



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

ANTAGONISMO *IN VIVO* DE HONGOS ENDÓFITOS FRENTE A *FUSARIUM CIRCINATUM*

Raúl Arcadio Fernández González ^{1,2}

Pablo Martínez Álvarez ^{1, 2}, Julio J. Díez Casero ^{1,2}

¹Instituto Universitario de Investigación de Gestión Forestal Sostenible. Universidad de Valladolid – INIA. Avda. Madrid s/n, 34004 Palencia (Palencia).

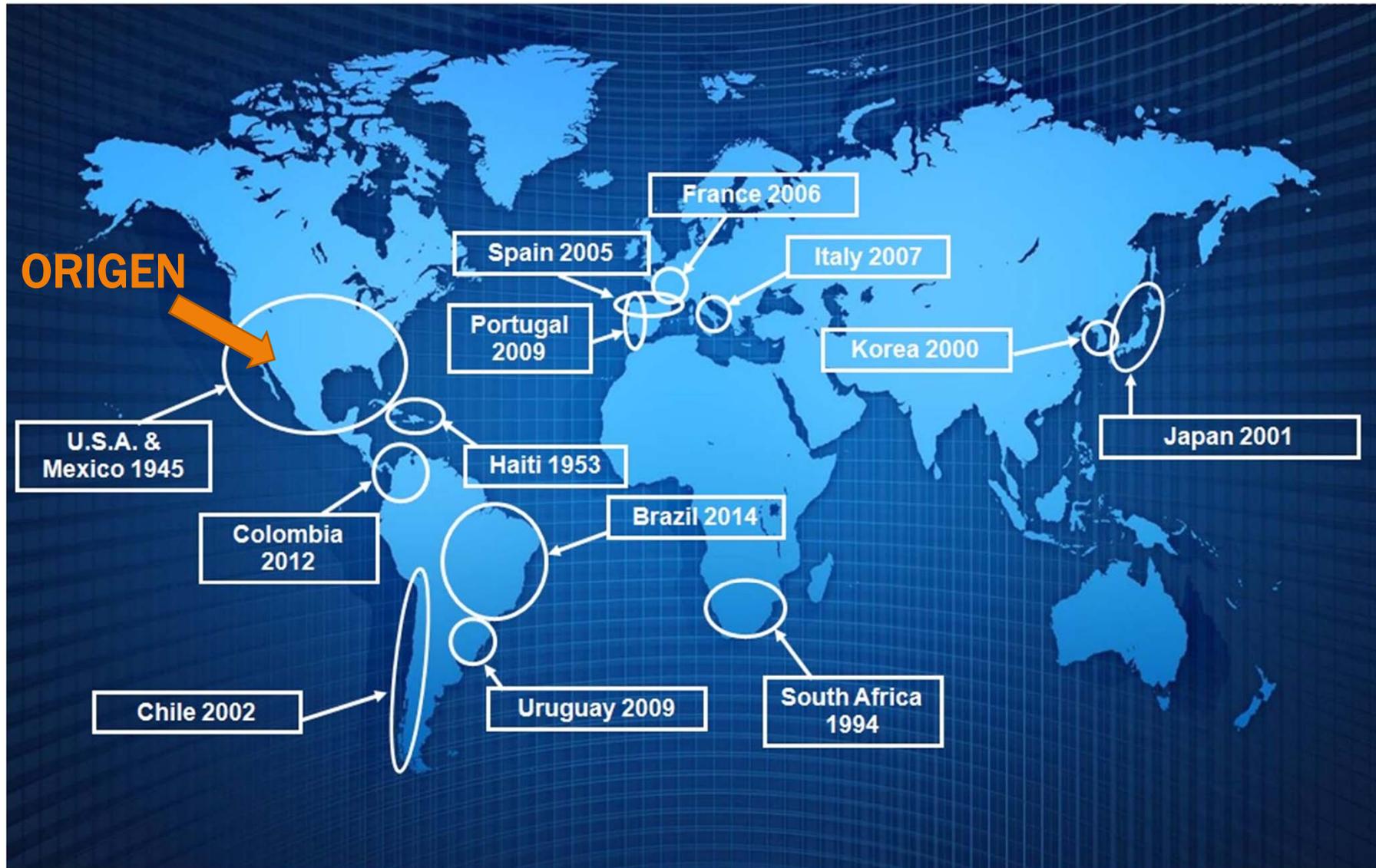
²Dpto. de Producción Vegetal y Recursos Forestales. E.T.S. de Ingenierías Agrarias. Avda. Madrid 57, 34004 Palencia (Palencia).

29 de Junio de 2017, Plasencia (Cáceres).

MESA TEMÁTICA 7. Sesión 7,1. Sanidad Forestal.

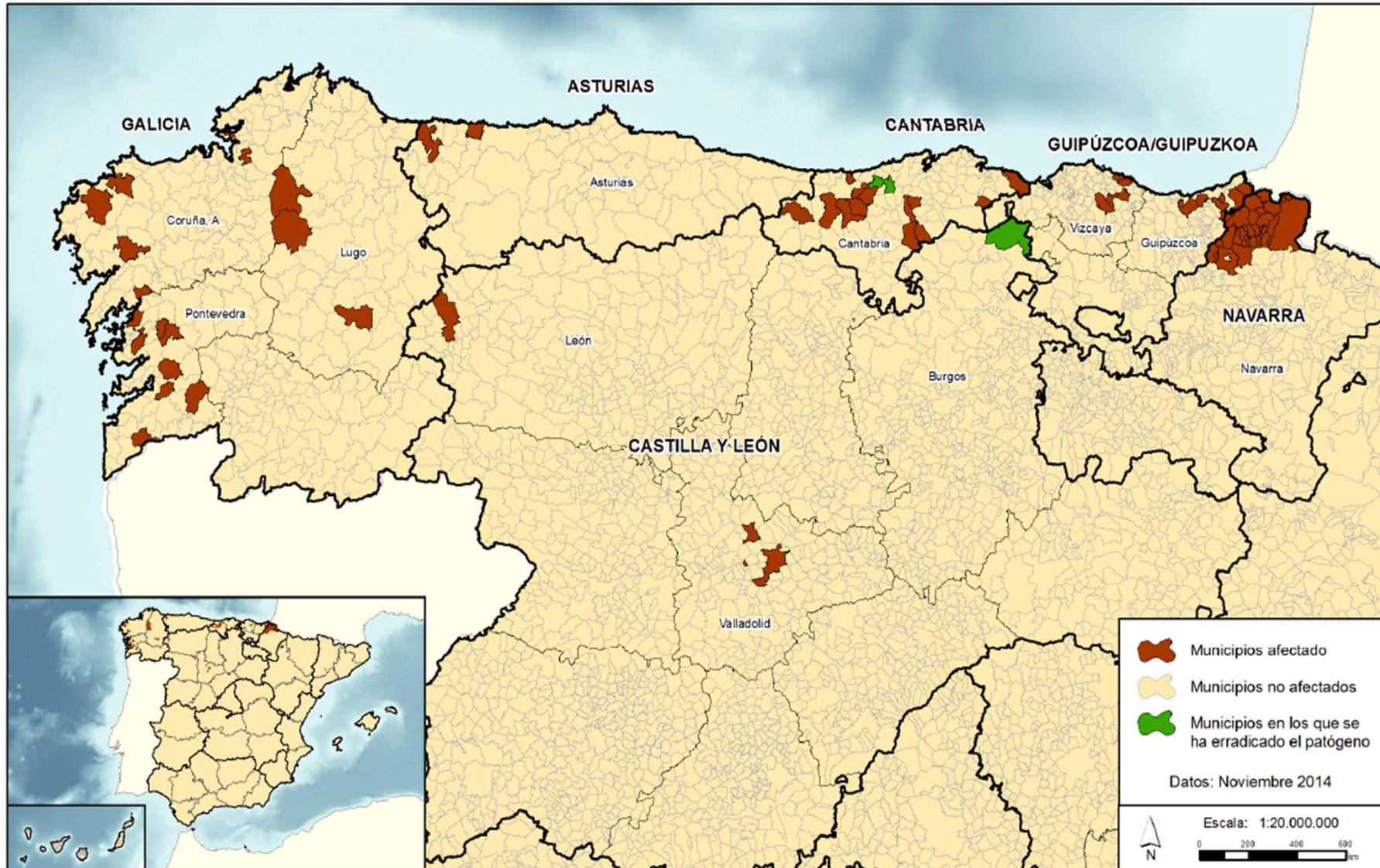
INTRODUCCIÓN

FUSARIUM CIRCINATUM



INTRODUCCIÓN

FUSARIUM CIRCINATUM



INTRODUCCIÓN

FUSARIUM CIRCINATUM



Chancros con fuerte resinación

INTRODUCCIÓN

FUSARIUM CIRCINATUM



Chancros con fuerte resinación

INTRODUCCIÓN

FUSARIUM CIRCINATUM



Chancros con fuerte resinación

INTRODUCCIÓN

FUSARIUM CIRCINATUM

Daños en tronco



INTRODUCCIÓN

FUSARIUM CIRCINATUM

Decaimiento de ramillas



INTRODUCCIÓN

FUSARIUM CIRCINATUM

Damping off



INTRODUCCIÓN

FUSARIUM CIRCINATUM

Marchitamiento de las plántulas



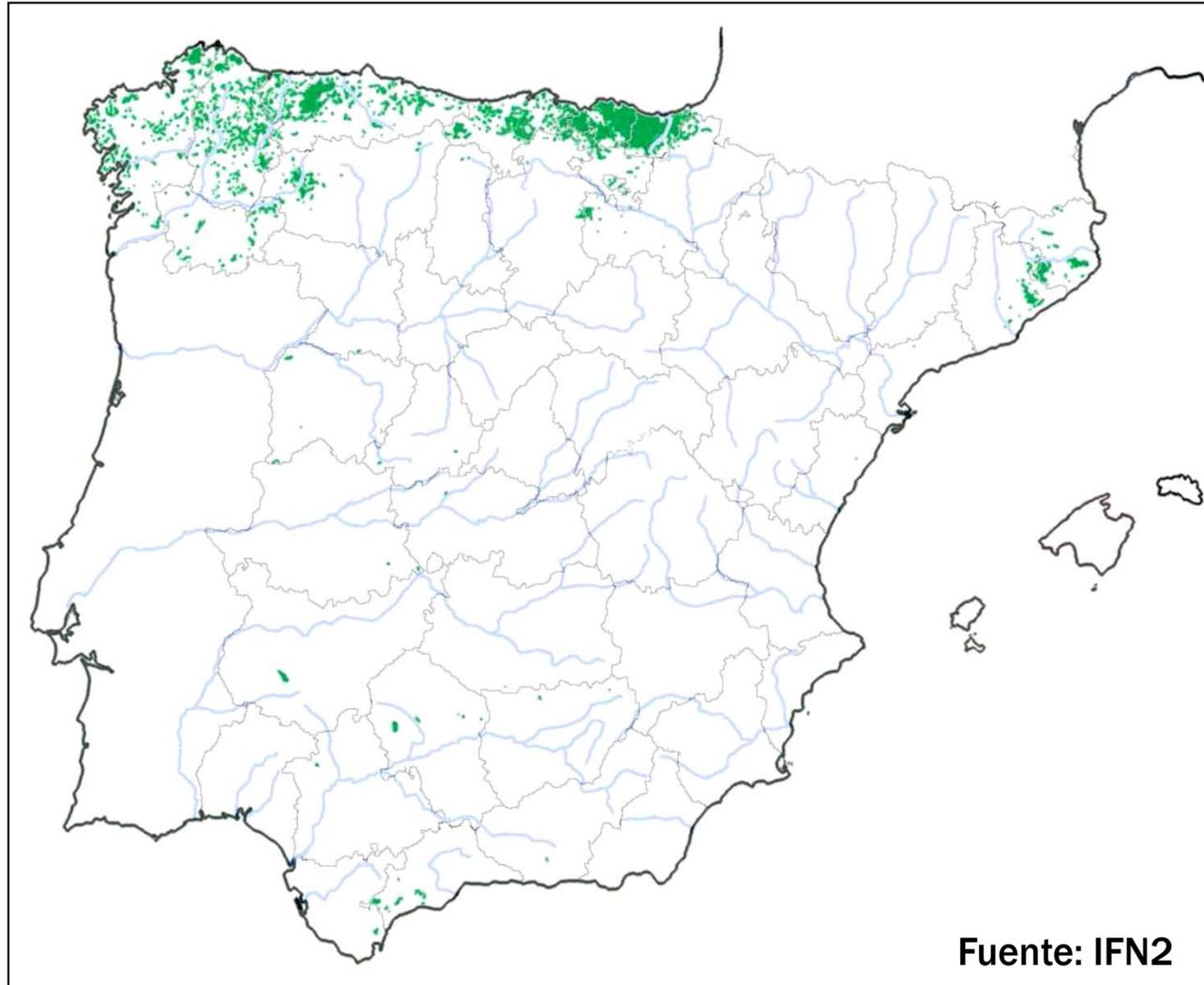
INTRODUCCIÓN

HOSPEDANTES

- Un total de 57 especies de *Pinus* son consideradas susceptibles a *Fusarium circinatum*.
- *Pseudotsuga menziesii* es el único hospedante que no pertenece al género *Pinus* sp.
- *Pinus radiata* es considerada la especie más susceptible al patógeno.
- *Pinus radiata* es la especie de pino más cultivada a nivel mundial. (Chile, Argentina, Uruguay, Sudáfrica, Australia, Nueva Zelanda...).
- En España existen más de 250.000 ha cultivadas con *P. radiata*. Supone el 13% de la madera cortada anualmente en España.

INTRODUCCIÓN

HOSPEDANTES



INTRODUCCIÓN

HOSPEDANTES



INTRODUCCIÓN

HOSPEDANTES



AVANCE ANUARIO DE ESTADÍSTICA FORESTAL 2013

APROVECHAMIENTOS FORESTALES. CORTAS DE MADERA POR ESPECIE

Volumen de cortas por especie 2013 (m3 con corteza)

CONÍFERAS	Especies principales	Volumen cortado (m3 con corteza)
Indicadores:	<i>Pinus pinaster</i>	4.086.000
% respecto del total de cortas	<i>Pinus radiata</i>	1.997.903
55,63%	<i>Pinus sylvestris</i>	976.441
	<i>Pinus nigra</i>	449.972
% coníferas alóctonas respecto total del coníferas:	<i>Pinus halepensis</i>	314.811
24,57%	<i>Pinus pinea</i>	86.373
	Otras coníferas alóctonas (Chamaecyparis, Larix, Picea y Pseudotsuga)	60.972
	Otras coníferas	405.992

INTRODUCCIÓN

CONTROL DE LA ENFERMEDAD

○ PRODUCTOS QUÍMICOS

- **Uso en bosques y viveros cada vez más restringido.**
- **Efectos no específicos y de amplio espectro, provocando efectos no deseados.**
- **Perjudiciales para los seres humanos (cadena trófica).**

○ CONTROL BIOLÓGICO CON ENDÓFITOS

- **Acción continua a largo plazo de los Agentes de Control Biológico (BCA's).**
- **Bastante económicos a largo plazo.**
- **Plantas con mejor crecimiento.**
- **Plantas con mayor resistencia a la sequía.**
- **Plantas con mayor tolerancia a suelos no aptos.**
- **Plantas con mayor acceso a nutrientes.**
- **Aumento de defensas ante herbívoros y patógenos.**

OBJETIVOS

- Comprobar el efecto de la especie de pino sobre la patogenicidad de *F. circinatum*.
- Comprobar el efecto de los hongos endófitos sobre las especies de pino utilizadas.
- Determinar el potencial de seis hongos endófitos como controladores biológicos de la enfermedad del Chancro Resinoso del Pino.

MATERIAL Y MÉTODOS

ZONA DE ESTUDIO



MATERIAL Y MÉTODOS

ZONA DE ESTUDIO



MATERIAL Y MÉTODOS

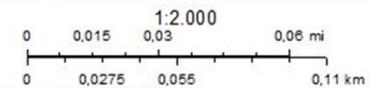
ZONA DE ESTUDIO

Cartografía del Gobierno de Cantabria



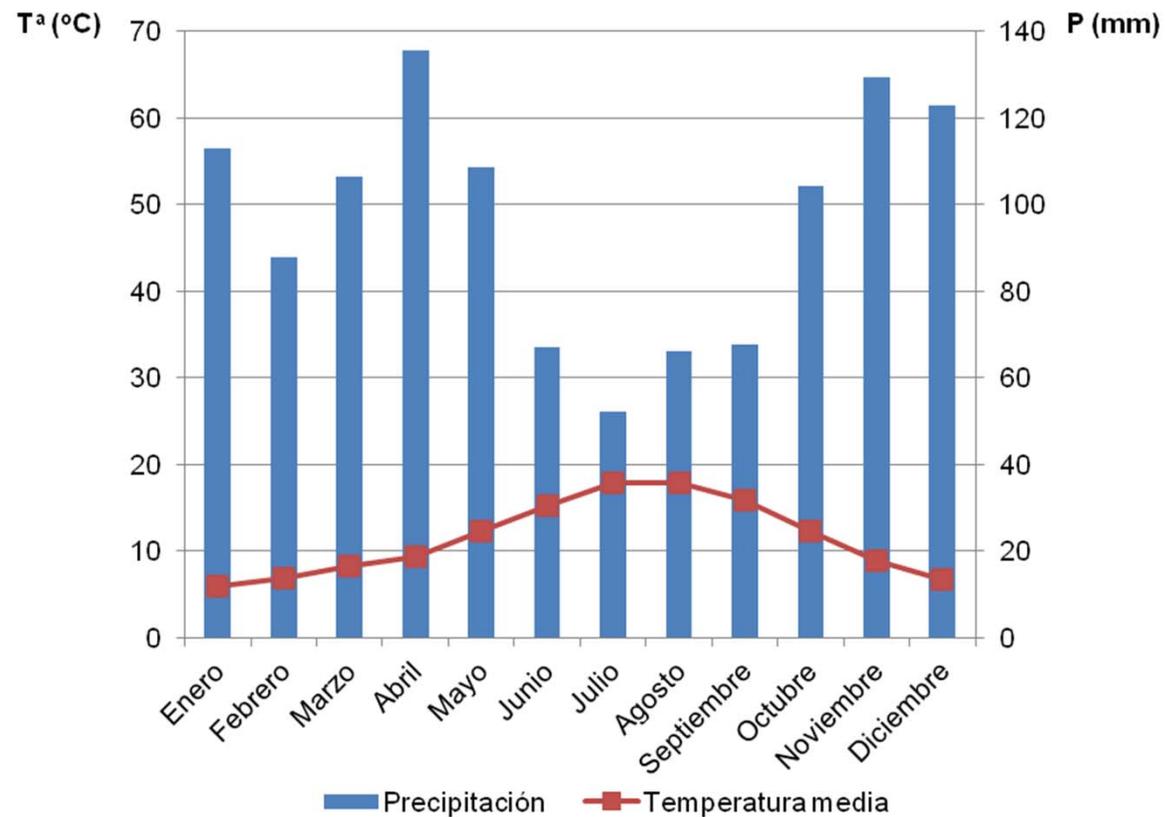
abril 26, 2015

- Viales + · · Límites Municipales
- Portales — Límites Autonómicos



Gobierno de Cantabria-IGN-NEEA
Gobierno de Cantabria
Gobierno de Cantabria e IGN-CNG. Capa SPOT perteneciente a CNES 2009
Spot IMAGE y obtenida a través de IPT.

Captura realizada con el visor de información geográfica del Gobierno de Cantabria
La información impresa o descargada es propiedad de la Administración o Administraciones productoras, a quienes corresponden todos los derechos.



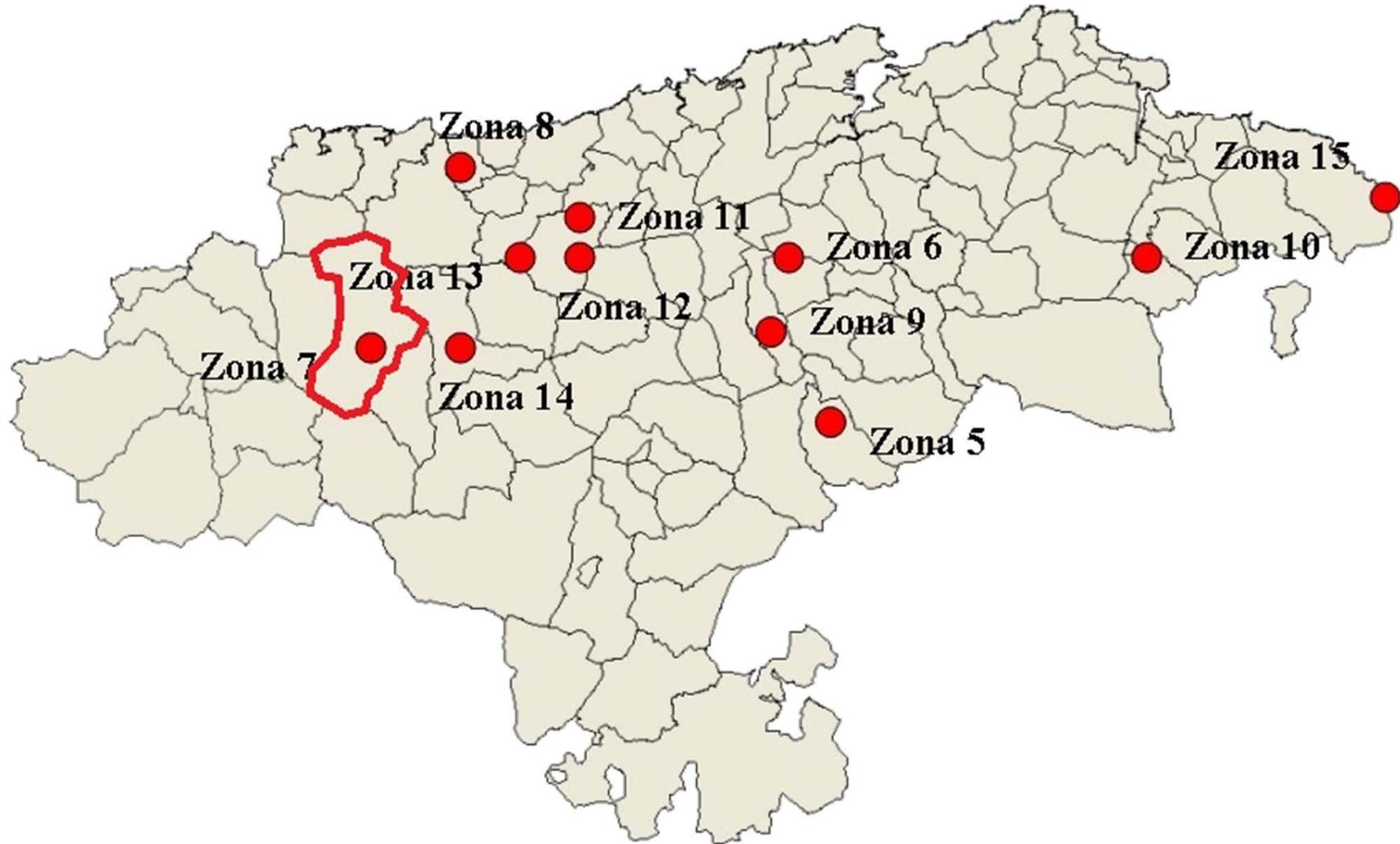
Coord. X (UTM)	386979
Coord. Y (UTM)	4788566
Localidad	Puenteñansa
Municipio	Rionansa
Altitud (m)	525-615
Orientación	Suroeste
Pendiente (%)	50
Precipitación Anual (mm)	1092
Temperatura media (°C)	11
Temperatura mínima media (°C)	5
Temperatura máxima media (°C)	17





MATERIAL Y MÉTODOS

AISLADOS DE *FUSARIUM CIRCINATUM*



MATERIAL Y MÉTODOS

AISLADOS DE *FUSARIUM CIRCINATUM*



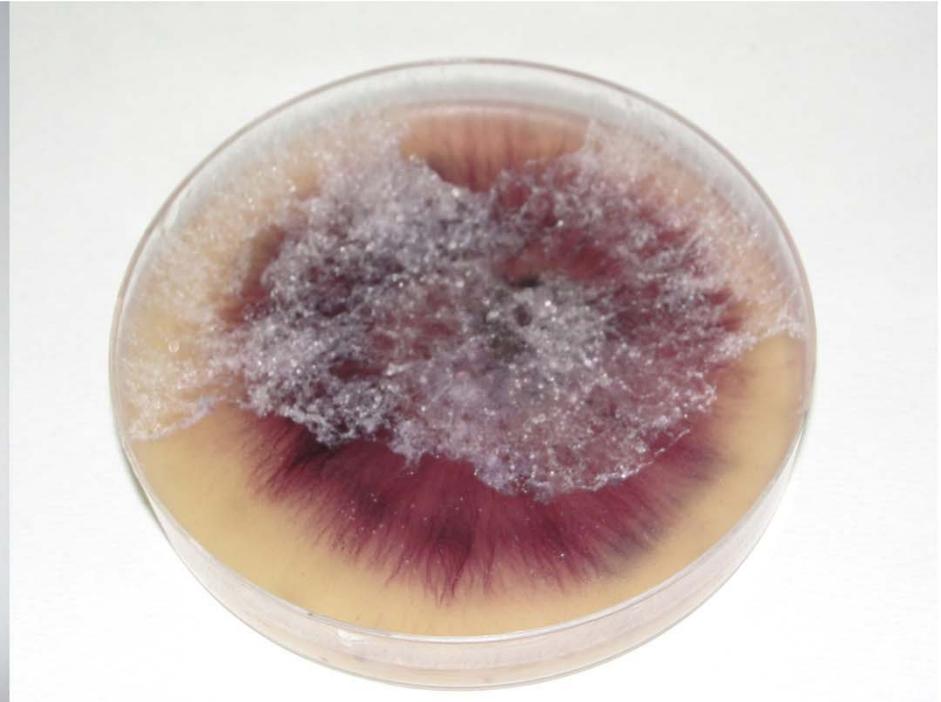
MATERIAL Y MÉTODOS

AISLADOS DE *FUSARIUM CIRCINATUM*



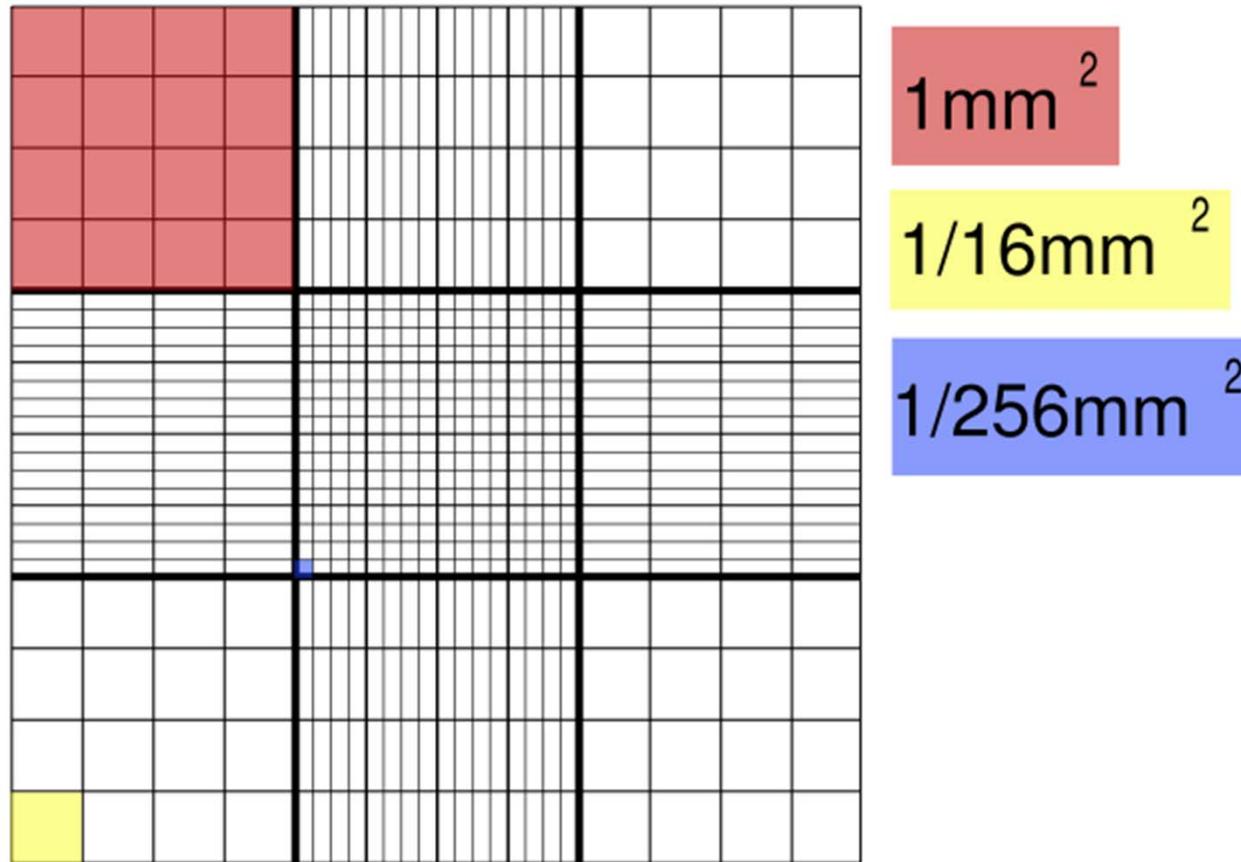
MATERIAL Y MÉTODOS

AISLADOS DE *FUSARIUM CIRCINATUM*



MATERIAL Y MÉTODOS

AISLADOS DE *FUSARIUM CIRCINATUM*



Con la ayuda de un hemocitómetro y un microscopio, conseguimos una suspensión de 10^6 esporas/ml

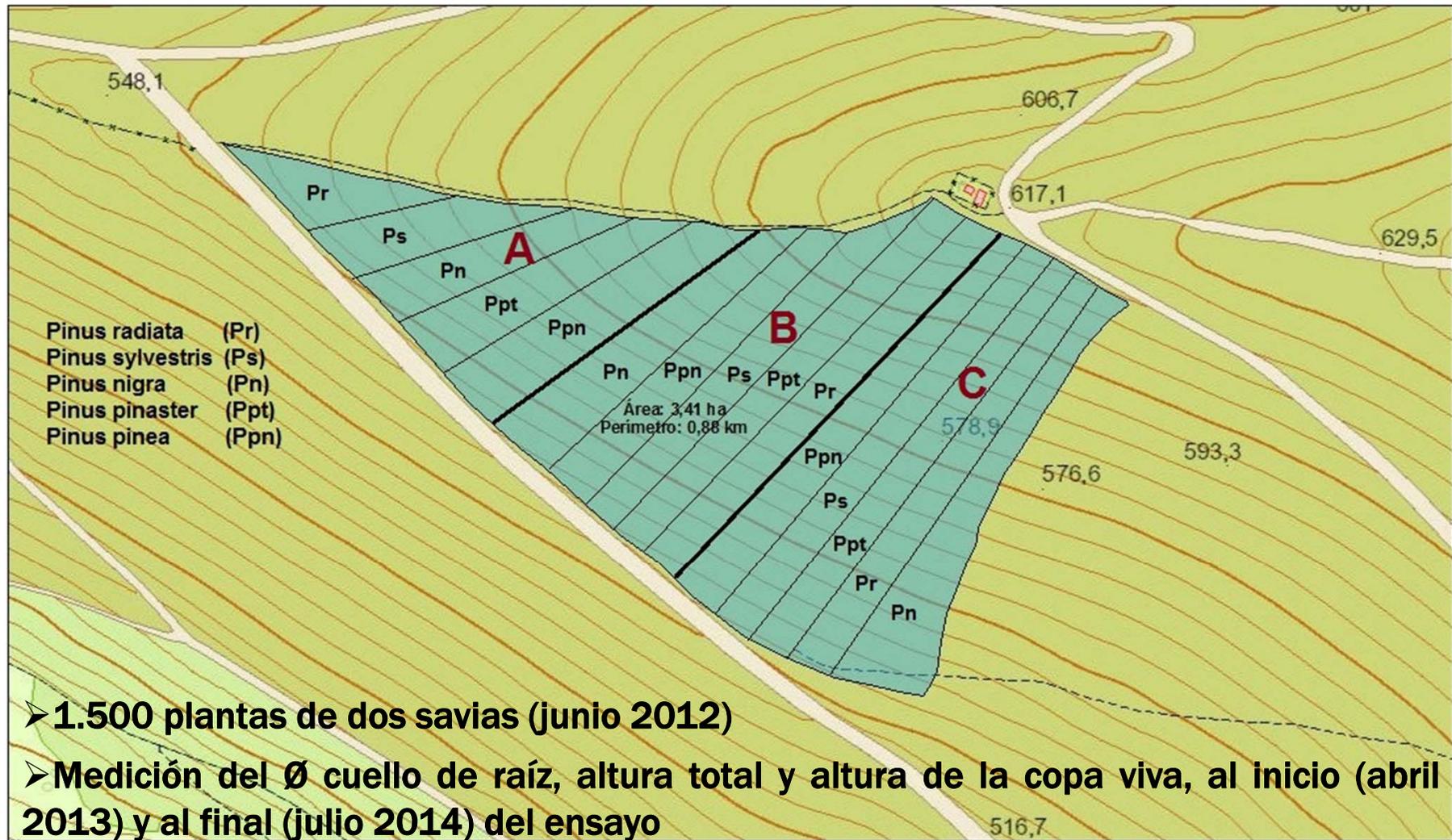
MATERIAL Y MÉTODOS

HONGOS ENDÓFITOS ENSAYADOS

- Estudio previo *in vitro* con 546 endófitos (2012).
- Endófitos seleccionados por presentar un especial interés como posibles BCA's.
 - *Alternaria* sp.
 - *Chaetomium aureum* Chivers
 - *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckf & Nirenberg
 - *Trichoderma atroviride* P. Karst.
 - *Trichoderma spirale* Bissett
 - *Trichoderma viride* Pers.

MATERIAL Y MÉTODOS

ESPECIES DE PINO ENSAYADAS



MATERIAL Y MÉTODOS

INOCULACIÓN

Hongos endófitos (22-26 de julio 2013)



MATERIAL Y MÉTODOS

INOCULACIÓN

Hongos endófitos (22-26 de julio 2013)



MATERIAL Y MÉTODOS

INOCULACIÓN

Hongos endófitos (22-26 de julio 2013)



MATERIAL Y MÉTODOS

INOCULACIÓN

Fusarium circinatum (02-05 de septiembre 2013)



MATERIAL Y MÉTODOS

INOCULACIÓN

Fusarium circinatum (02-05 de septiembre 2013)



MATERIAL Y MÉTODOS

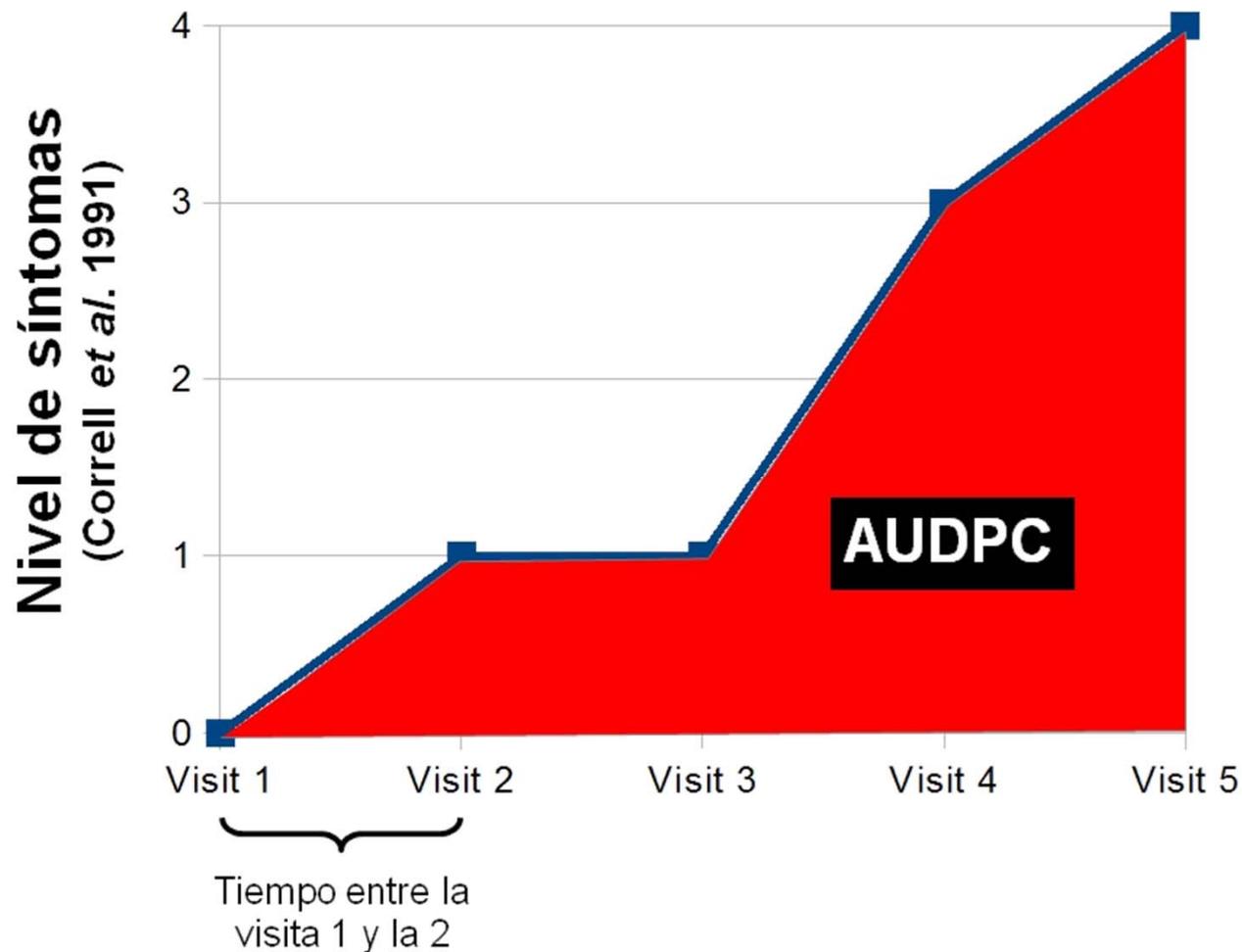
INOCULACIÓN

- Cuatro visitas a la parcela de ensayo:
 - Diciembre 2013
 - Marzo 2014
 - Mayo 2014
 - Julio 2014
- Escala de daños (Correll *et al.*, 1991):
 - 0: planta sana
 - 1: follaje sano, necrosis en el punto de inoculación
 - 2: follaje sano, necrosis >2 cm más allá del punto de inoculación
 - 3: acículas/ramillas marchitas y necrosis anillando el tallo
 - 4: planta muerta

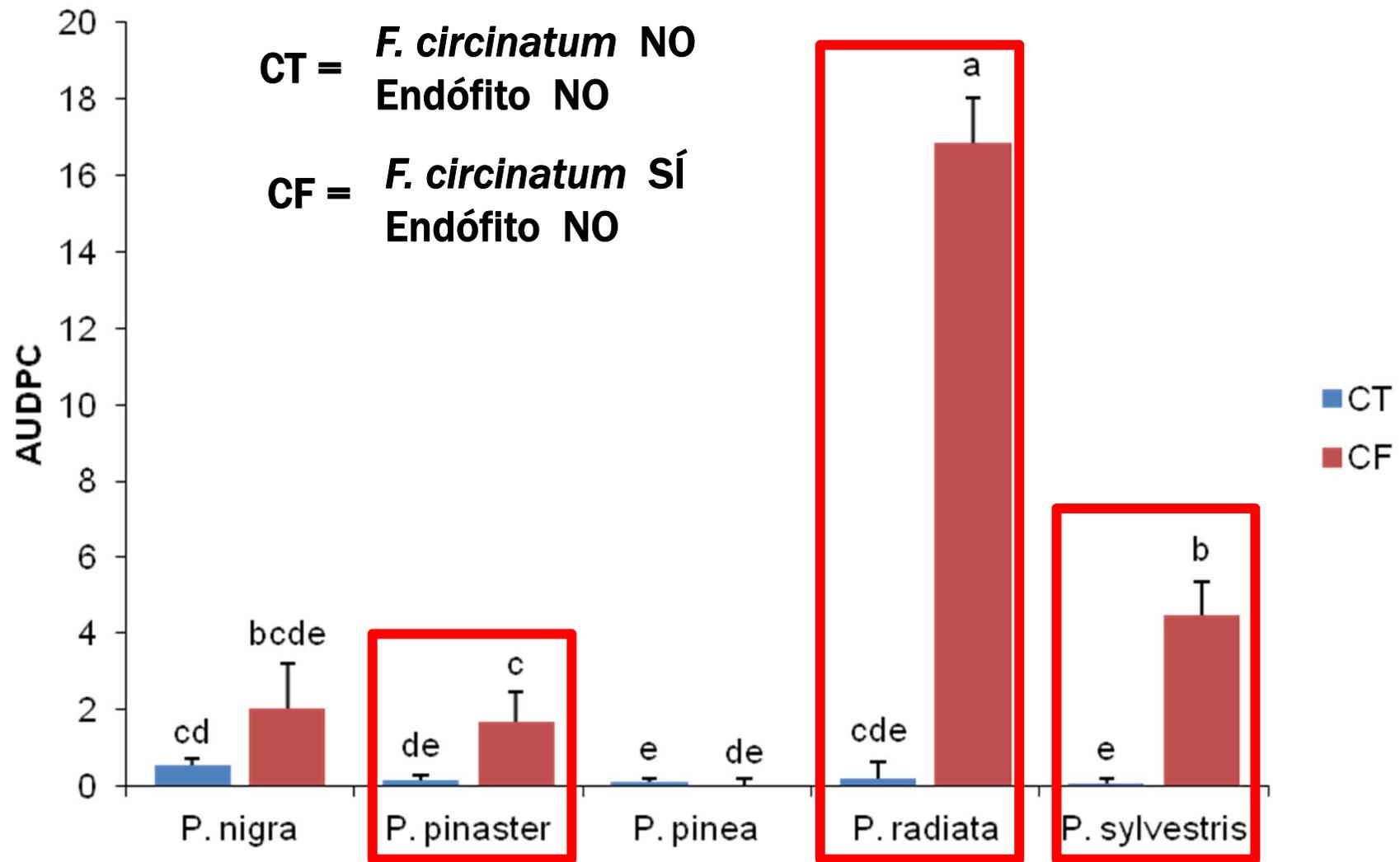
MATERIAL Y MÉTODOS

INOCULACIÓN

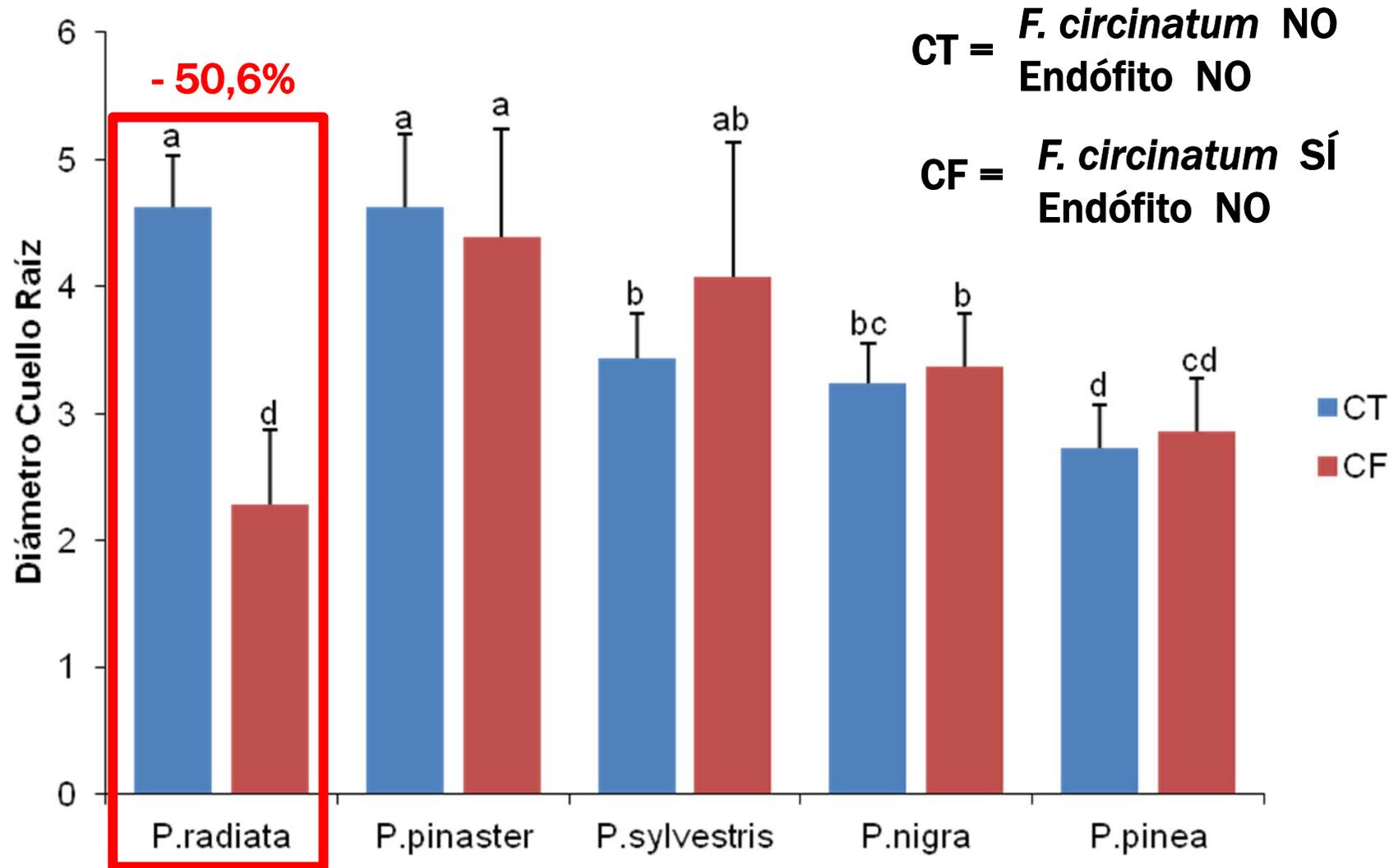
- Área debajo de la curva de la enfermedad (AUDPC): suma de trapecios.



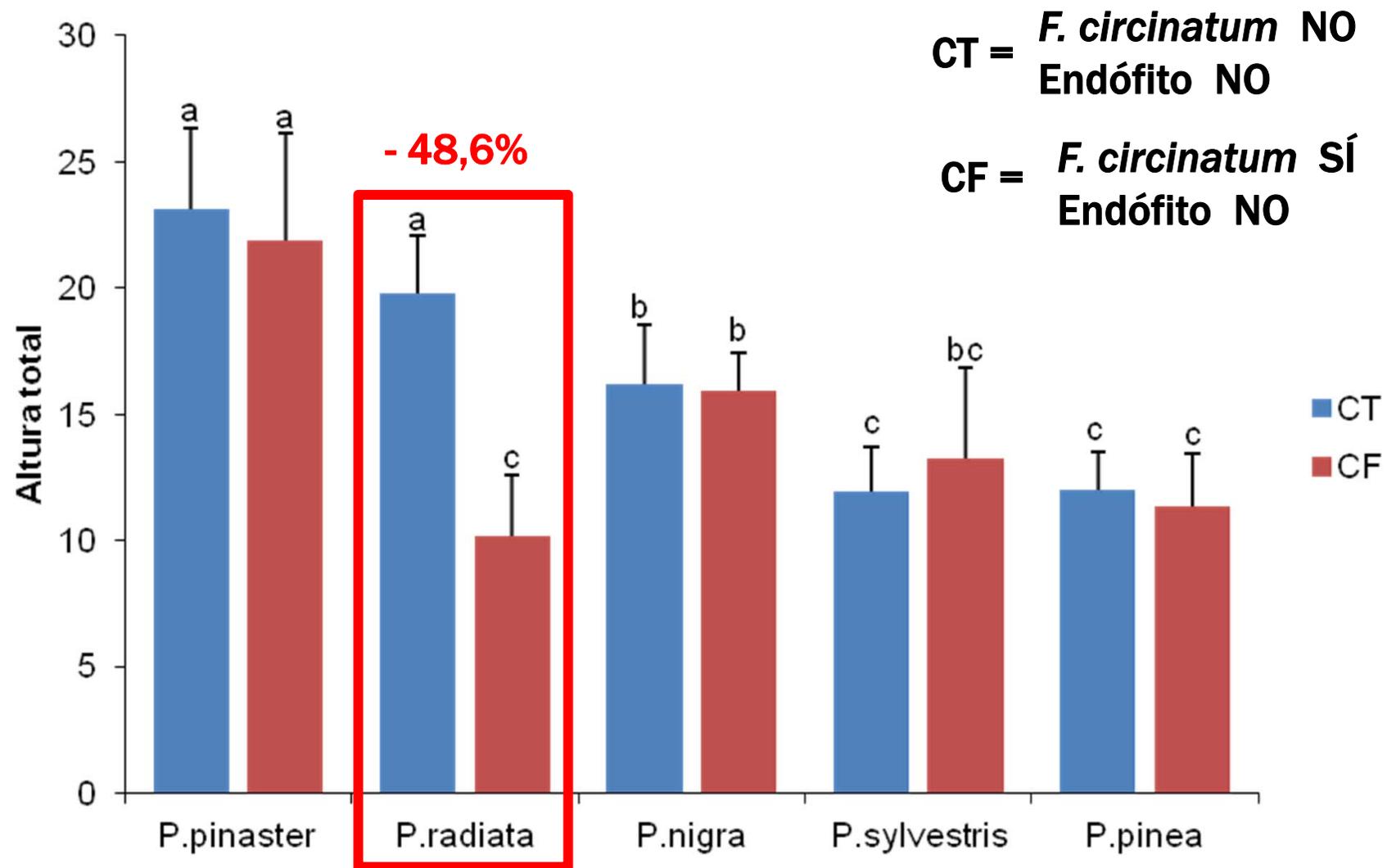
RESULTADOS Y DISCUSIÓN



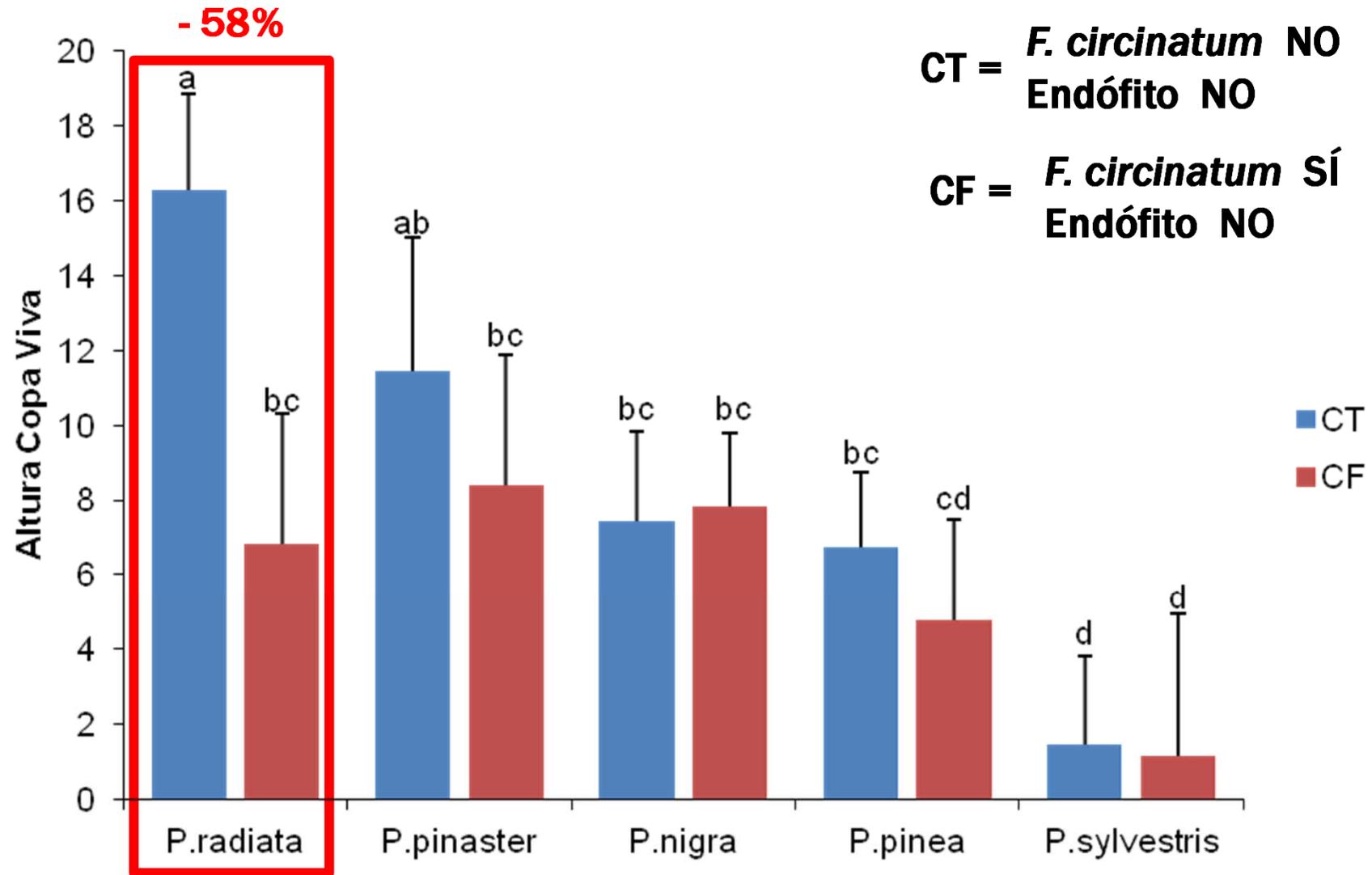
RESULTADOS Y DISCUSIÓN



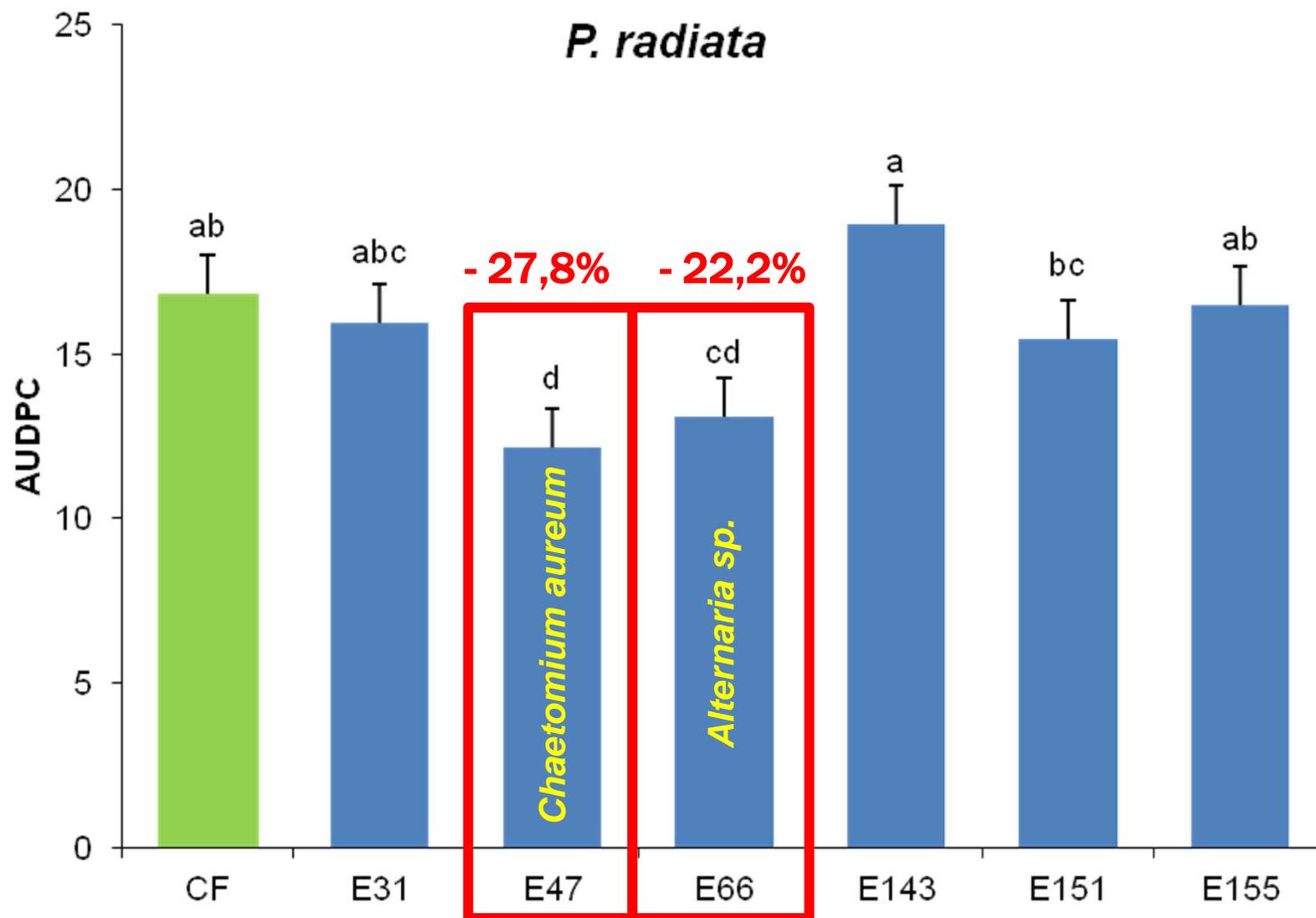
RESULTADOS Y DISCUSIÓN



RESULTADOS Y DISCUSIÓN



RESULTADOS Y DISCUSIÓN



CONCLUSIONES

- *Pinus radiata* resultó la especie más susceptible al CRP, siendo en la que más síntomas mostró *F. circinatum* y también en la que más se redujo el crecimiento. *Pinus sylvestris* y *P. pinaster* también resultaron susceptibles al CRP pero el crecimiento de las plantas no se vio afectado. *Pinus pinea* y *P. nigra* mostraron resistencia a la inoculación de *F. circinatum*, no presentando síntomas del patógeno ni reduciéndose su crecimiento.
- Ninguno de los seis hongos endófitos causó daño alguno a las plantas al ser inoculados solos sin *F. circinatum*, ya que las diferencias entre el AUDPC para el CT y para los controles de los respectivos endófitos, no fueron significativas.
- *Chaetomium aureum* y *Alternaria* sp. redujeron significativamente los síntomas causados por *F. circinatum* sobre *P. radiata*. Estos aislamientos tienen potencial para ser utilizados como BCA's de la enfermedad, pero todavía necesitan ser estudiados más a fondo.

AGRADECIMIENTOS



Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia



PINE STRENGTH



Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

"Una manera de hacer Europa"

REF. PROYECTO: AGL2015-69370-R



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía



26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura



www.congresoforestal.es