Interreg Sudoe

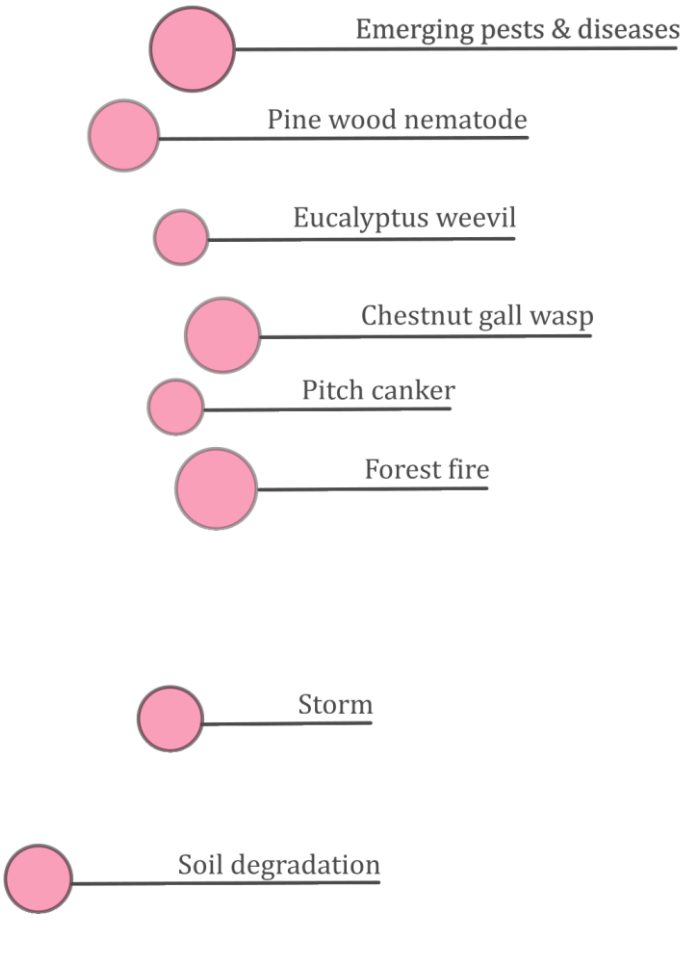
EUROPEAN UNION

Transnational plans for the management of forest risks

PLURIFOR

European Regional Development Fund

Plan de contingencia del chancro resinoso del pino (*Fusarium circinatum*)



Junio 2018

Table of contents

Table of contents ..... **i**
Resumen ejecutivo ..... **iii**
Autores ..... **iv**
Glosario ..... **v**
Abreviaturas ..... **ii**
Introducción **1**
Información general 1
Alcance geográfico trasnacional 2
Marco legislativo 3
Competencias **4**
Marco competencial 4
Nivel estratégico 4
Nivel táctico 5
Nivel operativo 5
Coordinación transfronteriza 6
Grupo de expertos consultores 6
Grupo regional de expertos consultores 6
Grupo de expertos asesores de transnacionales 8
Registro documental 8
Evaluación del riesgo **9**
Detección 9
Identificación 9
Plan de Contingencia **12**
Prevención 12
Vigilancia 12
Alerta temprana y activación del plan de contingencia 13
Gestión de crisis: respuesta para su erradicación/control 14
Medidas de primera fase 14
Medidas de segunda fase 16
Rehabilitación 17
Restauración del ecosistema 17
Recuperación industrial 17
Estrategia de comunicación **18**
Comunicación antes de la crisis 18
Interna 18
Externa 18
Comunicación de crisis: inicio 18
Interna 18
Externa 18
Comunicación durante la crisis 19
Interna 19
Externa 19
Comunicación de crisis: final 19
Interna 19
Externa 19

Mejora continua **20**
Revisión y mantenimiento del plan 20
Vigilancia del Plan de gestión de riesgos 20
Apéndices **21**
Nuevas tecnologías para el diagnostico de *F. circinatum*: 21
NGS 21
Uso de técnicas de secuenciación masiva para el diagnóstico de *F. circinatum* 21
qPCR 21
Referencias **22**

Resumen ejecutivo

El objetivo de este plan de contingencia es establecer los procedimientos y métodos para asegurar una respuesta rápida y efectiva a los brotes del chancro resinoso del pino producido por el hongo *Fusarium circinatum*. Además, establece los procedimientos de (i) prevención; buscar y muestrear el hongo; (ii) contención, medidas de cuarentena en los casos en los que se detecte este agente abiótico tan dañino; (iii) control y (iv) recuperación de masas afectadas. Por tanto, el plan está diseñado para ayudar a las autoridades a prevenir, monitorizar y restaurar áreas en las que la enfermedad se haya establecido.

Autores

Carmen Romeralo Tapia, Universidad de Valladolid, Palencia, España.

Diana Bezos García, Universidad de Valladolid, Palencia, España.

Julio Javier Diez Casero, Universidad de Valladolid, Palencia, España.

Helena Bragança, Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, Portugal.

Glosario

Anamorfo	Fase conídica, imperfecta o asexual en los ascomicetos y algunos basidiomicetos, en la que se producen esporas asexuales (clonales) o conidios.
Zona demarcada	Es la zona que incluye el foco detectado más la zona de seguridad alrededor de dicho foco.
Chancro	Lesión necrótica localizada muy visible cuya manifestación principal es una depresión más o menos pronunciada de la corteza y el cambium del árbol.
Diagnóstico	Determinación del agente causante de una plaga o enfermedad a través de la observación de sus signos y síntomas o mediante métodos moleculares.
Hospedante	Vegetal que presenta un parásito alojado.
Plan de contingencia	Plan de actuación dirigido a la prevención, contención y manejo de los agentes bióticos nocivos clasificados como organismos de cuarentena.
Plaga	Aparición y o crecimiento masivo y repentino de una población de seres vivos de la misma especie que causan graves daños a animales o vegetales.
Teleomorfo	Fase ascógena, perfecta o sexual en los ascomicetos, en el que se producen ascas (esporas hermanas).

Abreviaturas

CRP	Chancro resinoso del pino
DGAV	Direção-Geral de Alimentação e Veterinária
DRAP	Direção Regional de Agricultura e Pescas
EPPO	European and Mediterranean Plant Protection Organization
GNR	Guarda Nacional Republicana
ICNF, I.P.	Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P.
INIAV, I.P.	Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.
PCR	Polymerase Chain Reaction (Reacción en cadena de la polimerasa)
PDA	Patata Dextrosa Agar
PPC	Pine Pitch Canker disease
SEPNA	Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente
SNA	Spezieller-Nährstoffarmer Agar
UE	Unión Europea
UVa	Universidad de Valladolid

Introducción

Información general

Fusarium circinatum Nirenberg et O'Donnell (teleomorfo *Gibberella circinata* Nirenberg et O'Donnell) es un hongo patógeno que produce el chancro resinoso del pino (CRP), o en sus siglas en inglés PPC (Pine Pitch Canker disease), afectando a plantaciones y bosques naturales de especies de coníferas por todo el mundo. Afecta a más de 50 especies de pinos (como *P. sylvestris*, *P. pinaster*, *P.nigra*, *P. brutia*…etc) y al abeto de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*). También se ha encontrado en hierbas de la familia *Poaceae* de forma asintomática. Los principales síntomas de la infección son los chancros resinosos del tronco o ramas grandes que dan nombre la enfermedad. Como consecuencia, se produce una decoloración y posterior defoliación, reducción del crecimiento y la muerte de los árboles debido al anillado que produce el hongo en troncos y ramas. Los troncos afectados pueden deformarse siendo susceptibles a derribos por vientos fuertes. Los daños más severos se asocian a plantaciones de Pino radiata. Además de en bosques y plantaciones también está presente en viveros afectando a semillas y plántulas. Los síntomas en plántulas no son específicos de la enfermedad, ya que produce pudrición del cuello de la raíz, marchitamiento, debilitamiento y posterior muerte, al igual que otros hongos que provocan el "damping-off". El hongo se ha encontrado en regiones de América del Norte, Central y del Sur, Asia, Sudáfrica y Sur de Europa. La distribución mundial se actualiza por la European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) Global Database (https://gd.eppo.int/).

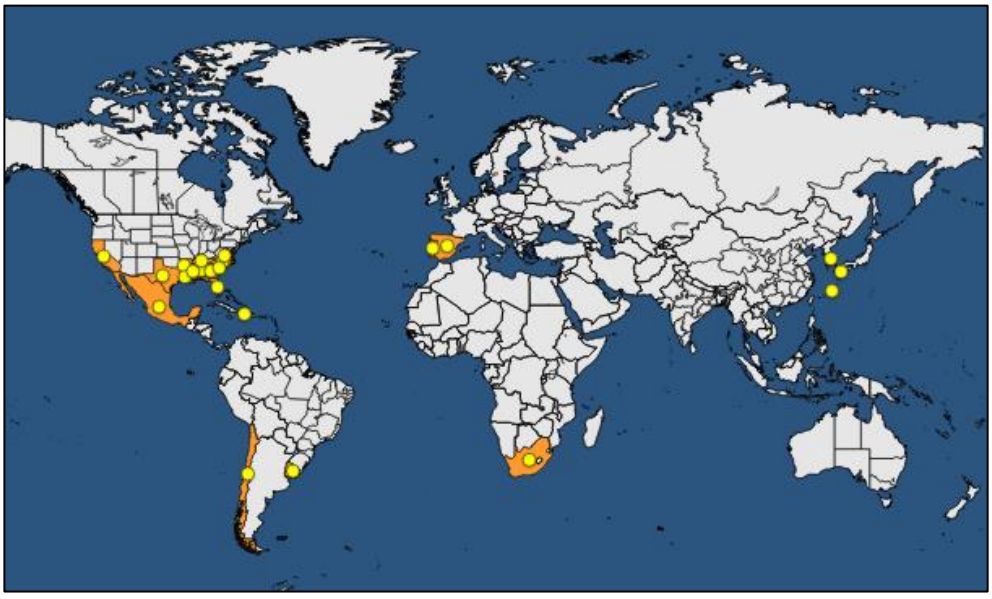


Figura 1: Distribución mundial del patógeno *F. circinatum* (EPPO; https://gd.eppo.int/).

Las esporas de *F. circinatum* transportadas por el viento, salpicaduras de lluvia o insectos, entran al árbol a través de las heridas del árbol. Los factores ambientales que más influyen en la infección son la temperatura y la humedad. Una alta humedad ambiental y una temperatura superior a 20ºC favorecen el proceso de infección, al facilitar la germinación esporal. Aunque el hongo posee

esporas sexuales y asexuales, sólo las sexuales, micro y macroconidios se han observado en campo. La susceptibilidad de los árboles se incrementa si están sometidos a situaciones de estrés hídrico, altas densidades de plantación o suelos poco favorables. La dispersión del hongo a largas distancias se produce por el movimiento de suelo, semillas, material vegetal o planta contaminada, mucha de la cual es asintomática en el momento de la distribución. A temperaturas moderadas, el patógeno puede sobrevivir hasta 1 año o más en suelo seco o madera.

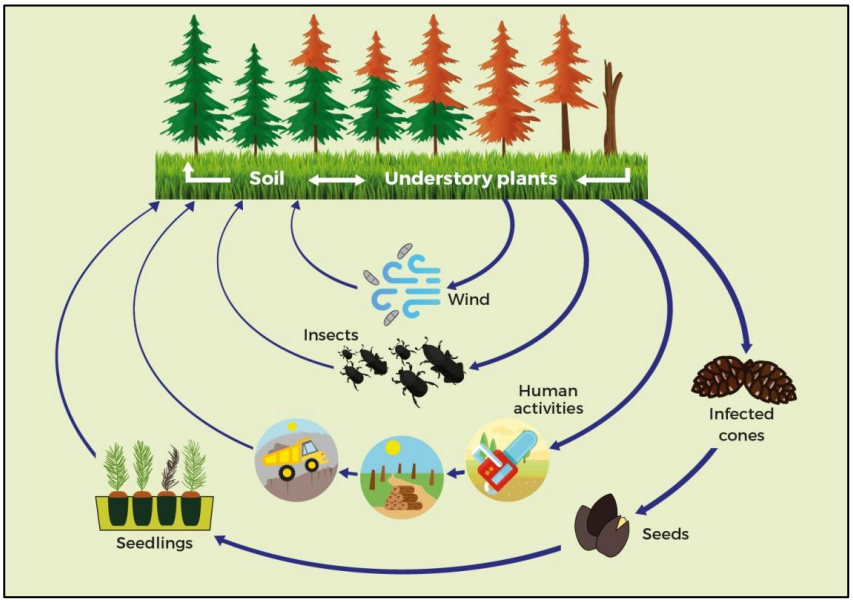


Fig. 2: Ciclo de la enfermedad producida por *F. circinatum* (Fuente: D. Rojo (http://be.net/DaniRojoG).

El chancro resinoso del pino amenaza seriamente a las plantaciones forestales en las áreas del mundo en las que las condiciones ambientales son favorables para su desarrollo. Además de las pérdidas económicas, el chancro resinoso puede reducir los usos recreativos y el turismo de las masas afectadas así como de parques y jardines.

Fig. 3: Síntomas y signos de la infección por *F. circinatum* (J.J.Diez Casero y P. Martínez-Álvarez)

Alcance geográfico trasnacional

Este plan establece medidas cuando la infección del CRP afecte a regiones de Portugal, Galicia, Cantabria y Castilla y León.

Marco legislativo

Region Castilla y León

Sobre indemnizaciones a afectados por la enfermedad
http://bocyl.jcyl.es/boletines/2008/05/20/pdf/BOCYL-D-20052008-43.pdf

Region Cantabria

BOC 82 28 Abril 2008 DES/32/2008
(https://boc.cantabria.es/boces/verAnuncioAction.do?idAnuBlob=132297)

Region España

RD 637/2006 (https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2006-10287) y modificación 35/2010 (https://www.boe.es/boe/dias/2010/02/19/pdfs/BOE-A-2010-2695.pdf).

Region Portugal

Portaria n.º 294/2013 (https://dre.pt/pesquisa/-/search/500414/details/maximized?dreId=135862).

European Union legislation

Para prevenir la introducción y dispersión dentro de la Unión Europea (Decision 2007/433/EC), además es un organismo de cuarentena (2014/78/EU) incluida en la lista A2 de la EPPO.

International legislation

No aplica

Competencias

Marco competencial

Nivel estratégico

Las competencias en materia de sanidad forestal corresponden a diferentes organismos en función de la cada región.

Region Castilla y León

Las competencias en materia de Sanidad Forestal corresponden a la Dirección General del Medio Natural de la Consejería de Medio Ambiente (Decreto 75/2007) de la Junta de Castilla y León.

Existe una perfecta coordinación con los responsables del Servicio de Sanidad Vegetal de la Consejería de Agricultura, dado que es un organismo de cuarentena.

Region Galicia

Las competencias en esta región son de la Consejería del Medio Rural (Decreto 562/2005) de la Xunta de Galicia.

Region Cantabria

Las competencias en esta región en materia de Sanidad Forestal así como la gestión en materia de recolección de semillas y resto de material forestal de reproducción, corresponden a la Sección de Produción y Mejora Forestal. Dicha Sección se encuentra incluida en el Servicio de Montes de la Dirección General del Medio Natural, que a su vez depende de la Consejería de Medio Rural, Pesca y Alimentación.

Region Portugal

Las competencias de sanidad forestal son competencia del Instituto de Conservación de la Naturaleza y los Bosques (ICNF, I.P.) con la colaboración de la Dirección General de Alimentación y Veterinaria (DGAV) y del Instituto Nacional de Investigación Agraria y Veterinaria (INIAV, I.P.)

Además de la Estructura de Coordinación Operativa bajo la responsabilidad de la DGAV y del ICNF, IP, existe una Estructura de Coordinación Estratégica dirigida a la gestión del riesgo, actuando junto al poder político, transmitiendo las necesidades para implementar las medidas de prevención y control. La coordinación estratégica se pretende que influya o determine políticas, procedimientos, responsabilidades y autoridades que orienten la coordinación operativa de medios y recursos para alcanzar los objetivos pretendidos.

Transboundary coordination

A nivel estratégico, se recomienda una estructura transnacional para gestionar el riesgo del CRP que determine políticas y procedimientos para coordinar las acciones necesarias entre los distintos organismos.

Nivel táctico

Region Castilla y León

- Corresponde la gestión en materia de sanidad forestal al Servicio de Defensa del Medio Natural y su Sección de Sanidad Forestal.

- Corresponde la gestión en materia de recolección de semillas y producción de material forestal de reproducción al Servicio de Restauración de la Vegetación. De él depende el Banco de Semillas y el Vivero Central de Valladolid (Decreto 54/2007).

Region Galicia

Serán competentes para dictar resoluciones relativas a medidas de lucha contra el organismo nocivo:
a) La Dirección General de Biodiversidad para actuaciones en masas forestales.

b) La Dirección General de Desarrollo Rural para actuaciones en viveros.

Region Portugal

Varias entidades están envueltas en la gestión de riesgo del chancro resinoso del pino en diferentes áreas de intervención; prevención, previsión, gestión del riesgo, control y erradicación, rehabilitación, englobando en un esfuerzo común instituciones públicas y privadas así como asociaciones forestales, propietarios e industrias de base forestal.

Transboundary coordination

A nivel táctico, se recomienda una estructura transnacional para gestionar el riesgo del CRP que determine políticas y procedimientos para coordinar las acciones necesarias entre los distintos organismos.

Nivel operativo

Region Castilla y León

Se coordinan las labores desde el Centro de Sanidad Forestal de Calabazanos (Palencia) dependiente de la Sección de Sanidad Forestal.

- Colaboran activamente las Secciones de Protección de la Naturaleza de los Servicios Territoriales de Medio Ambiente (división territorial por provincias).

- Las muestras tomadas son remitidas y analizadas (hasta la fecha) en el laboratorio de diagnóstico de la Estación Fitopatológica “do Areeiro”, dependiente de la Diputación Provincial de Pontevedra.

Region Galicia

El equipo de emergencia estará compuesto por:

Presidente: Subdirector General de Producción Agraria Sostenible y Fomento Asociativo

Vicepresidente: Subdirector General de Recursos Forestales

Vocal 1º.- Jefe de servicio de Producción Agraria Sostenible y Sanidad Vegetal.

Vocal 2º.- Jefe de Servicio de Producción e Industrias Forestales.

Region Cantabria

Se coordinarán las labores desde la Sección de Producción y Mejora Forestal, dependiente del Servicio de Montes.

Las muestras tomadas serán remitidas a los laboratorios del CIFA, dependiendo de la dirección General de Ganadería y Desarrollo Rural de la Consejería de Medio Rural, Pesca y Alimentación.

Region Portugal

Las competencias de sanidad forestal son competencia del Instituto de Conservación de la Naturaleza y los Bosques (ICNF, I.P.) con la colaboración de la Dirección General de Alimentación y Veterinaria (DGAV) y del Instituto Nacional de Investigación Agraria y Veterinaria (INIAV, I.P.) Además, hay otras entidades involucradas en el desarrollo de tareas en las distintas etapas de gestión (Tabla 1)

Tabla 1: Entidades responsables en las distintas etapas de gestión del riesgo en la región de Portugal.

Acciones de prospección	Acciones de control y erradicación	Acciones de inspección y fiscalización	Análisis de Laboratorios	Prevención
ICNF, I.P. DGAV	ICNF, I.P. DGAV	ICNF, I.P. DGAV	INIAV, I.P Otros laboratorios públicos o privados	ICNF, I.P. DGAV INIAV, I.P.
DRAP	DRAP	GNR-SEPNA		DRAP Agentes del sector

Coordinación transfronteriza

Se intentará realizar una actuación más eficiente para combatir el CRP mediante la coordinación de los distintos grupos transnacionales en las medidas de prevención, contención, control, erradicación y restauración de las zonas afectadas.

Grupo de expertos consultores

Grupo regional de expertos consultores

Se establecerá un equipo de dirección de emergencia para tratar los aspectos tácticos y operacionales del plan. Establece las medidas de obligado cumplimiento para la erradicación y el control de determinados agentes. Será responsabilidad de este grupo:

1.- Hacer una estimación del riesgo derivado del brote

2.- Realizar una investigación para determinar la extensión del brote y las posibilidades para su erradicación así como los costes.

3.- Movilizar y administrar los recursos para poder llevar a cabo el programa de erradicación y control.

4.- Facilitar y autorizar a los operadores para llevar a cabo las medidas oficiales.

5.- Establecer comunicación con otros organismos.

Region Cantabria

Como responsables actuarán:

-El Jefe del Servicio de Montes.

-La Jefa de la Sección de Producción y Mejora Forestal.

-El personal técnico que trabaja como asistencia técnica para la Sección de Producción y Mejora Forestal, así como el disponible en las dependencias del CIFA.

Region Castilla-León

- Como responsables actúan:

- El Jefe del Servicio de Defensa del Medio Natural.

- El Jefe de la Sección de Sanidad Forestal.

-Se cuenta con el apoyo técnico de los ingenieros del CSF Calabazanos para el asesoramiento, coordinación y control de las labores.

Region Galicia

El equipo de emergencia estará compuesto por:

Presidente: Subdirector General de Producción Agraria Sostenible y Fomento Asociativo

Vicepresidente: Subdirector General de Recursos Forestales

Vocal 1º.- Jefe de servicio de Producción Agraria Sostenible y Sanidad Vegetal.

Vocal 2º.- Jefe de Servicio de Producción e Industrias Forestales.

Se cuenta con un equipo científico asesor para estimar el riesgo, dar consejo de la disposición segura del material contaminado, dar recomendaciones de limpieza y desinfección y establecer planes de investigación futuros del hongo. Este equipo científico asesor estará compuesto por:

- Responsable de Patología Vegetal del Laboratorio Agrario Fitopatológico de Galicia.

- Director del Laboratorio Fitopatológico de Areeiro

- Miembro de Patología Vegetal de la USC.

Region Portugal

En Portugal, el equipo de emergencia estará compuesto por: ICNF, I.P., DGAV, INIAV, I.P., DRAP y otros agentes del sector.

Grupo de expertos asesores de transnacionales

Se conformará un grupo asesor de expertos internacionales que estará conformado por miembros de las regiones implicadas, la UVa, el gobierno de Cantabria, TRAGSA, ICNF, I.P…..etc.

Registro documental

Se desarollará una base de datos en la propia intranet del proyecto PLURIFOR en la se registrarán todos las reuniones y las decisiones que se vayan tomando para realizar un seguimiento de toda la información para concultas futuras y mejoras. Debe ser común para todas las regiones para intercambiar fácilmente toda la información.

Evaluación del riesgo

Detección

Para la detección del patógeno se recomiendan prospecciones periódicas en diferentes niveles de actuación con el objetivo de minimizar los riesgos de instalación y dispersión de la enfermedad. Las acciones de prospección, que tienen como objetivo la detección del patógeno y el análisis de riesgo asociado a la presencia de la enfermedad, cuentan con varias fases; prospección, toma de muestras y análisis en el laboratorio e identificación del patógeno.

Los recolectores, productores y proveedores de semillas, viveristas, agricultores, silvicultores, operadores de industrias de primera transformación de la madera, importadores y profesionales que ejerzan actividades relacionadas con la protección vegetal deberán notificar inmediatamente al órgano competente de la región la existencia de vegetales o productos vegetales con síntomas de *F. circinatum* .

Identificación

Los procedimientos para la identificación de *G. circinata* en especies del género *Pinus* y *Pseudotsuga menziesii* incluyen métodos morfológicos y moleculares. La identificación puede llevarse a cabo mediante:

i) El aislamiento del hongo desde el tejido vegetal en medio semi-selectivo seguido de identificación morfológica y posteriormente identificación molecular en el caso de duda.

ii) Detección directa del hongo *in planta* mediante métodos moleculares (PCR convencional, PCR a tiempo real con SyBr green o con sondas Taqman).

Morfológica

Para la identificación morfológica, se emplean dos medios de cultivo para el crecimiento de los aislados: Patata Dextrosa Agar (PDA) seguido por Spezieller-Nährstoffarmer Agar (SNA). De forma complementaria, también se puede emplear otro medio de cultivo; Carnation Leaf Agar (CLA). En PDA se estudian la morfología de la colonia y la pigmentación para identificar *Fusarium* spp. mientras que en SNA la formación de estructuras específicas de *F. circinatum* como microconidios, polifiálidas y hifas estériles enrolladas. Diez días después de la incubación en placas con SNA a temperatura ambiente, se observan los aislados y se confirman como *F. circinatum* según sus caracteres morfológicos descritos según Nirenberg y O'Donnell (1998) y Britz et al. (2002).

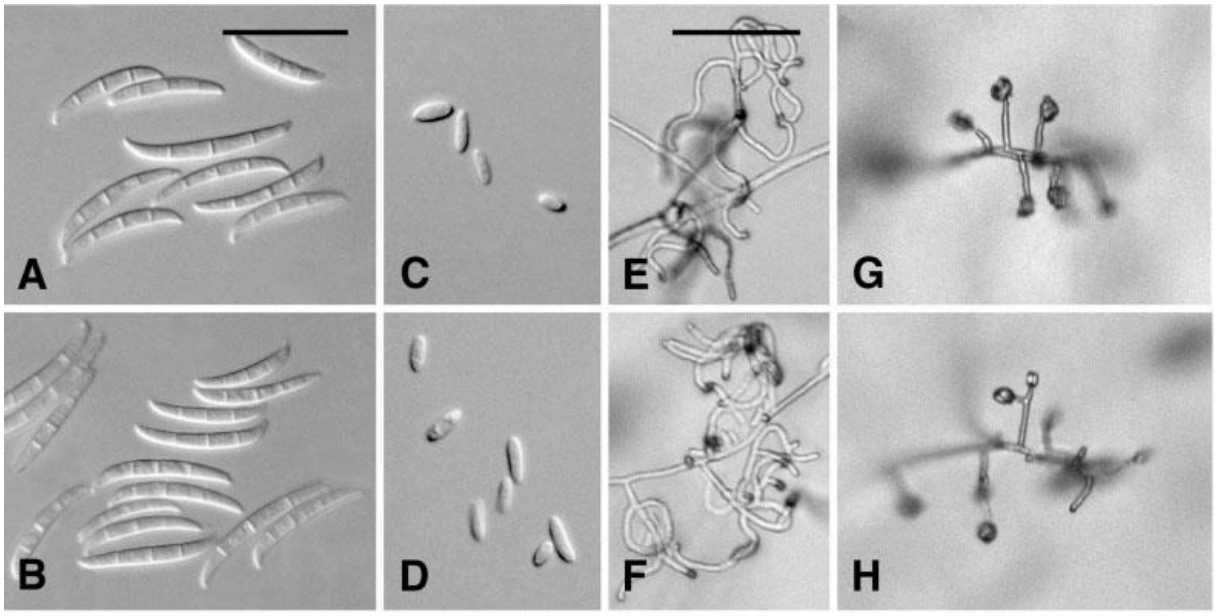


Fig. 4. *Fusarium circinatum* A-B Macroconidios; C-D, Microconidios; E-F hypahl coils; G-H: Microconidia *in situ* en CLA. A-D escala =25 microm, E-H escala=50 microm (Fuente: Leslie & Summerell).

Diez días después de la incubación en medio de cultivo PDA, la colonia debe exhibir un margen entero un micelio aéreo blanco algodonoso con un matiz color salmón en el medio o con pigmentos violetas o morados en el agar. En medio de cultivo SNA (Fig. 4), los microconidios son agregados con falsas cabezas con conidióforos ramificados, conidióforos de mono y polifiálidas, microconidios ovoides en el micelio aéreo la mayoría sin septos o con ocasionalmente un septo. No se observan clamidiosporas. Las hifas estériles enrolladas son características de esta especie y se observan con claridad en este medio.

Molecular

Para la identificación molecular existen varios métodos disponibles. Los distintos métodos tienen diferente especificidad para confirmar la identidad del estado anamorfo de *G. circinata* aislado en cultivo puro o bien para detectar e identificar directamente *G.circinata* en planta (tejido vegetal y semillas).

i) Un test PCR-RFLP (Restriction Fragment Lenght Polymorphism), con cebadores y un patrón RFLP desarrollado por Steenkamp et al (1999) es apropiado para la identificación del estado anamorfo de *G.circinata* en cultivo puro. Los contaminantes o el material de partida (hospedante) pueden afectar a la calidad y número de los productos de PCR.

ii) PCR con SyBr green a tiempo real o PCR convencional con cebadores diseñados por Schweigkofler et al. 2004 puede ser útil para la identificación del hongo en cultivo puro así como para la detección directa del patógeno en semillas. Sin embargo, al emplearlo en muestra de ADN de plantas, se debe llevar a cabo la verificación del producto de PCR mediante secuenciación por PCR convencional o mediante análisis de la curva de melting (temperatura a la cual el 50% del ADN presente en nuestra muestra se desnaturaliza) en PCR a tiempo real con SyBr green. No obstante, la infección con otras especies del género es frecuente y una especiación críptica se ha descrito para el complejo *Gibberella fujikuroi* sp. (Steenkamp et al. 2002). Reacciones cruzadas de PCR pueden ocurrir con especies del género

Fusarium que estén cerca filogenéticamente, especialmente cuando se tienen grandes cantidades de ADN.

iii) Método para PCR a tiempo real con cebadores y una sonda de hibridación diseñada por Ioos et al. (2009) puede ser útil para la identificación del hongo en cultivo puro así como para detección directa del patógeno en tejido vegetal, incluyendo semillas. Este método ha probado ser más sensible que la PCR convencional (sensibilidades de 79,1% y 58,6% respectivamente, Ioos et al. 2009) y su especificidad se fortalece gracias a la combinación de los cebadores específicos y la sonda.

Plan de Contingencia

Prevención

Las **medidas preventivas** pretenden minimizar los riesgos de introducción, instalación y dispersión del CRP. Las principales medidas preventivas son:

1) **Estimación de riesgos de las vías de entrada del patógeno.** Debe de llevarse a cabo una valoración de los riesgos de todas las posibles vías de entrada del patógeno. La importación de semillas de Pino y *Pseudotsuga* de las localizaciones susceptibles debe de ser controlada ya que este material está considerado de alto riesgo. La transmisión de las esporas de este hongo puede llegar a través de:
    a. Inóculo de alto riesgo: madera, leñas, artrópodos, polen, cultivos de tejidos, estaquillas, plantas, contenedores de carga aérea y marítima, semillas para siembra, suelo, turba, compost, mezclas de sustrato, maquinaria pesada.
    b. Inóculo de riesgo medio: calzado, equipamiento de camping, embalajes.
    c. Inóculo de bajo riesgo: Paquetes postales, maletas, bienes, semillas para consumo humano, piñones, piñas.
2) **Desinfección.** Se debe llevar a cabo en las instalaciones del material de reproducción y en el equipamiento y maquinaria empleado para prevenir el desarrollo y dispersión del patógeno. Está desinfección será realizada por el personal de mantenimiento en las plantaciones y bosques naturales.
3) **Información y sensibilización.** Debe disponerse de información actualizada sobre el comportamiento del patógeno, medidas de prevención y control que estén disponibles en formato digital para las personas interesadas. Por otra parte, deberán realizarse campañas de sensibilización dirigidas personal técnico y público en general. Por último, conviene realizar acciones de **formación** a los técnicos e inspectores fitosanitarios para mejorar y actualizar sus conocimientos del comportamiento del hongo y su dispersión.

Vigilancia

Las regiones deberán efectuar en sus respectivos ámbitos territoriales prospecciones y controles sistemáticos encaminados a descubrir la presencia del organismo sobre los vegetales y productos vegetales de las especies sensibles, con particular atención a las masas forestales y al material forestal de reproducción. Se realizará al menos una prospección al año, localizada en el período más favorable para la detección visual de síntomas. Las zonas demarcadas serán aquellas que incluyan una parte en la que se haya comprobado la presencia del organismo y otra parte que actúe como zona de seguridad o tampón, de una anchura no inferior a un kilómetro.

1. **Prospecciones periódicas en masas forestales del Género *Pinus*.**

Se recomienda realizar prospecciones periódicas en masas forestales de especies susceptibles, especialmente del género *Pinus*. Se realiza a través de las parcelas permanentes de las redes de

daños autonómicas (8x8), red de daños europea Nivel I (16x16), o red especial establecida para detección de Fusarium (2x2). Se realizará una caracterización del estado fitosanitario de los árboles así como la presencia de síntomas o signos de la enfermedad (observación/inspección visual). Cuando se encuentren posibles síntomas o signos asociados a la presencia del CRP se deberán tomar muestras de tejidos en el margen de las lesiones así como muestras de madera (no sólo corteza, y floema, sino todo el xilema que se pueda).

2. **Prospecciones periódicas de viveros productores de plantas**

Se recomienda realizar prospecciones periódicas en los centros productores de plantas y tomar muestras en todos ellos, tanto sintomáticas como asintomáticas. Es muy importante tomar muestras de las plántulas asintomáticas puesto que se ha comprobado que pueden tener ya la enfermedad y tardar en desarrollar los síntomas.

3. **Prospecciones de material forestal de reproducción (plantas, semillas y partes de plantas utilizada en repoblaciones)**

Se llevará a cabo una especial vigilancia de los materiales forestales de reproducción implicados en la producción y comercialización de especies sensibles. La vigilancia consistirá, no sólo en inspecciones visuales, sino también en la recogida de muestras para su análisis de laboratorio. El análisis de las semillas se realizará de acuerdo con los protocolos establecidos. Asimismo, se controlará el cumplimiento de la legislación vigente sobre los documentos que han de amparar a los vegetales o productos vegetales adquiridos o expedidos por los viveros.

4. **Control de insectos vectores**

Se recomienda llevar un control de los posibles insectos vectores del CRP primero mediante el muestreo en campo y luego su posible identificación en laboratorio. Los potenciales insectos vectores del CRP son los escolítidos (géneros *Tomicus*, *Hylastes*, *Hylurgus*, *Ips* y *Pityophthorus*), los perforadores de piñas y tronco, los insectos chupadores.

Alerta temprana y activación del plan de contingencia

Si, como consecuencia de los resultados de las prospecciones se confirmara la presencia de un foco inicial del organismo se procederá a realizar las medidas establecidas en el RD 2006:

a) En el caso de masas forestales, incluido el material de base para la producción de material forestal de reproducción:

1.º Se delimitará la extensión del foco o zona infestada mediante la recogida y análisis de muestras de árboles con síntomas y sin síntomas hasta que no se detecten árboles afectados y, en consecuencia, se declarará contaminada la superficie correspondiente.

2.º Se procederá a la eliminación del material sensible presente en dicha zona afectada.

b) En el caso del material forestal de reproducción, se delimitará la zona infestada y se declararán probablemente contaminados los campos e instalaciones en las que se utilicen los mismos medios de producción y se procederá a la eliminación de todo el material sensible afectado.

c) En el caso de las semillas, se procederá a la destrucción inmediata del lote afectado. Los demás lotes, que formen parte del mismo lugar de producción y tengan posibilidades de contaminación, se declararán probablemente contaminados y se inmovilizarán hasta que la comunidad autónoma competente del lugar en que se hallen decida expresamente su destino en función de las investigaciones que se realicen al respecto.

Gestión de crisis: respuesta para su erradicación/control

Medidas de primera fase

Medidas preventivas.

Tras la realización de las actuaciones inmediatas descritas anteriormente, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

1. En el caso de masas forestales:

a) Se establecerá una zona de seguridad o tampón alrededor del foco detectado, que quedará delimitada en función de los conocimientos sobre la epidemiología de la enfermedad y de los métodos de profilaxis específicos.

b) Dicha zona de seguridad tendrá una anchura mínima de un kilómetro y en ella se efectuará un seguimiento intensivo en las épocas adecuadas.

c) En la zona demarcada constituida por el foco detectado y la zona de seguridad se adoptarán las siguientes medidas:

1.º Tala y eliminación de la parte aérea cortada de todas las plantas de especies sensibles que presenten síntomas de la enfermedad. Este hecho dará lugar al establecimiento de nuevas zonas de seguridad y la variación de los límites geográficos de la zona demarcada.

2.º En los casos en que sea factible, tratamiento preventivo contra los insectos vectores en las épocas de vuelo correspondientes con una materia activa apropiada que determinará la comunidad autónoma y tratamiento fungicida adecuado para prevenir la aparición del organismo.

3.º Prohibición de la salida de vegetales o productos vegetales, incluida la madera, de las especies sensibles fuera de la zona demarcada. Aunque en el caso de que las instalaciones donde se dirige el material infectado para realizar las labores necesarias no se encuentren en el interior de la zona demarcada o se supere la capacidad de tratamiento de éstas, se podrá remitir el desplazamiento, bajo control oficial, de dicho material hasta un punto de tratamiento donde realizarlas, adoptando las precauciones necesarias para evitar la diseminación del hongo y vectores (RD 65/2010 que modifica el artículo 8 a) del RD 637/2006)

4.º Prohibición de siembra, plantación o replantación de especies sensibles, mientras se mantenga la zona demarcada. La región podrá autorizar la plantación de progenies y clones resistentes de las especies sensibles con fines de experimentación científica debidamente justificada.

5.º Obligatoriedad de desinfectar las herramientas de la explotación, especialmente las de corta y poda, después de efectuada la operación en cada ejemplar.

6.º Investigación epidemiológica del origen de la planta de especies sensibles en el caso de masas de repoblación artificial.

7.º En el caso de que en el interior de la zona demarcada existiese alguna instalación de material forestal de reproducción se declarará inicialmente probablemente contaminada y se inmovilizarán sus existencias del material sensible hasta que la región decida expresamente su destino en función de las investigaciones que se realicen al respecto.

2. En el caso de parques de industrias de primera transformación e industrias que utilizan maderas sin elaborar, las regiones en las que se confirme la presencia de parcelas contaminadas podrán elaborar un plan de actuación para todos los parques de madera situados en su territorio, en el que se determinarán la medidas necesarias para minimizar la dispersión del organismo, entre ellas, medidas para reducir las poblaciones de insectos que puedan actuar como vectores potenciales.

3. En los demás casos, distintos de las masas forestales y parques de industrias de primera transformación e industrias que utilizan maderas sin elaborar, entre otros, instalaciones de material forestal de reproducción, como viveros, sequeros, y almacenes y centros de distribución de plantas y semillas:

a) Se declarará contaminado el material que tras, los análisis procedentes, confirmen la existencia del organismo.

b) Se llevará a cabo una investigación epidemiológica del origen de todo el material de especies sensibles de la instalación susceptibles de contaminación. En su caso, si el origen del que presuntamente procede el material forestal de reproducción contaminado está ubicado en otra región, se comunicará para que ésta efectúe las oportunas inspecciones e indagaciones.

c) Se investigarán los destinos de otros suministros efectuados por la entidad de procedencia del material de reproducción afectado como mínimo desde los 24 meses anteriores al de confirmación del foco inicial, para lo cual se remitirá la información obtenida a las regiones de destino y a la Dirección General de Agricultura.

d) Se establecerá una zona de seguridad o tampón alrededor de foco o zona infestada de una anchura mínima de 1 kilómetro y en ella se efectuará un seguimiento intensivo en las épocas más adecuadas.

Medidas de control y erradicación. Control químico y prácticas culturales.

a. Viveros. La higiene es la práctica más útil. Todas las plantas con damping off deberán de ser eliminadas, para evitar la esporulación en el material infectado. Este material deberá de ser quemado o enterrado con cal. Las camas deberán de ser fumigadas con Basamid. El sustrato y las bandejas deberán de ser autoclavados y las semillas tratadas con termoterapia. Estas plantas no deberán de ser vendidas en ningún área fuera de la zona de cuarentena.

b. Zonas recreativas. Todos los árboles afectados deberán de ser cortados. Los árboles maderables deberán de ser procesados en plantas dentro del área afectada para pulpa, tableros o pellets. Su uso para el aserrado no está permitido. Las ramas y otros restos deberán de ser incinerados.

c. Plantaciones. Todos los árboles deberán de ser quemados. Los árboles maderables deberán de ser procesados en plantas dentro del área afectada para pulpa o tableros. Su uso para el aserrado no está permitido. Las ramas y otros restos deberán de ser incinerados. Existiendo también la posibilidad de que estos árboles puedan ser retirados con las medidas preventivas oportunas, tal como se indica en el referido RD 65/2010 apartado 4.

d. El equipamiento y maquinaria utilizados en estas operaciones deberá de ser lavado y desinfectado convenientemente antes de abandonar la zona para minimizar el riesgo de movimiento de inóculo fúngico a otras zonas.

Circulación de vegetales y productos vegetales originarios de las zonas demarcadas.

1. Las regiones podrán establecer el traslado de madera y productos de primera transformación de la misma desde las zonas demarcadas a zonas distintas de éstas si estos productos van acompañados por un pasaporte fitosanitario una vez que:

1.º Haya sido descortezada completamente, y

2.º Haya sido sometida a un tratamiento térmico adecuado de forma que la temperatura central de la madera alcance un mínimo de 56 ºC durante 30 minutos.

Cuando las instalaciones donde se puedan realizar estas labores no existan en el interior de la zona demarcada, se podrá permitir el desplazamiento bajo control oficial de dicho material al punto más cercano de la región donde realizarlas, adoptando las precauciones necesarias para evitar la diseminación del hongo y sus vectores durante el traslado y hasta el momento en que no exista peligro de propagación del organismo. En este caso, las instalaciones receptoras del material deberán estar autorizadas para realizar esta actividad e inscritas en un registro oficial establecido al respecto.

2. Las regiones podrán establecer el traslado de vegetales probablemente contaminados desde las zonas demarcadas a zonas de su territorio distintas de éstas, si van acompañados por un pasaporte fitosanitario una vez que:

1.º Los vegetales hayan sido inspeccionados oficialmente encontrándose libres de síntomas y se haya comprobado con los análisis pertinentes que están libres de la enfermedad, y

2.º No se ha observado ningún síntoma en los alrededores inmediatos desde el inicio del último ciclo vegetativo completo.

Medidas de segunda fase

La zona demarcada tendrá una vigencia mínima de dos años antes de considerar erradicado el foco siempre que durante este período no se hayan detectado nuevos brotes del organismo en ella. Hay que tener en cuenta que erradicar la enfermedad es prácticamente imposible, por lo que hay que convivir con ella tanto en el vivero como en el monte.
Entre las medidas que se pueden emplear a largo plazo para combatir el CRP destacan:

1. El uso de individuos (genotipos) o procedencias que sean resistentes a la enfermedad.
2. La utilización de plantas no hospedantes (no pertenecientes a los géneros *Pinus* y *Pseudotsuga*).
3. Prospecciones periódicas y los seguimientos. Se recomienda seguir con el seguimiento anual sobre todas las especies susceptibles.

Rehabilitación

Restauración del ecosistema

La zona demarcada tendrá una vigencia mínima de dos años antes de considerar erradicado el foco siempre que durante este período no se hayan detectado nuevos brotes del organismo en ella. Para la recuperación de las áreas afectadas por la enfermedad habrá que identificar el nivel de ataque y si la estrategia de respuesta ha sido efectiva.

Recuperación industrial

Para la recuperación de la zona desde el punto de vista productivo, y una vez pasados dos años sin presencia de la enfermedad, se puede reforestar la zona con especies menos susceptibles al patógeno.

Estrategia de comunicación

La coordinación general se llevará a cabo a través del Comité Fitosanitario Nacional, creado por el RD 1190/1998, de 12 de junio. Con el fin de favorecer la coordinación técnica del programa, así como para evaluar las novedades científicas y técnicas que puedan ser incluidas en el mismo, dicho Comité podrá crear un Grupo de Trabajo de Expertos para la evaluación anual de los resultados obtenidos y elaboración de propuestas para su mejora.

Comunicación antes de la crisis

Interna

En las administraciones se deberá establecer una estrategia de comunicación interna en la que se incluyan novedades en la biología del hongo y sintomatología, medidas de prevención y detección para evitar la introducción y dispersión.

Externa

Se deberían hacer campañas de información para que la población sepa el peligro que supone esta enfermedad para el bosque. Además, habría que realizar campañas dirigidas a los trabajadores de las agencias de cuarentena en los puntos de entrada, a los inspectores forestales, a las compañías madereras, a los responsables de parques naturales y a las autoridades locales. Se debería promover la sensibilización de los trabajadores del material vegetal de especies sensibles y hospedantes del patógeno, abordando cuestiones de la biología del hongo, sintomatología, medidas de prevención y de buenas prácticas. Además, se deberían realizar acciones de formación continua a técnicos para mejorar su conocimiento sobre el comportamiento del hongo.

Comunicación de inicio de crisis

Interna

Se establecerá una red de comunicación interna entre las entidades responsables de la gestión para mejorar la respuesta y articulación de las medidas a desarrollar. Los propietarios de las asociaciones forestales deberán tener alguna manera de comunicar y contactar con las autoridades en el momento en que se detecte la presencia de una plaga.

Externa

Se debe difundir toda la información del patógeno para conseguir que los ciudadanos puedan ayudar y participar. Se creará una aplicación (SilvAlert) para poder comunicar la presencia de algún foco de forma inmediata y efectiva.

Comunicación durante la crisis

Interna

Las entidades responsables deberán tener una comunicación interna durante todo el proceso que permita optimizar las medidas aplicadas.

Externa

Deberá existir una comunicación fluida acerca de las medidas que se están implementando, y sus consecuencias.

Comunicación del fin de crisis

Interna

Se deberá comunicar una vez al año los resultados de las prospecciones periódicas para detectar la presencia del patógeno, su distribución y el daño e impacto medioambiental y económico.

Externa

Se recomienda la divulgación de los resultados obtenidos a través de las páginas webs oficiales.

Mejora continua

Revisión y mantenimiento del plan

El plan de contingencia deberá revisarse y actualizarse con las lecciones aprendidas y corregir o mejorar aquellas medidas que no hayan sido efectivas.

Control del plan de gestión de riesgos

Las entidades implicadas deberán revisar el plan y mejorarlo para incluir nuevos avances y resultados de investigaciones siempre que sean necesarios.

Apéndices

Nuevas tecnologías para el diagnostico de *F. circinatum*:

NGS

Uso de técnicas de secuenciación masiva para el diagnóstico de *F. circinatum*

qPCR

Uso de PCR a tiempo real para el diagnostico de *F. circinatum* en trampas de esporas.

Referencias

Bezos D, Martínez-Álvarez P, Fernández M, Diez JJ. 2017. Epidemiology and Management of Pine Pich Canker Disease in Europe-a Review. *Baltic Forestry* 23(1): 279-293.

Britz H, Coutinho TA, Wingfield MJ and Marasas WFO, 2002. Validation of the description of *Gibberella circinata* and morphological differentiation of the anamorph *Fusarium circinatum*. *Sydowia*, 54, 9-22.

CABI 2015, *Gibberella circinata* datasheet http://www.cabi.org/isc/datasheet/25153#20127201272)

Directive 2007/433/CE

EFSA Panel on Plant Health (PLH): Risk assessment of *Gibberella circinata* for the EU territory and identification and evaluation of risk management options. EFSA Journal 2010; 8(6):1620. [93 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2010.

EPPO 2009. Diagnostic protocol on *Gibberella circinata*. EPPO standard for identification PM 7/91 (1). EPPO Bulletin 39, 298-309.

Grupo de Trabajo de la COST Action FP1406, (2018). Enfermedad del Chancro Resinoso del Pino (CRP). Dispersión de la enfermedad y medidas preventivas. COST Action Pine pitch canker strategies for management of *Gibberella circinata* in greenhouses and forests (PINESTRENGTH). Disponible online: http://www.pinestrength.eu/dissemination.

Ioos, R., Fourrier, C., Iancu, G. & Gordon, T.R. 2009. Sensitive detection of *Fusarium circinatum* in pine seed by combining an enrichment procedure with a real-time polymerase chain reaction using dual-labeled probe chemistry. *Phytopathology*, 99: 582–590.

ISPM 27 Diagnostic protocols for regulated pests DP 22: *Fusarium circinatum.*

Leslie, J.F. & Summerell, B.A. 2006. The *Fusarium* laboratory manual. Ames, IA, Blackwell Publishing. xii 388 pp.

Nirenberg HI and O'Donnell K, 1998. New *Fusarium* species and combinations within the *Gibberella fujikuroi* species complex. *Mycologia*, 90, 434-458.

PLANO DE AÇÃO PARA PROSPEÇÃO E ERRADICAÇÃO DO FUNGO *GIBBERELLA CIRCINATA*/*FUSARIUM CIRCINATUM* CANCRO-RESINOSO-DO-PINHEIRO PARA O PERÍODO 2016-2020.

Plano de continxencia para erradicación do *Fusarium circinatum* Nirenberg & O´Donnel (*Gibberella circinata*) en Galicia.

Schweigkofler, W., O'Donnell, K. & Garbelotto, M. 2004. Detection and quantification of airborne conidia of *Fusarium circinatum*, the causal agent of pine pitch canker, from two California sites by using a real-time PCR approach combined with a simple spore trapping method. *Applied and Environmental Microbiology*, 70: 3512–3520.

Steenkamp ET, Wingfield BD, Coutinho TA, Wingfield MJ & Marasas WFO. 1999 Differentiation of *Fusarium subglutinans* f. sp. *pini* by histone genesequence data. *Applied and Environmental Microbiology* 65, 3401–3406.

Steenkamp, E.T., Wingfield, B.D., Desjardins, A.E., Marasas, W.F.O. & Wingfield, M.J. 2002. Cryptic speciation in *Fusarium subglutinans*. *Mycologia*, 94: 1032–1043.

Interreg
EUROPEAN UNION
Sudoe
Transnational plans for
the management of
forest risks
PLURIFOR
European Regional Development Fund