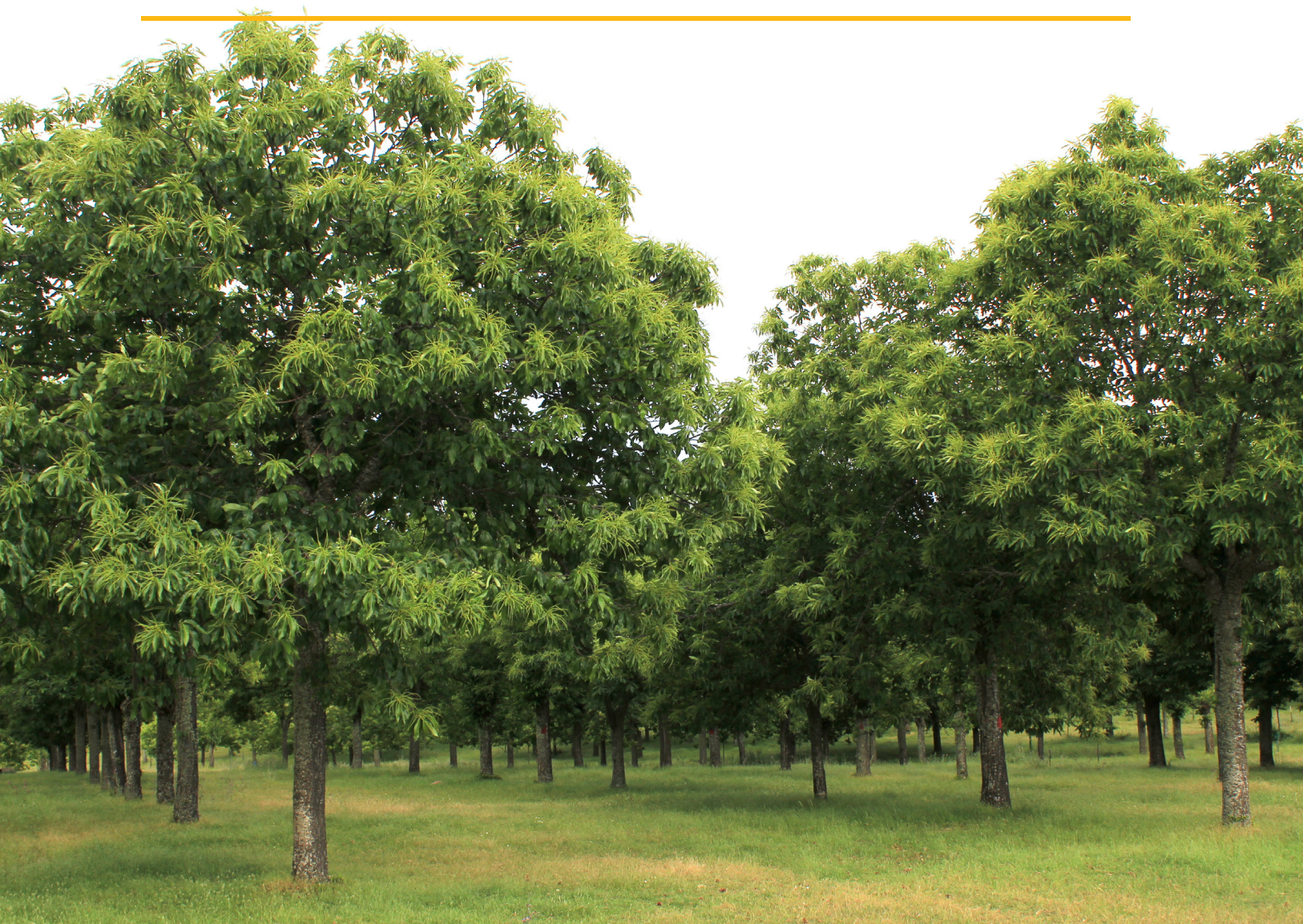

MANUAL DE
BOAS PRÁTICAS DO **Castanheiro**

MANUAL DE
BUENAS PRÁCTICAS DEL **Castaño**



MANUAL DE
BOAS PRÁTICAS DO **Castanheiro**

MANUAL DE
BUENAS PRÁCTICAS DEL **Castaña**



Dezembro de 2020
Diciembre de 2020

MANUAL DE
BOAS PRÁTICAS DO

MANUAL DE
BUENAS PRÁCTICAS DEL

Castanheiro

Castaño



- 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

PROYECTO 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 financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa Interreg V-A España - Portugal (POCTEP) 2014 - 2020.

Sistemas de condução e poda	149	Sistemas de conducción y poda	149
Sistemas de condução	149	Sistemas de conducción	149
A condução dos soutos	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 juvenes	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



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 Carrazedo de Montenegro.
Email: cगतmpereira@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



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 chancro 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 chancro 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 oscuro 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,

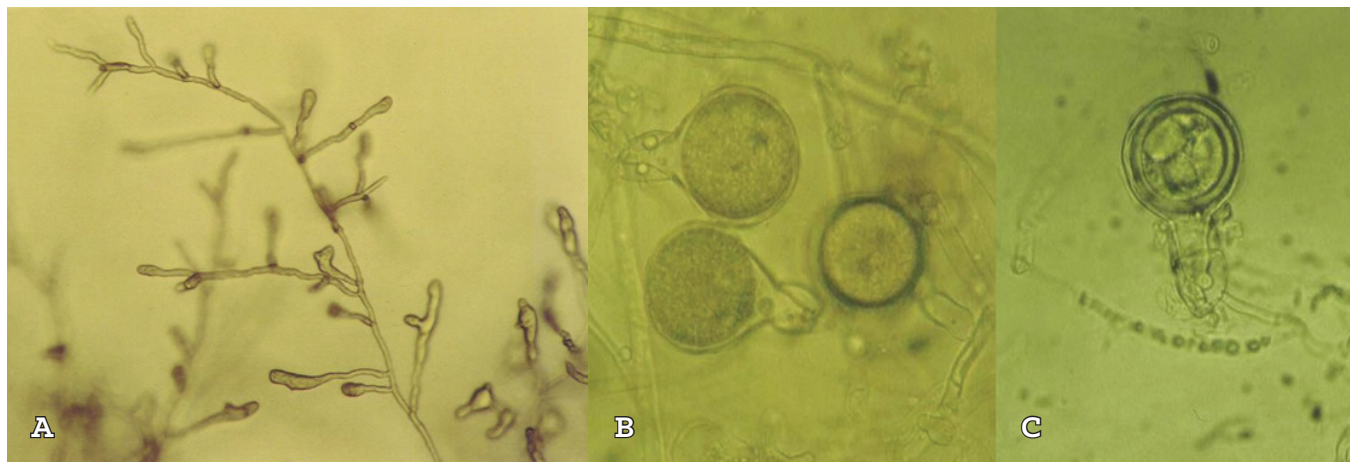


Figura 10.1 – *Phytophthora cinnamomi*. **A)** Micélio; **B)** Anterídeos; **C)** Oósporos
Phytophthora cinnamomi. **A)** Micelio; **B)** Anteridios; **C)** Oosporas



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 soutos 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 soutos 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.

introdujo 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 adquire 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 chancro de castaño en las ramas y los troncos.

Difusión de la enfermedad

El chancro 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 conídios en picnídio, 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-

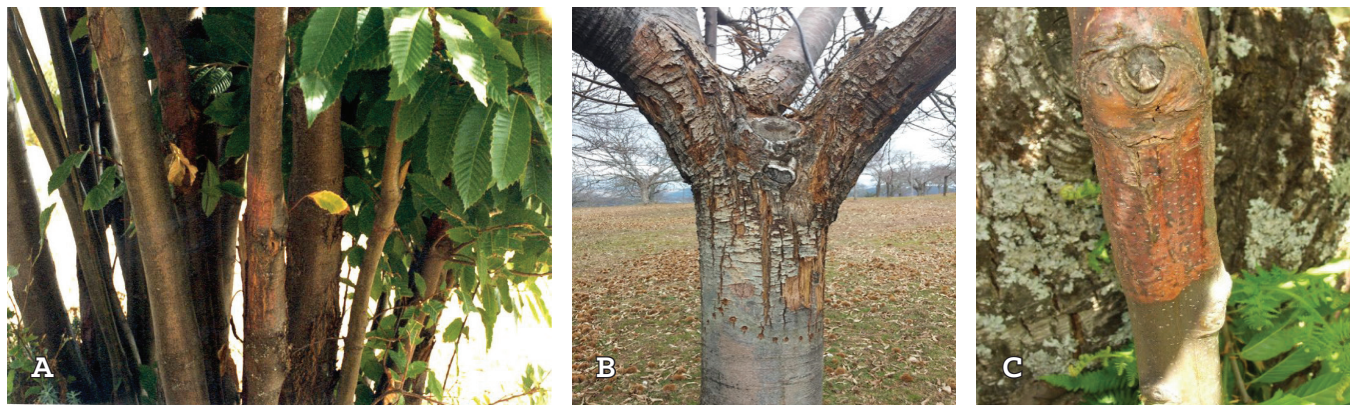


Figura 10.4 – Síntomas do Cancro do Castanheiro.

A) Cancro extensivo no tronco; **B)** chancros em ramos jovens; **C)** cancro associado a um corte.

Síntomas del chancro 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)** picnídios 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 húmedo.



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 cancos 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 bioproducto Biotisa.

O tratamento dos cancos é realizado por introdução das estirpes hipovirulentas compatíveis por “furos” ou por “pincelagem” conforme o indicado na Figura 10.6.

Em Portugal o bioproducto 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. parasitica*) 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. parasitica* 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 chancro del castaño.

En Portugal, la autorización para aplicar el método para tratar el chancro 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 chancro 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 chancro 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*



cro denominase Dictis, devendo ser aplicado nos cancro 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 cancro.

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 cancro 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 cancro 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 cancro. 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 cancro (zona entre el tejido sano y el tejido enfermo). 2.- Hacer agujeros alrededor del cancro 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 cancro (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 Phytopatological Society. St Paul, Minnesota, USA.

