA Panel on plant health, 2010. Risk Assessment of the oriental chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* for the EU territory and identification and evaluation of risk management options. EFSA Journal. 114p.
- Francati, S.; Alma, A.; Ferracini, C.; Pollini, A. & Dindo, M.L., 2015. Indigenous parasitoids associated with *Dryocosmus kuriphilus* in a chestnut production area of Emilia Romagna (Italy). Bulletin of Insectology. 68, 127-134 p.
- Gibbs, M., Schönrogge, K., Alma, A. et al., 2011. *Torymus sinensis*: a viable management option for the biological control of *Dryocosmus kuriphilus* in Europe? BioControl, 56, 527–538.
- Matosevic, D.; Melika, G., 2013. Recruitment of native parasitoids to a new invasive host: first results of *Dryocosmus kuriphilus* parasitoid assemblage in Croatia. Bulletin of Insectology, 231-238 p.
- Navarro, M. I. C., 2019. Diversidad genética y resistencia del castaño a factores bióticos y abióticos. Tesis Doutoral. Inge Ingeniería Agraria, Alimentaria, Forestal y del Desarrollo Rural Sostenible por la Universidad de Córdoba y la Universidad de Sevilla.



- Nieves-Aldrey, J., Gil-Tapetado, D., Gavira, O., Boyero, J., Polidori, C., Lombardero, M., Blanco, D., Rey del castillo, C., Rodríguez Rojo, P., Vela, J., & Wong, E., 2019. *Torymus sinensis* Kamijo, a biocontrol agent against the invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu in Spain: its natural dispersal from France and the first data on establishment after experimental releases. *Forest Systems*, 28(1), 1-11.
- OEPP/EPPO, 2005. *Dryocosmus kuriphilus*. Bulletin OEPP/EPPO, 422-424.
- Panzavolta, T.; Bernardo, U.; Bracalini, M.; Cascone, P.; Croci, F.; Gebiola, M.; Iodice, L.; Tiberi, R. & Guerrieri, E., 2013. Native parasitoids associated with *Dryocosmus kuriphilus* in Tuscany, Italy. *Bulletin of Insectology*. 66, 195-201 p.
- Paparella, F., Ferracini, C., Portaluri, A., Manzo, A. & Alma, A. 2016. Biological control of the Chestnut gall wasp with *T. sinensis*: a mathematical model. *Ecological Modelling* – Elsevier, 338, 17-36.
- Perez, T. & López, J. F., 2015. Medidas contra a avessa chinesa do castanheiro (*Dryocosmus kuriphilus*). Xunta de Galicia.
- Pombo, D. A., Angeli, G., Aguiar, A. M. F. & Lopes, D. H. 2018. Critério para a Gestão Sustentada do Bichado-da-Castanha. In: Aguiar Pombo D., Aguiar, A. M. Franquinho. A cultura do castanheiro na Madeira: Manual Prático. Universidade da Madeira.
- Romero A., 2013. El control de los insectos carpófagos del castaño (*Castanea sativa*) en Andalucía mediante captura masiva con feromona sexual y evaluación de la actividad insecticida de hongos entomopatógenos. Tesis Doctoral. Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales. Universidad de Córdoba.
- Salvadori, C. & Pedrazzoli, F., 2013. Cinipide del castagno- resultati de 3anni di lotta biológica. *Revista Tecnica, Ricerca e sperimentazione*.
- Serrano, J.; Fernández, P., Rodríguez, J., Gutiérrez, F. & Martínez, P., 2001. El castaño: Manual y guía didáctico. IRMA, S.L. - Instituto de Restauración y Medio Ambiente. 327 pp.
- Soares, M.F.M., 2008. Contribuição para o desenvolvimento de um programa de proteção contra o bichado-da-castanha, *Cydia splendana* (HÜBNER) (Dissertação de Mestrado em Agricultura Biológica) Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.





Colheita

Recolección

Arlindo Almeida

Introdução

Nas regiões produtoras de castanha da Península Ibérica a colheita é efetuada maioritariamente de forma manual (Figura 12.1), recolhendo do solo as castanhas que previamente tenham caído.

Num castanheiro, os frutos, embora de um modo progressivo, amadurecem em tempos diferentes e o processo é mais longo se no souto estiverem presentes diferentes cultivares.

Em condições climáticas normais, a queda da maioria dos frutos ocorre desde meados de outubro até finais de novembro.



Introducción

En las regiones productoras de castaña de la Península Ibérica, la recolección se realiza principalmente de forma manual (Figura 12.1), recogiendo las castañas que previamente han caído al suelo.

Los frutos de un castaño, aunque progresivamente, maduran en momentos diferentes y el proceso se prolonga aún más si existen diferentes variedades dentro de la misma plantación.

En condiciones climáticas normales, la caída de la mayoría de los frutos comienza a mediados de octubre y se prolonga hasta finales de noviembre.



Figura 12.1 – Colheita manual de castanha.
Recolección manual de castaña.

Durante a colheita, as castanhas não devem permanecer muito tempo em contacto com o solo, para evitar o seu dessecamento, a contaminação por fungos e o risco de poderem ser atacadas por roedores. Assim, a recolha da castanha caída sobre o solo deve ser uma operação com frequência regular.

Em pequenas explorações agrícolas este trabalho quando efetuado num sistema de entreajuda mútua pode não ter o impacto económico que se lhe aponta quando é necessário contratar e pagar a mão-de-obra.

Com o envelhecimento da população rural e o êxodo dos mais jovens para outras regiões e atividades, é cada vez mais difícil encontrar mão-de-obra disponível o que se traduz num elevado custo desta operação com o consequente impacto na economia da exploração.

Nas últimas décadas têm surgido no mercado máquinas de colheita de castanha, em contínua evolução tecnológica. Estes equipamentos recolhem por dispositivos mecânicos, ou por aspiração, as castanhas que caem naturalmente sobre o solo. O uso destes equipamentos tem dado resposta à falta de mão-de-obra necessária para a colheita manual e tem permitido reduzir o tempo de colheita e os custos a ela associados.

Os atuais sistemas de colheita mecânica necessitam ainda de aperfeiçoamento, dado que os equipamentos disponíveis no mercado demonstram algumas insuficiências de funcionamento em condições de elevada humidade e grande concentração de folhas e ouriços, condições estas que dificultam o normal fluxo da castanha no interior do equipamento. Por outro lado a castanha colhida mecanicamente aparece com pedra, pedaços de ramos e outros inertes que depreciam o valor da castanha.

Aspetos técnicos a considerar para a adoção de colheita mecânica

Alguns aspetos essenciais devem ser tidos em consideração pelos produtores ao pretenderem adotar sistemas mecânicos para a colheita de castanha.

Durante la recolección, las castañas no deben permanecer mucho tiempo en contacto con el suelo, para evitar la desecación, la contaminación por hongos y el riesgo de poder ser atacadas por roedores. Así, la recogida de la castaña caída en el suelo debe ser una operación de frecuencia regular.

En pequeñas explotaciones agrícolas, este trabajo, cuando es efectuado en un sistema de ayuda mutua, puede no tener el impacto económico que tiene cuando es necesario contratar personal.

Con el envejecimiento de la población rural y el éxodo de los más jóvenes para otras regiones y actividades, es cada vez más difícil encontrar mano de obra disponible, lo que se traduce en un elevado coste de esta operación con el consecuente impacto económico en la explotación.

En las últimas décadas han aparecido en el mercado máquinas de recolección de castañas que están en continua evolución tecnológica. Estos equipamientos recogen las castañas del suelo mediante dispositivos mecánicos o por aspiración. El uso de estos equipamientos ha dado respuesta a la escasez de mano de obra necesaria para la recolección manual y ha permitido reducir el tiempo de la recolección y los costes asociados a ella.

Los actuales sistemas de cosecha mecánica necesitan todavía de perfeccionamiento, dado que los equipos disponibles en el mercado demuestran algunas insuficiencias de funcionamiento en condiciones de elevada humedad y gran concentración de hojas y erizos, dificultando el flujo de castañas al interior del equipamiento. Por otro lado en la castaña recogida mecánicamente aparecen piedras, trozos de ramas y otros materiales que se encuentran en el suelo y desvalorizan la castaña.

Aspectos técnicos a considerar para implementar la cosecha mecánica

Los productores deben tener en cuenta algunos aspectos esenciales cuando pretendan adoptar sistemas mecánicos para la recogida de la castaña.



Elencam-se em seguida alguns, que se afiguram de maior importância:

- Considerando que para preservar a boa qualidade dos frutos, estes não devem ficar sobre o solo mais do que um a dois dias, é importante saber qual o número de horas por dia disponíveis para a colheita e estimar previamente qual a capacidade de colheita por hora do equipamento (capacidade em kg/hora), para que no pico máximo da época de colheita, se garanta esse tempo mínimo de permanência de castanha sobre o solo.
- No caso de soutos instalados em solos com declives acentuados, deverá ser tida em consideração a capacidade de trabalho dos equipamentos nessas condições.
- A cobertura do solo do souto é um aspeto relevante para o trabalho eficaz dos diferentes sistemas de colheita. Como já referido, os equipamentos colhem por dispositivos mecânicos ou por aspiração os frutos caídos sobre o solo. Para que este trabalho

A continuación se enuncian los que tienen mayor importancia:

- Considerando que es necesario preservar una óptima calidad en los frutos, estos no deben estar en el suelo más de uno o dos días una vez que caen del árbol. Es importante saber cuál es el número de horas por día disponibles para la recogida y estimar previamente cual es la capacidad de trabajo por hora del equipamiento (capacidad en kg/hora), para que en el pico máximo de la época de recolección se garantice ese tiempo mínimo de permanencia de la castaña en el suelo.
- En el caso de plantaciones instaladas en suelos con pendientes acentuadas, se deberá tener en cuenta la capacidad de trabajo de los equipamientos en esas condiciones.
- La cubierta vegetal del suelo de la plantación es un aspecto importante para mejorar la eficacia de los sistemas de recolección. Como ya fue referido, los equipamientos recogen mediante dispositivos



Figura 12.2 – Cobertura do solo de um souto adequado para a colheita mecânica.
Cubierta vegetal del suelo en una plantación adecuada para recolección mecánica.

decorra nas melhores condições, impedindo a recolha de terra e pedras misturadas com a castanha, o solo deve estar com um bom coberto vegetal (Figura 12.2) e limpo de inertes e resíduos vegetais resultado de práticas agrícolas durante o ano. A colheita mecânica não é compatível com souts lavrados.

- Conhecimento dos custos (€/kg) da colheita mecânica, e da colheita manual, de acordo com as condições locais, tais como a área do soto e disponibilidade de mão-de-obra é outro aspeto cujo prévio conhecimento é da maior importância para a escolha acertada do processo de colheita.

Colheita mecânica

Há dois tipos principais de máquinas para colheita. Ambos colhem a castanha previamente caída sobre o solo: colhedores que atuam por meios mecânicos utilizando um pick-up em material maleável (Figura 12.3) e colhedores por vácuo (aspiradores) (Figuras 12.4 a 12.7). Os colhedores que recolhem por vácuo são os mais frequentes.

mecánicos o por aspiración los frutos caídos al suelo. Para que este trabajo sea realizado en las mejores condiciones, impidiendo la entrada de piedras y tierra mezclada con las castañas, el suelo debe estar con una buena cubierta vegetal (Figura 12.2) y limpio de palos y otros residuos vegetales que resultan de las prácticas agrícolas a lo largo del año. La cosecha mecánica no es compatible con plantaciones labradas.

- Conocimiento de los costes (€/kg) de la cosecha mecánica, y de la cosecha manual, de acuerdo con las condiciones locales, tales como el área de la plantación y la disponibilidad de mano de obra es otro aspecto cuyo previo conocimiento es de gran importancia para escoger de forma acertada el sistema de recolección.

Cosecha mecánica

Hay dos tipos principales de maquinaria para recolección. Ambos recogen la castaña que previamente han caído al suelo: recogedores que actúan por medios mecánicos



Figura 12.3 – Colhedor mecânico. Recogedor mecánico (Fonte/Fuente: Monarca et al, 2014).



Estes dois tipos de equipamentos estão disponíveis no mercado com acionamento por trator, rebocados ou montados e com motorização incorporada (automotrizes).

Estas máquinas podem também ser utilizadas para colher outros frutos secos, como avelã e noz.

Os colhedores por aspiração estão equipados com um ventilador centrífugo responsável pela produção de vácuo que aspira os frutos da superfície do solo e os conduz para dispositivos de limpeza, separação da castanha dos ouriços, folhas e pequenos inertes.

utilizando un pick-up de material maleable (Figura 12.3) y recogedores de vacío (aspiradores) (Figuras 12.4 y 12.7). Los recogedores que recogen mediante vacío son los más frecuentes.

Estos dos tipos de equipamientos están disponibles en el mercado con accionamiento mediante el tractor, remolcados o montados y con motorización incorporada (automotrizes).

Estas máquinas pueden también ser utilizadas para recoger otros frutos secos, como avellanas o nueces.



Figuras 12.4 e/y 12.5 – Colhedor por vácuo rebocado em trabalho.
Recogedor mediante aspiración remolcado por tractor.



Figuras 12.6 e/y 12.7 – Colhedor por vácuo automotriz em trabalho.
Recogedor mediante aspiración automotriz en trabajo.

Os aspiradores rebocados ou montados em trator utilizam a tomada-de-força para o acionamento dos dispositivos de aspiração e limpeza. Dispõem de tubos aspiradores manualmente movimentados pela área do souto. É necessária mão-de-obra para a movimentação destes tubos.

Os aspiradores automotrizes estão equipados com escovas rotativas que encordoam a castanha que se encontra espalhada sobre o solo, aumentando significativamente a largura de trabalho para um valor bastante superior ao diâmetro do tubo de aspiração. O tubo de aspiração com um diâmetro entre 15 a 20 centímetros, pode aspirar a castanha que se encontra espalhada numa largura de 2,5 a 3,5 metros (Figuras 12.6 e 12.7).

A capacidade de trabalho (hectares/hora) destas máquinas pode ser melhorada através da utilização de sopradores portáteis que facilitam o trabalho dos colhedores. Com este equipamento os frutos são encordoados e desta forma reduzem a área a ser percorrida pela máquina de colheita (Figuras 12.4, 12.5 e 12.8), mas é necessário mais um operador.

A capacidade de colheita destas máquinas é estimada entre 200 a 400 kg/hora para os aspiradores rebocados ou montados e 600 a 850 kg/hora para os equipamentos

Los recogedores por aspiración están equipados con un ventilador centrífugo responsable por la producción de vacío que aspira los frutos de la superficie del suelo y los conduce para dispositivos de limpieza, separación de la castaña de los erizos, hojas y pequeños elementos del suelo.

Los aspiradores remolcados o montados en el tractor utilizan la toma de fuerza para el accionamiento de los dispositivos de aspiración y limpieza. Disponen de tubos aspiradores que tiene que ser movidos manualmente por toda el área de la plantación. En consecuencia, es necesaria mano de obra para manipular estos tubos de aspiración.

Los aspiradores automotrizes están equipados con escovas rotativas que hacen una hilera de las castañas que se encuentran esparcidas sobre el suelo, aumentando significativamente el ancho de trabajo para un valor bastante superior al diámetro del tubo de aspiración. El tubo de aspiración con un diámetro de entre 15 a 20 centímetros, puede aspirar la castaña que se encuentra esparcida en una anchura de 2,5 a 3,5 metros (Figuras 12.6 y 12.7).

La capacidad de trabajo (ha/hora) de estas máquinas puede ser mejorada a través de la utilización de sopladores portátiles que facilitan el trabajo de los recogedores. Con este equipamiento los frutos son hilerados y de esta mane-



Figura 12.8 – Encordoamento dos frutos, facilitando o trabalho dos colhedores.
Hilerado de los frutos, facilitando el trabajo de los recogedores.



automotrices. Comparando com a capacidade da colheita manual, estes valores podem ser considerados bastante satisfatórios, considerando que manualmente é expectável colher 20 a 30 kg/hora/pessoa.

Aspetos económicos a considerar para a adoção de colheita mecânica

Além dos aspetos técnicos referidos anteriormente para adotar a colheita mecânica é importante um conhecimento das questões económicas. É um equipamento com um custo de aquisição elevado.

O equipamento pode ser comprado para utilização própria ou utilizado em comum por vários agricultores.

Ao comprar para utilização própria é necessário conhecer o limiar de rentabilidade desse equipamento nas condições operacionais de cada agricultor. Por limiar de rentabilidade entende-se a área acima da qual o custo de colheita por quilograma de castanha colhida é inferior ao sistema de colheita alternativo e abaixo da qual o custo de colheita por quilograma de castanha colhida é superior ao sistema de colheita alternativo.

Para a utilização em comum, é necessária uma organização associativa (cooperativa ou outra) que faça a gestão do equipamento, ou o que é mais frequente, o equipamento é utilizado em regime de aluguer, através de empresas prestadoras de serviços. Neste caso a área de cada agricultor é irrelevante, estendendo a possibilidade do uso desta tecnologia a todos os agricultores.

ra reducen el área a recorrer por la máquina de recolección (Figura 12.4, 12.5 y 12.8), pero en consecuencia, es necesario un operario más.

La capacidad de recogida de estas máquinas se estima entre 200 a 400 kg/h para los aspiradores remolcados o montados y de 600 a 850 kg/h para los equipamientos automotrices. Comparando con la capacidad de cosecha manual, estos valores pueden ser considerados bastante satisfactorios, considerando que manualmente se espera recoger entre 20 a 30 kg/h/persona.

Aspectos económicos a considerar para implementar la recolección mecánica

Además de los aspectos técnicos referidos anteriormente para implementar la recolección mecánica es importante un conocimiento de las cuestiones económicas. Es un equipamiento con un coste de adquisición elevado.

El equipamiento puede ser comprado para utilización propia o utilización en común por varios agricultores.

Al comprar para utilización propia, es necesario conocer el umbral de rentabilidad de este equipamiento en las condiciones operacionales de cada agricultor. Por nivel de rentabilidad se entiende el área por encima de la cual el coste de recolección por kg de castaña recogida es inferior al sistema de recolección alternativo y bajo el cual el coste de recolección por kg de castaña recogida es superior al sistema de recolección alternativo.

Para la utilización en común, es necesario una organización asociativa (cooperativa u otra forma) que haga la gestión del equipamiento, o lo que es más habitual, el equipamiento es utilizado en régimen de alquiler, a través de empresas prestadoras de servicios. En este caso el área de cada agricultor es irrelevante, extendiendo la posibilidad del uso de esta tecnología a todos los agricultores.



Bibliografia

Bibliografía

- Guyer, D. E., De Kleine, M.E. and Perry, R.L., 2012. New approaches in cherry and chestnut harvest systems. *Acta Hortic.*, 965, 189-194 DOI:10.17660/ActaHortic.2012.965.25
- Monarca, D., Cecchini, M. and Antonelli, D., 2003. The influence of mechanical harvesting on the quality of chestnuts: experiences in the Monti Cimini area. *Acta Hortic.*, 599, 611-616. DOI: 10.17660/ActaHortic.2003.599.79
- Monarca, D., Cecchini, M., Antonelli, D., Mordacchini Alfani, M.L., Salcini, M.C. and Massantini, R., 2005. Mechanical harvesting and quality of “Marroni” chestnut. *Acta Hortic.*, 682, 1193-1198. DOI: 10.17660/ActaHortic.2005.682.158
- Monarca, D., Cecchini, M., Colantoni, A., Menghini, G., Moscetti, R. and Massantini, R., 2014a. The evolution of the chestnut harvesting technique. *Acta Hortic.*, 1043, 219-225. DOI: 10.17660/ActaHortic.2014.1043.29
- Monarca, D., Moscetti, R., Carletti, L., Cecchini, M., Colantoni, A., Stella, E., Menghini, C., Speranza, S., Massantini, R., Contini, M. and Manzo, A., 2014b. Quality maintenance and storability of chestnuts manually and mechanically harvested. *Acta Hortic.*, 1043, 145-152. DOI: 10.17660/ActaHortic.2014.1043.19



Valorização da castanha

Valorización de la castaña

Elsa Ramalhosa; Ermelinda L. Pereira; Maria de Fátima Lopes da Silva

As castanhas representam um dos recursos alimentares mais importantes nas áreas rurais há muitos séculos. Crê-se que até ao século XVII, a castanha fez parte da base da alimentação dos portugueses, tendo-se, entretanto, generalizado a batata. Contudo, a partir dos anos 90 do século XX, recomeçou no nosso país o interesse por este fruto, com o intuito de explorar e valorizar os recursos endógenos das zonas rurais Portuguesas, não só através da investigação científica e técnica aplicada, mas também através da gastronomia e do turismo. Assim, a castanha e os produtos dela obtidos têm também vindo a atrair grande interesse junto do setor alimentar, devido à sua composição nutricional, isenta de glúten e pobre em gordura, e versatilidade gastronómica e tecnológica. A partir do castanheiro e da castanha podem ser obtidos diversos produtos (Figura 13.1), que serão descritos nas secções seguintes.

Castanha – Uso doméstico

A castanha pode ser consumida de diversas formas, por ser bastante versátil. Mesmo que possa ser consumida crua, é prática comum cozinhá-la de distintas maneiras, designadamente: cozida em água e sal (em algumas situações é também adicionado funcho), assada, e frita (prática menos utilizada). A confeção ajuda a aumentar a biodisponibilidade dos nutrientes da castanha, e a melhorar o seu sabor e digestibilidade. Em algumas situações, a castanha é utilizada no acompanhamento de pratos, substituindo o arroz, a massa ou a batata. É também usada na base de sopas ou na confeção de sobremesas (ex. pudins) e bolos (ex. Bolo-Rei, Bolo-Rei escangalhado, pastel de nata, bolo

Las castañas representan uno de los recursos alimenticios más importantes en las áreas rurales desde hace muchos siglos. Se cree que hasta el siglo XVII, la castaña hizo parte de la base alimenticia de los portugueses, antes de generalizarse el consumo de la patata. Sin embargo, a partir de los años 90 del siglo XX, resurgió, en nuestro país, el interés por este fruto, con la intención de explotar y valorar los recursos endógenos de las zonas rurales portuguesas, no solo a través de la investigación científica y técnica aplicada, sino también a través de la gastronomía y del turismo. Así, la castaña y los productos obtenidos de ella, también han comenzado a tener gran interés junto al sector de la alimentación, debido a su composición nutricional, exenta de gluten y con bajo contenido en grasa, así como por su versatilidad gastronómica y tecnológica. A partir del castaño y de la castaña se pueden obtener diversos productos (Figura 13.1), que serán descritos en las secciones siguientes.

Castaña – Uso doméstico

La castaña puede ser consumida de diversas formas por ser bastante versátil. Aunque pueda ser consumida cruda, lo más común es cocinarla de distintas maneras, designadamente: cocida en agua y sal (en algunas situaciones es también adicionado hinojo), asada, y frita (practica menos utilizada). La confección ayuda a aumentar la biodisponibilidad de los nutrientes de la castaña, y mejora su sabor y digestibilidad.

En algunas situaciones, la castaña es utilizada como guarnición de platos, sustituyendo al arroz, a la pasta o a las patatas. Es también usada en la base de sopas o en la

de castanha da Madeira) (Santos, 2018). Diversos livros fazem referência a pratos confeccionados a partir deste fruto (<https://alimentacaosaudavel.dgs.pt/alimento/castanha/>).

Na zona norte de Portugal, entre os Santos (1º de novembro) e o São Martinho organizam-se animados magustos. O dia de São Martinho é o dia, por excelência, dos tradicionais magustos, que geralmente são regados com jeropiga, vinho novo ou água-pé.

Castanha – Processada industrialmente

A nível industrial, a castanha que chega às instalações fabris pode seguir diversos circuitos, tendo em conta o destino final e dependendo da empresa transformadora. Após chegada às instalações, a castanha pode ser sujeita aos seguintes processos: calibração; imersão em água fria (para segregar a castanha não sã, que flutua) ou imersão em água quente, de forma a matar o bichado e o gorgulho. Nesta última situação, segue-se a imersão num tanque com água fria de forma a arrefecer o fruto; a passagem num tapete com ventilação, de forma a eliminar o excesso de água; e armazenamento sob refrigeração até ser embalada. Geralmente, a castanha é armazenada num ambiente com uma temperatura de $\pm 0^{\circ}\text{C}$ e humidade relativa próxima dos 90% (De Vasconcelos et al., 2010).

Se a castanha for destinada para congelação, após calibração, o fruto segue para o descasque, realizado por *brûlage* (descasque feito por chama, a temperaturas entre os 800 e 1000 $^{\circ}\text{C}$, durante 1 a 2 segundos, num forno cilíndrico rotatório (De Vasconcelos et al., 2010) ou por vapor, sendo posteriormente congelada num túnel com azoto líquido. Depois de congelada, a castanha é embalada e mantida em câmaras a temperaturas de congelação.

Atualmente, para além da castanha descascada congelada, várias marcas comerciais Portuguesas vendem castanha inteira cozida a vapor e embalada a vácuo, e, castanha assada e congelada, indo de encontro às necessidades dos consumidores que procuram produtos prontos a consumir.

confección de postres (p. ej. flan) y dulces (p. ej. bolo-rei, bolo-rei escangalhado, pastel de nata, bolo de castanha da Madeira) (Santos, 2018). Diversos libros hacen referencia a los platos confeccionados a partir de este fruto (<https://alimentacaosaudavel.dgs.pt/alimento/castanha/>).

En la zona norte de Portugal, entre los Santos (día 1 de noviembre) y San Martino (día 11 de noviembre) se organizan animados magostos. El día de San Martino es el día, por excelencia, de los tradicionales magostos, que generalmente son regados con jeropiga, vino nuevo o “agua-pé”.

Castaña – Procesada industrialmente

A nivel industrial, la castaña que llega a las instalaciones de las empresas transformadoras puede seguir diversos circuitos de procesamiento, teniendo en cuenta el destino final y dependiendo de la empresa transformadora. Después de la llegada a las instalaciones, la castaña puede ser tratada en los siguientes procesos: calibración; inmersión en agua fría (para segregar la castaña que no está sana, que flota) o inmersión en agua caliente, de forma a matar el gusano del castaño y el gorgojo que pueda tener. A esta última fase, le sigue una inmersión en un tanque de agua fría para de esta manera enfriar el fruto; a continuación pasa por una cinta con ventilación, para eliminar el exceso de agua y va al almacenamiento bajo refrigeración hasta ser envasada. Generalmente, la castaña es almacenada en un ambiente con una temperatura de $\pm 0^{\circ}\text{C}$ e humedad relativa próxima del 90% (De Vasconcelos et al., 2010).

Si la castaña fuera destinada para congelación, después del proceso de calibración, el fruto sigue para el descascado, realizado por *brûlage* (descascado hecho con llama, a temperaturas entre los 800 y 1000 $^{\circ}\text{C}$, durante 1 a 2 segundos, en un horno cilíndrico rotatorio (De Vasconcelos et al., 2010) o por vapor, siendo posteriormente congelada en túnel con nitrógeno líquido. Después de congelada, la castaña es envasada y mantenida en cámaras a temperaturas de congelación.

Actualmente, además de castaña descascada congelada, varias marcas comerciales Portuguesas venden castaña entera cocida al vapor y envasada al vacío, y castaña asada y



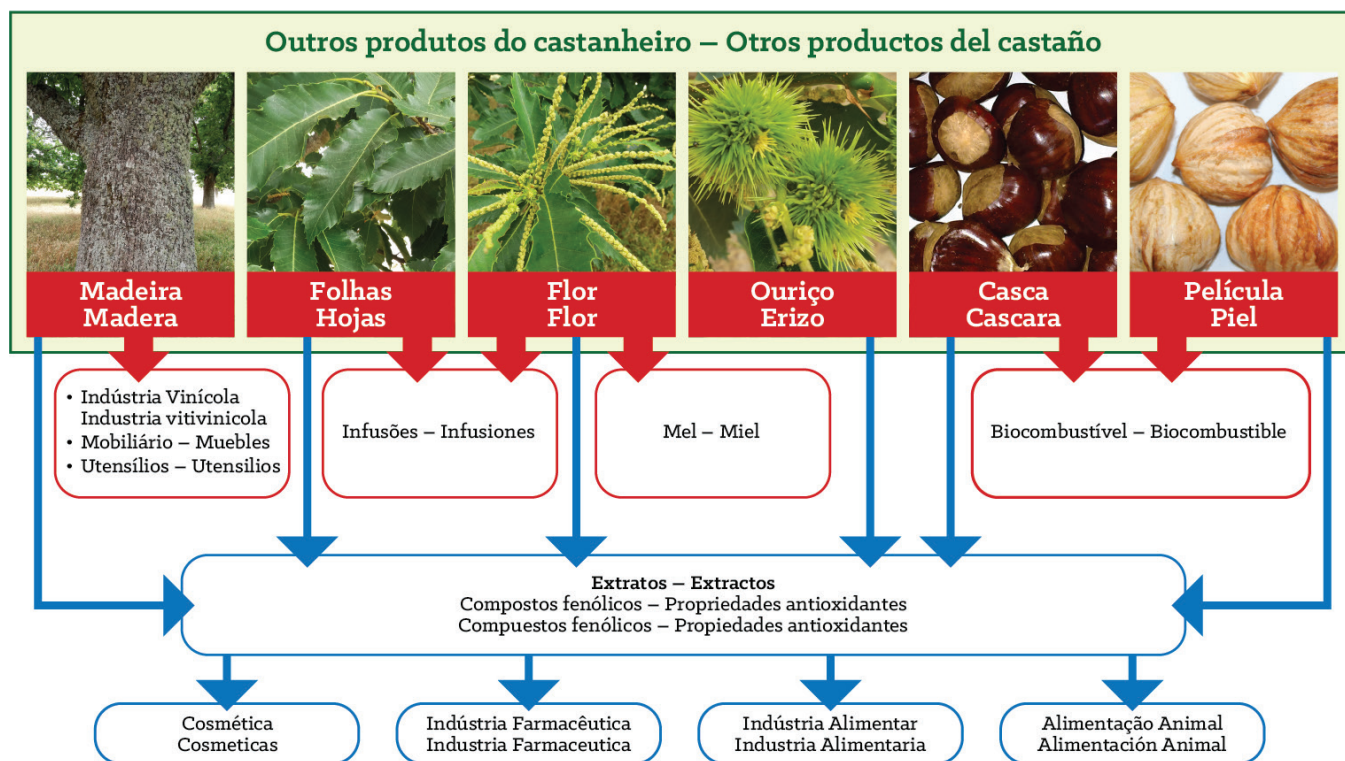


Figura 13.1 – Esquema geral das aplicações da castanha, subprodutos da castanha e outros produtos do castanheiro. [Original].
Esquema general de las aplicaciones de la castaña, subproductos de la castaña y otros productos del castaño [Original].

Castanha – Alimentação animal

No nordeste de Portugal e noroeste de Espanha, a castanha (inteira, pedaços e/ou farinha) é tradicionalmente utilizada na alimentação de suínos autóctones como, por exemplo, da raça Bísara (em Portugal) e da raça Celta (na Galiza), criados em sistemas de produção extensivo e semi-extensivo. Devido ao seu alto teor de amido, a castanha é considerada uma importante fonte de energia, o que a torna um alimento adequado para a manutenção e engorda de animais adultos (Echegaray *et al.*, 2018).

Alguns estudos mostram que a inclusão de castanha na dieta de acabamento de suínos da raça Celta aumenta o peso vivo e da carcaça dos animais (De Jesús *et al.*, 2016), aumenta o grau de insaturação da gordura da carne, designadamente o teor de ácidos oleico (C18:1n-9), linoleico (C18:2n-6) e α -linolénico (C18:3n-3) e outros ácidos gordos polinsaturados (PUFAs n-6) (Domínguez *et al.*, 2015), e parece aumentar a proporção de gordura intramuscular (De Jesús *et al.*, 2016; Domínguez *et al.*, 2015), melhorando as suas características organoléticas. De forma idêntica, trabalhos realizados em suínos da raça Bísara mostraram que a incorporação de castanha na alimentação destes animais aumentou os teores de ácido linoleico e ácido linolénico dos lípidos de reserva, mas sem efeito na gordura do músculo *Longissimus dorsi* (Sequeira, 1999). Este efeito positivo nas características da carne foi também reportado para presunto curado obtido a partir de animais alimentados com castanha na fase de acabamento, tendo esses presuntos apresentado um perfil de ácidos gordos mais adequado para a alimentação humana (baixa razão n-6/n-3 e alta razão hipocolesterolémica/hipercolesterolémica) (Bermúdez *et al.*, 2012). Concluindo, a inclusão de castanha na alimentação de porcos melhora a qualidade da carne e dos produtos cárneos.

congelada, intentando cubrir las necesidades de los consumidores que buscan productos listos para el consumo.

Castaña – Alimentación animal

En el nordeste de Portugal y noroeste de España, la castaña (entera, en trozos y/o en harina) es tradicionalmente utilizada para la alimentación de cerdos de razas autóctonas, como por ejemplo de la raza Bísara (en Portugal), sinónimo de la raza Celta (en Galicia), criados en sistemas de producción extensivo y semi-extensivo. Debido a su alto contenido en almidón, la castaña es considerada una importante fuente de energía, por lo que es un alimento adecuado para el mantenimiento y engorde de animales adultos (Echegaray *et al.*, 2018).

Algunos estudios muestran que la inclusión de la castaña en la dieta de finalización de cerdos de la raza Celta aumenta el peso vivo y de la canal de estos animales (De Jesús *et al.*, 2016), aumenta el grado de insaturación de la grasa de la carne, concretamente el contenido de ácidos oleico (C18:1n-9), linoleico (C18:2n-6) y α -linolénico (C18:3n-3) y otros ácidos grasos polinsaturados (PUFAs n-6) (Domínguez *et al.*, 2015), y parece aumentar la proporción de grasa intramuscular (De Jesús *et al.*, 2016; Domínguez *et al.*, 2015); mejorando sus características organolépticas. De forma idéntica, trabajos realizados en cerdos de raza Celta mostraron que la incorporación de castaña en la alimentación de estos animales aumenta los contenidos de ácido linoleico y ácido linolénico de los lípidos de reserva, pero sin efecto en la grasa del músculo *Longissimus dorsi* (Sequeira, 1999). Este efecto positivo en las características de la carne fue también reportado para jamón curado obtenido a partir de animales alimentados con castañas en la fase de finalización, presentando estos jamones un perfil de ácidos grasos más adecuados para la alimentación humana (baja relación n-6/n-3 y alta relación hipocolesterolemia/hipercolesterolemia) (Bermúdez *et al.*, 2012). Para concluir, cabe mencionar que la inclusión de castaña en la alimentación de cerdos mejora la calidad de la carne y de los productos cárnicos.



Produtos obtidos a partir da castanha

Castanha pilada, farinha e produtos derivados

Algumas empresas transformadoras de castanha já aplicam a secagem com ar quente para obterem castanha pilada e posteriormente farinha de castanha (Figura 13.2 A,B). Geralmente para este tipo de produtos utilizam-se frutos de menor calibre e/ou partidos (De Vasconcelos et al.,

Productos obtenidos a partir de la castaña

Castaña pelada, harina y productos derivados

Algumas empresas transformadoras de castaña ya aplican el secado con aire caliente para obtener castaña pelada y posteriormente harina de castaña (Figura 13.2 A, B). En ge-



Figura 13.2 – Castaña pelada (A), harina de castaña (B), bombones de castaña (C), y Marron Glacé (D). [Fotos de las autoras]
Castanha pilada (A), farinha de castanha (B), bombons de castanha (C), e Marron Glacé (D). [Fotos das autoras]

2010), sendo uma forma alternativa de valorizar produtos preparados à base de castanha e de reduzir os níveis de resíduos gerados durante o processamento industrial.

A desidratação da castanha já era um processo bastante aplicado pelos nossos antepassados, uma vez que era comum as famílias das zonas rurais do interior, produzirem este fruto e mantê-lo em casa, junto à lareira. O calor provocava a desidratação do fruto, mantendo-o estável, sendo consumido ao longo de vários meses. Atualmente, a desidratação é feita em secadores industriais.

Para obter a farinha de castanha, a castanha é desidratada, e passa posteriormente por um moinho para reduzi-la a pó. Esta farinha pode depois ser utilizada na confeção de diversos produtos de panificação e pastelaria, bem como ser utilizada no fabrico de extrudidos, como, por exemplo, massas alimentícias. A procura crescente por alimentos saudáveis e por produtos destinados a pessoas com necessidades dietéticas especiais fez com que a farinha de castanha tenha ganho notoriedade graças à sua composição (Paciulli et al., 2019). Além de ser isenta de glúten, a farinha de castanha possui proteínas de alta qualidade pela presença de aminoácidos essenciais (4-7%), uma quantidade relativamente elevada de açúcar (20-32%), amido (50-60%), fibra alimentar (4-10%) e baixa quantidade de gordura (2-4%). Também contém vitaminas E e do grupo B, potássio, fósforo e magnésio (Sacchetti et al., 2004). Como a maioria dos produtos sem glúten não contém quantidade suficiente de vitamina B, ferro, folato e fibra alimentar (Moroni et al., 2009), pode ser vantajoso usar a farinha de castanha para melhorar o seu valor nutricional (Demirkesen et al., 2010). A farinha de castanha pode ser usada como um bom prebiótico, uma vez que contém ingredientes não digeríveis, que são fermentados por bactérias probióticas como *Lactobacillus* e bifidobactérias (Ozcan et al., 2017). A adição de farinha de castanha cria um produto mais escuro e muitas vezes mais duro, mas - especialmente para pães sem glúten - pode melhorar a consistência, cor e aroma da massa, bem como ao longo da vida útil (Paciulli et al., 2019).

Alguns trabalhos de investigação têm sido realizados ao nível da secagem da castanha fatiada (Delgado et

neral, para este tipo de productos se utilizan frutos de menor calibre y/o partidos (De Vasconcelos et al., 2010), siendo una forma alternativa de valorizar productos preparados a base de castaña y de reducir los niveles de residuos generados durante el procesamiento industrial.

La deshidratación de castaña ya era un proceso bastante utilizado por nuestros antepasados, ya que era normal en las familias de las zonas rurales del interior, producir este fruto y conservarlo en casa, junto al fuego. El calor provocaba la deshidratación del fruto, manteniéndolo estable, siendo consumido a lo largo de varios meses. Actualmente, la deshidratación se hace con secadores industriales.

Para obtener harina de castaña, la castaña es deshidratada, y pasa posteriormente por un molino para reducirla a polvo. Esta harina puede ser utilizada en la confección de diversos productos de panificación y pastelería, así como en la fabricación de extrusionados, como por ejemplo, masas alimenticias. La búsqueda creciente de alimentos saludables y de productos destinados a personas con necesidades dietéticas especiales hace que la harina de castaña haya ganado notoriedad gracias a su composición (Paciulli et al., 2019). Además de estar exenta de gluten, la harina de castaña posee proteínas de alta calidad por la presencia de aminoácidos esenciales (4-7%), una cantidad relativamente elevada de azúcar (20-32%), almidón (50-60%), fibra alimentaria (4-10%) y baja cantidad de grasa (2-4%). También contiene vitaminas E y del grupo de las B, potasio, fósforo y magnesio (Sacchetti et al., 2004). Como la mayoría de los productos sin gluten no contiene cantidad suficiente de vitamina B, hierro, ácido fólico y fibra alimentaria (Moroni et al., 2009), puede ser ventajoso usar harina de castaña para mejorar su valor nutricional (Demirkesen et al., 2010). La harina de castaña puede ser usada como un buen prebiótico, ya que contiene ingredientes no digeribles que son fermentados por bacterias probióticas como *Lactobacillus* e bifidobacterias (Ozcan et al., 2017). La adición de harina de castaña crea un producto más oscuro y muchas veces más duro, sobretodo en panes sin gluten, pudiendo mejorar la consistencia, el color y el aroma de la masa, bien como prolongar la vida útil (Paciulli et al., 2019).



al., 2016a, 2016b, 2018), produto com possível interesse para substituir os *snacks* existentes no mercado (com uma quantidade significativa de calorias).

Purés, cremes e doces

Segundo a legislação Portuguesa – Decreto-Lei n.º 230/2003 – “*Creme de castanha*” é o produto, levado à consistência apropriada, resultante da mistura de água, açúcares e pelo menos 380 g de polme de castanha (de *Castanea sativa*) por 1000 g de produto acabado”. Em Portugal, algumas empresas produzem purés e cremes de castanha, elaborados a partir de castanha cozida, sem ou com açúcar adicionado. No mercado Português existe também à venda, doce de castanha com chocolate. Estes produtos derivados de castanha podem ser consumidos *per si* ou utilizados no fabrico de outros artigos, como, por exemplo, bombons de chocolate com recheio de castanha (Figura 13.2C).

Um estudo realizado com mousse de castanha (Romano *et al.*, 2014) sugere que este produto pode constituir uma excelente forma de transportar agentes probióticos (ex. estirpes de *Lactobacillus rhamnosus*) para o organismo humano.

Marron Glacé

Este produto é muito apreciado em França, Itália, Suíça e Espanha (Figura 13.2D). Para produzir *Marron Glacé*, as castanhas são imersas numa solução açucarada (calda) e depois colocadas no forno, de forma a cristalizar o açúcar. De referir que especial atenção é dada à concentração de açúcar utilizada na calda, que deve ser suficiente para garantir uma boa conservação, mas não excessiva, de modo a não mascarar o sabor da castanha. Mais informações sobre o fabrico deste produto podem ser obtidas a partir da página web de diversos fabricantes, nomeadamente de França (<http://www.Casadiacastagna.Fr/>; <https://www.Sabaton.Fr/Entreprise/Les-Secrets-de-Fabrication-Du-Marron-Glace/>). Existe no mercado *Marron Glacé* com outros ingredientes incorporados, designadamente brandy, licor de pêra Williams, chocolate negro, gengibre e vinho de Jerez.

Algunos trabajos de investigación han sido realizados para estudiar el secado de la castaña cortada en finas laminas (Delgado *et al.*, 2016a, 2016b, 2018), producto con posible interés para substituir los *snacks* existentes en el mercado (con una cantidad significativa de calorías).

Purés, cremas y dulces

Según la legislación Portuguesa – Decreto-Lei n.º 230/2003 – “*Creme de castanha*” é o produto, levado à consistência apropriada, resultante da mistura de água, açúcares e pelo menos 380 g de polme de castanha (de *Castanea sativa*) por 1000 g de produto acabado”. En Portugal, algunas empresas producen purés y cremas de castaña, elaborados a partir de castaña cocida, con o sin azúcar adicionado. En el mercado Portugués existe también a la venta, dulce de castaña con chocolate. Estos productos derivados de la castaña pueden ser consumidos directamente o utilizados en la fabricación de otros artículos, como por ejemplo bombones de chocolate con relleno de castaña (Figura 13.2C).

Un estudio realizado con mousse de castaña (Romano *et al.*, 2014) sugiere que este producto puede constituir una excelente forma de transportar agentes probióticos (p. ej. estirpes de *Lactobacillus rhamnosus*) para el organismo humano.

Marron Glacé

Este producto es muy apreciado en Francia, Italia, Suiza y España (Figura 13.2D). Para producir *Marron Glacé*, las castañas son sumergidas en una solución azucarada (almíbar) y después colocadas en el horno, para cristalizar el azúcar. Hay que prestar mucha atención a la concentración de azúcar utilizada en el almíbar, esta debe ser suficiente para garantizar una buena conservación, pero no excesiva, para no enmascarar el sabor de la castaña. Más información sobre la fabricación de este producto puede ser obtenida a partir de la página web de diversos fabricantes, generalmente de Francia (<http://www.Casadiacastagna.Fr/>; <https://www.Sabaton.Fr/Entreprise/Les-Secrets-de-Fabrication-Du-Marron-Glace/>). En el mercado, existe *Marron Glacé* con otros ingredientes incorporados, como pueden ser brandy, licor de pera Williams, chocolate negro, jengibre y vino de Jerez.



Bebidas e outros produtos fermentados

A castanha, ao possuir uma fração de hidratos de carbono fermentescíveis (mono e dissacáridos), constitui uma fonte alternativa de açúcares na produção de bebidas como, por exemplo, cerveja e licores. Nos últimos anos, a indústria de cerveja artesanal vem conquistando espaço entre os apreciadores de cerveja, invadindo até o mercado de vinhos e de bebidas brancas. Na produção de cerveja artesanal de castanha são utilizados vários ingredientes, entre os quais a castanha, malte de cevada, lúpulo e mel, entre outros.

Atualmente, são comercializadas várias marcas nacionais de cerveja artesanal elaboradas com castanha, como, por exemplo, a Sovina®, elaborada a partir de castanha assada (origem Trás os Montes); Judia® (Carrizado de Montenegro, Valpaços); e Barona®, elaborada com castanha de Marvão (Figura 13.3A). Também as empresas licoreiras têm desenvolvido produtos com castanha (Figura 13.3B). Recentemente, o Regulamento (UE) 2019/787, enquadrando a aguardente de castanha, obtida por maceração e destilação, como uma bebida espirituosa. Também já existe no mercado, vinagre de castanha (Figura 13.3C).

Produtos elaborados noutros países

Noutros países podem ainda ser encontrados produtos como: castanha fumada (“*Castagne del prete*”, produto típico da região de Campânia, Itália) (<https://Amalfinotizie.it/Cas>

Bebidas y otros productos fermentados

La castaña, al poseer una fracción de hidratos de carbono fermentable (mono y disacáridos), constituye una fuente alternativa de azúcares en la producción de bebidas como por ejemplo, cerveza y licores. En los últimos años, la industria de cerveza artesanal viene conquistando espacio entre los habituales consumidores de cerveza, invadiendo el mercado de vinos y destilados. En la producción de cerveza artesanal de castaña son utilizados varios ingredientes: castaña, malta de cebada, lúpulo, miel y otros en menor proporción.

Actualmente, son comercializadas varias marcas nacionales de cerveza artesanal elaboradas con castaña, como por ejemplo, la Sovina®, elaborada a partir de castaña asada (origen Trás os Montes); Judia® (Carrizado de Montenegro, Valpaços); y Barona®, elaborada con castaña de Marvão (Figura 13.3A). También las empresas de licores tienen desarrollado productos con castaña (Figura 13.3B). Recientemente, el Reglamento (UE) 2019/787, encuadrando el aguardiente de castaña, obtenido por maceración y destilación, como una bebida espirituosa. También ya existe en el mercado, vinagre de castaña (Figura 13.3C).

Productos elaborados en otros países

En otros países se pueden encontrar productos como: castaña ahumada (“*Castagne del prete*”, producto típico de la región de Campania, Italia) (<https://Amalfinotizie.it/Cas>



Figura 13.3 – Cerveja (A), licor (B) e vinagre (C) de castanha. [Fotos das autoras]

Cerveza (A), licor (B) y vinagre (C) de castaña. [Fotos de las autoras]



It/Castagne-Del-Prete/); castanhas ao natural, em lata ou embaladas a vácuo; castanhas em calda (açúcar e baunilha em frasco de vidro ou em lata); guarnição de castanha com ameixa seca, pinhões e cogumelos desidratados; e queijo de cabra com castanha confitada.

Outros produtos obtidos do castanheiro

Madeira e casca

A madeira e a casca do castanheiro são muito apreciadas tanto para o fabrico de mobiliário e de vários utensílios (ex. cabos, cestos ou estacas), bem como na curtição de peles (Jesus & Carvalho, 2018) e para a tanoaria (produção de pipas e barris). A madeira de castanheiro é muito rica em taninos. Esta propriedade tem sido bastante explorada pelos vitivinicultores, utilizando-se a madeira de castanheiro para produzir barris/pipas para armazenar o vinho e pela adição de lascas de madeira diretamente no vinho (De Vasconcelos *et al.*, 2010). A lixiviação destes taninos a partir da madeira é responsável pelas propriedades organoléticas características do vinho e brandy, melhorando a complexidade e a

tagne-Del-Prete/); castañas al natural, en lata o envasadas al vacío; castañas en almíbar (azúcar, vainilla en frasco de vidrio o en lata); guarnición de castaña con ciruela seca, piñones y setas deshidratadas; y queso de cabra con castaña confitada.

Otros productos obtenidos del castaño

Madera y corteza

La madera y la corteza del castaño son muy apreciadas tanto para la fabricación de muebles y de varios utensilios (p. ej. mangos, cestas o estacas), bien como en el curtido de pieles (Jesus & Carvalho, 2018) y para la tonelería (producción de barricas). La madera de castaño es muy rica en taninos. Esta propiedad ha sido bastante explorada por los enólogos, utilizándose la madera del castaño para producir barricas para almacenar el vino y por la adición de chips de madera directamente al vino (De Vasconcelos *et al.*, 2010). La lixiviación de estos taninos a partir de la madera es responsable de las propiedades organolépticas características del vino y del brandy, mejorando la complejidad y la calidad



Figura 13.4 – Flor de castanheiro (A) e mistura para preparar infusões (B). [Fotos das autoras]
Flor de castaño (A) y mezcla para preparar infusiones (B). [Fotos de las autoras]

qualidade das bebidas alcoólicas, e induzindo uma evolução mais rápida do vinho.

Folhas e flores

Assiste-se atualmente a um enorme interesse na procura e no uso de extratos de plantas como fontes de compostos naturais. As flores e as folhas do castanheiro (Figura 13.4A) revelaram ter uma muito boa atividade antioxidante (Barreira *et al.*, 2008). O consumo das flores de castanheiro em infusões e decoções (Figura 13.4B) é uma prática ancestral com benefícios para a saúde, tendo já sido demonstrado a sua atividade antitumoral e antimicrobiana (Carocho *et al.*, 2014).

A partir do pólen de castanheiro, obtém-se o mel da flor de castanheiro, de sabor agradável, levemente amargo. Resultado da sua composição, apresenta atividade antibacteriana (Güneş *et al.*, 2017) e tem sido usado no tratamento de feridas, queimaduras e úlceras da pele.

Ouriços, cascas exteriores e interiores (película)

Durante o processamento industrial de castanha, vários subprodutos são gerados, como, folhas, casca, ouriços, e frutos de qualidade inferior. As cascas e ouriços da castanha são geralmente utilizadas como biocombustível, sendo também ricos em compostos fenólicos com elevado potencial antioxidante, tais como os ácidos gálico e elágico (Squillaci *et al.*, 2018), bem conhecidos pelas suas propriedades antioxidantes e anticancerígenas. As cascas apresentam um maior potencial de atividade antioxidante, quando comparadas com as folhas, flores e fruto do castanheiro (Barreira *et al.*, 2008). Estudos recentes revelaram que a aplicação de subprodutos da castanha e seus extratos na dieta de animais de carne produz efeitos desejáveis na qualidade da carne e na sua suscetibilidade à oxidação (rancificação) (Echegaray *et al.*, 2018; Liu *et al.*, 2012). Além disso, os taninos obtidos dos subprodutos da castanha têm-se mostrado eficazes no tratamento da diarreia neonatal em bezerros (Bonelli *et al.*, 2018).

Os extratos preparados a partir das cascas podem ain-

de las bebidas alcohólicas, e induciendo una evolución más rápida del vino.

Hojas y flores

Actualmente existe un enorme interés por la búsqueda y la utilización de extractos de plantas como fuentes de compuestos naturales. Las flores y las hojas del castaño (Figura 13.4A) han demostrado tener una muy buena actividad antioxidante (Barreira *et al.*, 2008). El consumo de las flores de castaño en infusiones y decocciones (Figura 13.4B) es una práctica ancestral con beneficios para la salud, siendo ya demostrada su actividad antitumoral y antimicrobiana (Carocho *et al.*, 2014).

A partir del polen de castaño, se obtiene la miel de flor de castaño, como su propio nombre indica, lo cuál posee un sabor agradable, levemente amargo. Como resultado de su composición, presenta actividad antibacteriana (Güneş *et al.*, 2017) y ha sido usada en el tratamiento de heridas, quemaduras y úlceras de la piel.

Erizos, cáscara exterior e interior (película)

Durante el proceso industrial de tratamiento de la castaña, varios subproductos son generados, como, hojas, cáscara, erizos y frutos de calidad inferior. Las cáscaras y los erizos de la castaña son generalmente utilizados como biocombustible, siendo también ricos en compuestos fenólicos con elevado potencial antioxidante, tales como ácidos gálico y elágico (Squillaci *et al.*, 2018), bien conocidos por sus propiedades antioxidantes y anticancerígenas. Las cascaras presentan un mayor potencial de actividad antioxidante, cuando son comparadas con las hojas, flores y frutos del castaño (Barreira *et al.*, 2008). Estudios recientes revelaron que la aplicación de subproductos de la castaña y sus extractos en la dieta de animales de carne produce efectos deseables en la calidad de la carne y en su susceptibilidad a la oxidación (rancificación) (Echegaray *et al.*, 2018; Liu *et al.*, 2012). Además de esto, los taninos obtenidos de los subproductos de la castaña se han mostrado eficaces en el tratamiento de la diarrea neonatal en terneros (Bonelli *et al.*, 2018).

Los extractos preparados a partir de cáscaras pueden



da ser incluídos em formulações cosméticas (Squillaci et al., 2018). As cascas de castanha são materiais lignocelulósicos, compostos por constituintes como a celulose, hemiceluloses e lignina (González López et al., 2012), os quais podem servir de substrato para obter xilooligossacáridos, descritos como possíveis prebióticos (Gullón et al., 2014).

Conclusão

Pelo descrito acima, o castanheiro e o seu fruto são de uma riqueza inestimável, uma vez que ambos podem ser utilizados para múltiplos e diversos fins, desde a alimentação humana e animal, tanoaria, mobiliário, farmacêutico e cosmética.

Bibliografia

- Barreira, J., Ferreira, I., Oliveira, M., Pereira, J., 2008. Antioxidant Activities of the Extracts from Chestnut Flower, Leaf, Skins and Fruit. Food Chem., 107 (3), 1106–1113. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.09.030>
- Bermúdez, R., Franco, I., Franco, D., Carballo, J., Lorenzo, J.M. 2012. Influence of Inclusion of Chestnut in the Finishing Diet on Fatty Acid Profile of Dry-Cured Ham from Celta Pig Breed. Meat Sci., 92 (4), 394–399. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.05.001>
- Bonelli, F., Turini, L., Sarri, G., Serra, A., Buccioni, A., Mele, M., 2018. Oral Administration of Chestnut Tannins to Reduce the Duration of Neonatal Calf Diarrhea. BMC Vet. Res. 14 (1): 227. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1549-2>.
- Carocho, M., Calhella, R.C., Queiroz, M.-J. R. P., Bento, A., Morales, P., Soković, M.; Ferreira, I.C.F.R., 2014. Infusions and Decoctions of *Castanea sativa* Flowers as Effective Antitumor and Antimicrobial Matrices. Ind. Crops Prod., 62, 42–46. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.08.016>
- De Jesús, C., Domínguez, R., Cantalapiedra, J., Iglesias, A., Lorenzo, J.M., 2016. Effect of Chestnuts Level in the Formulation of the Commercial Feed on Carcass Characteristics and Meat Quality of Celta Pig Breed. Span. J. Agric. Res. 14 (2) e0603. <https://doi.org/10.5424/sjar/2016142-8728>
- De Vasconcelos, M.C., Bennett, R.N., Rosa, E.A., Ferreira-Cardoso, J.V., 2010. Composition of European Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and Association with Health Effects: Fresh and Processed Products. J. Sci. Food Agric., 90 (10), 1578–1589. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4016>
- De Vasconcelos, M.C.B.M., Nunes, F., Viguera, C.G., Bennett, R.N., Rosa, E.A.S., Ferreira-Cardoso, J.V., 2010. Industrial Processing Effects on Chestnut Fruits (*Castanea sativa* Mill.) 3. Minerals, free sugars, carotenoids and antioxidant vitamins Int. J. Food Sci. Technol., 45 (3), 496–505. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02155.x>

ser incluidos en formulaciones de cosmeticos (Squillaci et al., 2018). Las cascaras de castaña son materiales lignocelulósicos, compuestos por constituyentes como la celulosa, hemicelulosa y lignina (González López et al., 2012), los cuales pueden servir de sustrato para la obtención de xilooligossacáridos, descritos como posibles prebióticos (Gullón et al., 2014).

Conclusión

Por todo lo descrito anteriormente, el castaño y su fruto son de una riqueza inestimable, ya que ambos pueden ser utilizados para múltiples y diversas finalidades, desde la alimentación humana y animal, tonelería, muebles, farmacia y cosmética.



Decreto-Lei n.º 230/2003 de 27 de setembro.

- Delgado, T., Pereira, J.A., Casal, S., Ramalhosa, E. 2016a. Effect of Drying on Color, Proximate Composition and Drying Kinetics of Sliced Chestnuts. *J. Food Process Eng.*, 39 (5), 512–520. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12244>.
- Delgado, T., Pereira, J.A., Ramalhosa, E., Casal, S., 2016b. Effect of Hot Air Convective Drying on the Fatty Acid and Vitamin E Composition of Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) Slices. *Eur. Food Res. Technol.* 242 (8), 1299–1306. <https://doi.org/10.1007/s00217-015-2633-5>
- Delgado, T., Pereira, J.A., Ramalhosa, E., Casal, S., 2018. Effect of Hot Air Convective Drying on Sugar Composition of Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) Slices. *J. Food Process. Preserv.* 42 (4), e13567. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13567>
- Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G., Sahin, S., 2010. Utilization of Chestnut Flour in Gluten-Free Bread Formulations. *J. Food Eng.*, 101 (3), 329–336. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.07.017>.
- Domínguez, R., Martínez, S., Gómez, M., Carballo, J., Franco, I., 2015. Fatty Acids, Retinol and Cholesterol Composition in Various Fatty Tissues of Celta Pig Breed: Effect of the Use of Chestnuts in the Finishing Diet. *J. Food Compos. Anal.*, 37, 104–111. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.08.003>
- Ecchegaray, N., Domínguez, R., Franco, D., Lorenzo, J.M., Carballo, J., 2018. Effect of the Use of Chestnuts (*Castanea sativa* Miller) in the Finishing Diet of Celta Pig Breed on the Shelf-Life of Meat Refrigerated and Frozen. *Food Res. Int.*, 114: 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.036>
- González López, N., Moure, A., Domínguez, H., Parajó, J.C., 2012. Valorization of Chestnut Husks by Non-Isothermal Hydrolysis. *Ind. Crops Prod.*, 36 (1), 172–176. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.09.002>.
- Gullón, P., Gullón, B., Cardelle-Cobas, A., Alonso, J.L., Pintado, M., Gomes, A.M., 2014. Effects of Hemicellulose-Derived Saccharides on Behavior of *Lactobacilli* under Simulated Gastrointestinal Conditions. *Food Res. Int.*, 64, 880–888. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.08.043>.
- Güneş, M.E., Şahin, S., Demir, C., Borum, E., Tosunoğlu, A., 2017. Determination of Phenolic Compounds Profile in Chestnut and Floral Honeys and Their Antioxidant and Antimicrobial Activities. *J. Food Biochem.*, 41 (3), e12345. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12345>.
- Jesus, I., Carvalho, M. 2018. História, Importância e Distribuição Do Castanheiro. In *A cultura do castanheiro na Madeira - Manual Prático*; Pombo, D. A., Aguiar, A. M. F., Eds.; Funchal; pp 19–29.
- Liu, H., Zhou, D., Tong, J., Vaddella, V., 2012. Influence of Chestnut Tannins on Welfare, Carcass Characteristics, Meat Quality, and Lipid Oxidation in Rabbits under High Ambient Temperature. *Meat Sci.*, 90 (1), 164–169. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.06.019>
- Moroni, A.V., Dal Bello, F., Arendt, E.K., 2009. Sourdough in Gluten-Free Bread-Making: An Ancient Technology to Solve a Novel Issue? *Food Microbiol.*, 26 (7), 676–684. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2009.07.001>
- Ozcan, T., Yilmaz-Ersan, L., Akpinar-Bayazit, A., Delikanli, B., 2017. Antioxidant Properties of Probiotic Fermented Milk Supplemented with Chestnut Flour (*Castanea sativa* Mill.). *J. Food Process. Preserv.*, 41 (5), e13156. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13156>
- Paciulli, M., Mert, I.D., Rinaldi, M., Pugliese, A., Chiavaro, E., 2019. Chestnut and Breads: Nutritional, Functional, and Technological Qualities. In *Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention*; Elsevier, pp 237–247. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814639-2.00019-8>
- Regulamento (UE) 2019/787 do Parlamento Europeu e do Conselho de 17 de abril de 2019. *Jornal Oficial da União Europeia*. 2019, p L 130/1-L 130/54.
- Romano, A., Blaiotta, G., Di Cerbo, A., Coppola, R., Masi, P., Aponte, M., 2014. Spray-Dried Chestnut Extract Containing



- Lactobacillus rhamnosus* Cells as Novel Ingredient for a Probiotic Chestnut Mousse. J. Appl. Microbiol., 116 (6), 1632–1641. <https://doi.org/10.1111/jam.12470>.
- Sacchetti, G., Pinnavaia, G.G., Guidolin, E., Rosa, M.D., 2004. Effects of Extrusion Temperature and Feed Composition on the Functional, Physical and Sensory Properties of Chestnut and Rice Flour-Based Snack-like Products. Food Res. Int. 37 (5), 527–534. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2003.11.009>
- Santos, A.P.S.F., 2018. Colheita, Conservação e Transformação Da Castanha. In A cultura do castanheiro na Madeira - Manual Prático; Pombo, D. A., Aguiar, A. M. F., Eds.; Funchal; pp 175–192,
- Sequeira, C.A. 1999. Preservação, Recuperação, e Desenvolvimento Do Porco Bísaro. Caracterização e Valorização Dos Produtos Suínícos Alternativos. Projeto PAMAF-IED No 7173. 4º Relatório de Actividades. UTAD, Vila Real.
- Squillaci, G., Apone, F., Sena, L.M., Carola, A., Tito, A., Bimonte, M., Lucia, A.D., Colucci, G., Cara, F.L., Morana, A., 2018. Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) Industrial Wastes as a Valued Bioresource for the Production of Active Ingredients. Process Biochem., 64, 228–236. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2017.09.017>.



MANUAL DE
BOAS PRÁTICAS DO

Castanheiro

MANUAL DE
BUENAS PRÁCTICAS DEL

Castaño





MANUAL DE
BOAS PRÁTICAS DO

Castanheiro

MANUAL DE
BUENAS PRÁCTICAS DEL

Castaño



*Mas o fruto dos frutos, o único que ao mesmo tempo alimenta e simboliza,
cai de umas árvores altas, imensas, centenárias, que, puras como vestais,
parecem encarnar a virgindade da própria paisagem.*

Miguel Torga, *Um Reino Maravilhoso* (1941)

www.frontur.pt
www.frontur.es

