

II Foro Nacional de Salud Forestal

Red Temática en Salud Forestal

ESTABLECIMIENTO Y EVALUACION DE ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LA ENFERMEDAD DENOMINADA PUDRICION DE CUELLO Y RAÍZ EN TECA CAUSADA POR *K. zonata*

M.C. Andrés Quijano Ramayo
Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán
aqr@cicy.mx

Chapingo, Texcoco, México, 28 de Septiembre, 2018.











Lesiones internas causadas por *K. zonata* en árboles de teca de dos años de edad







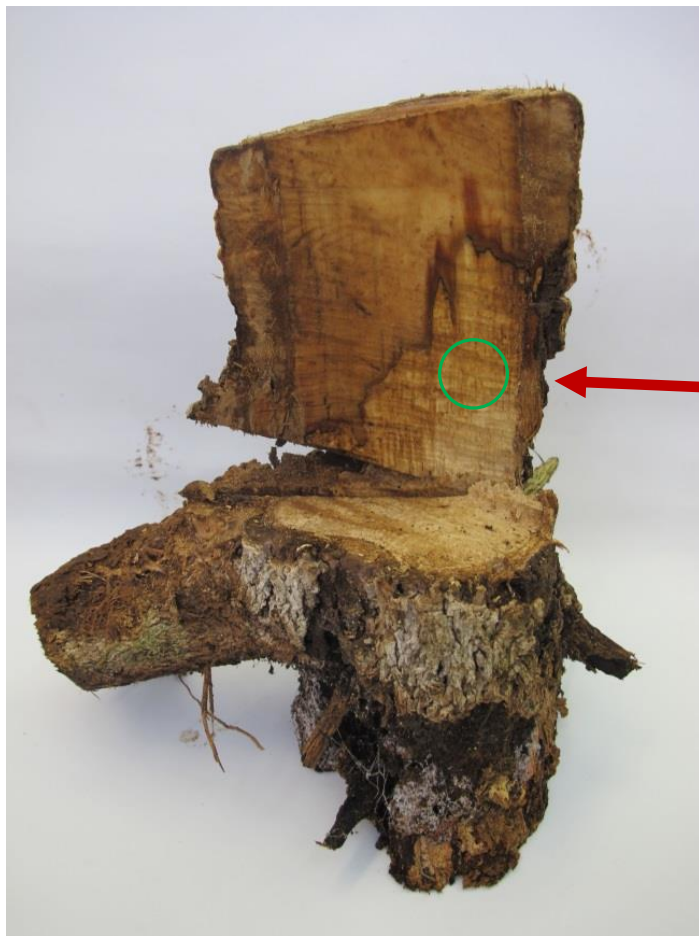


Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal

"Diseño de un paquete tecnológico integral para el control de la pudrición de cuello y raíz provocada por el hongo *Kretzschmaria zonata* en plantaciones de *Tectona grandis* "Teca" en el Subtrópico y Trópico de México" **2014-C04-249578**

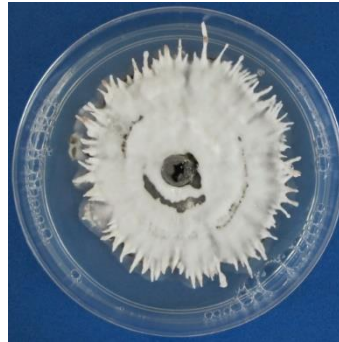


IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL



Aislamientos puros de *Kretzschmaria* sp

PDA

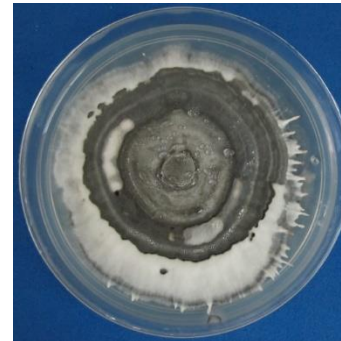
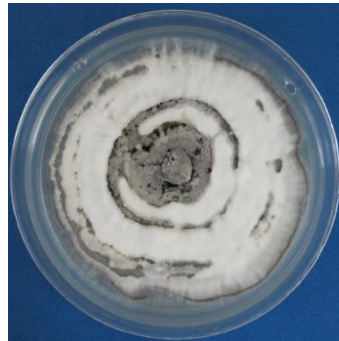
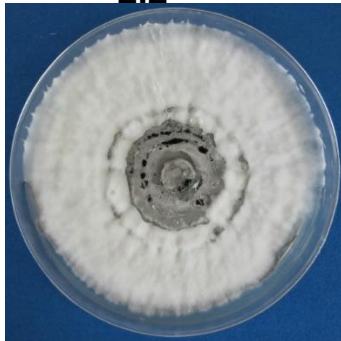


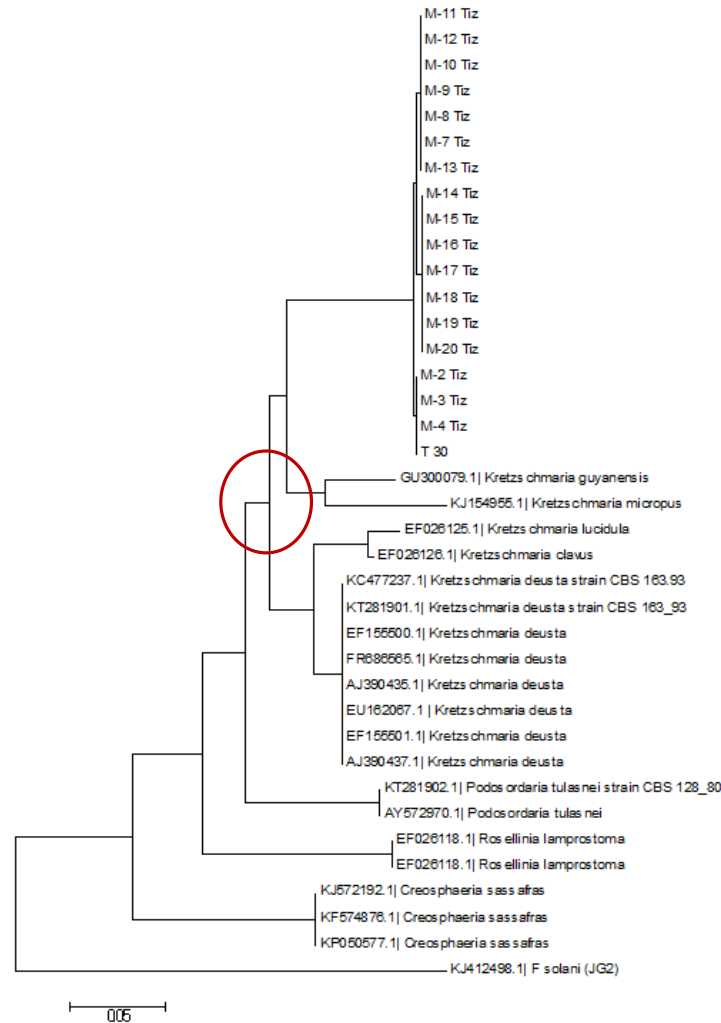
TTP2-
2.2

TTP2-5A

TTP2-5B

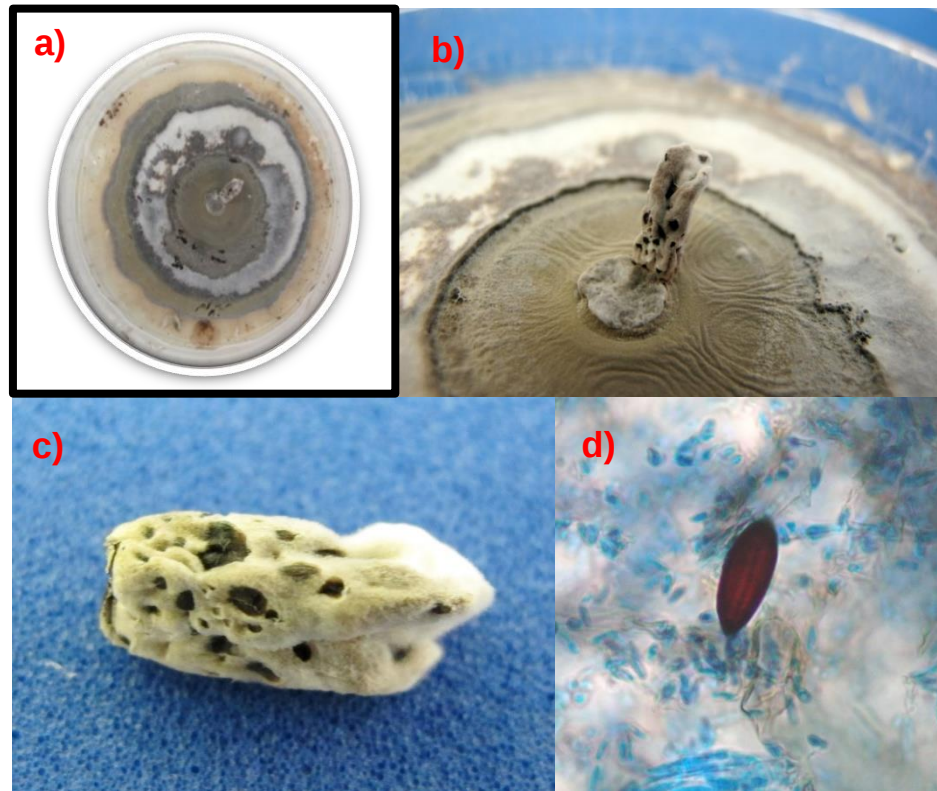
YMPG





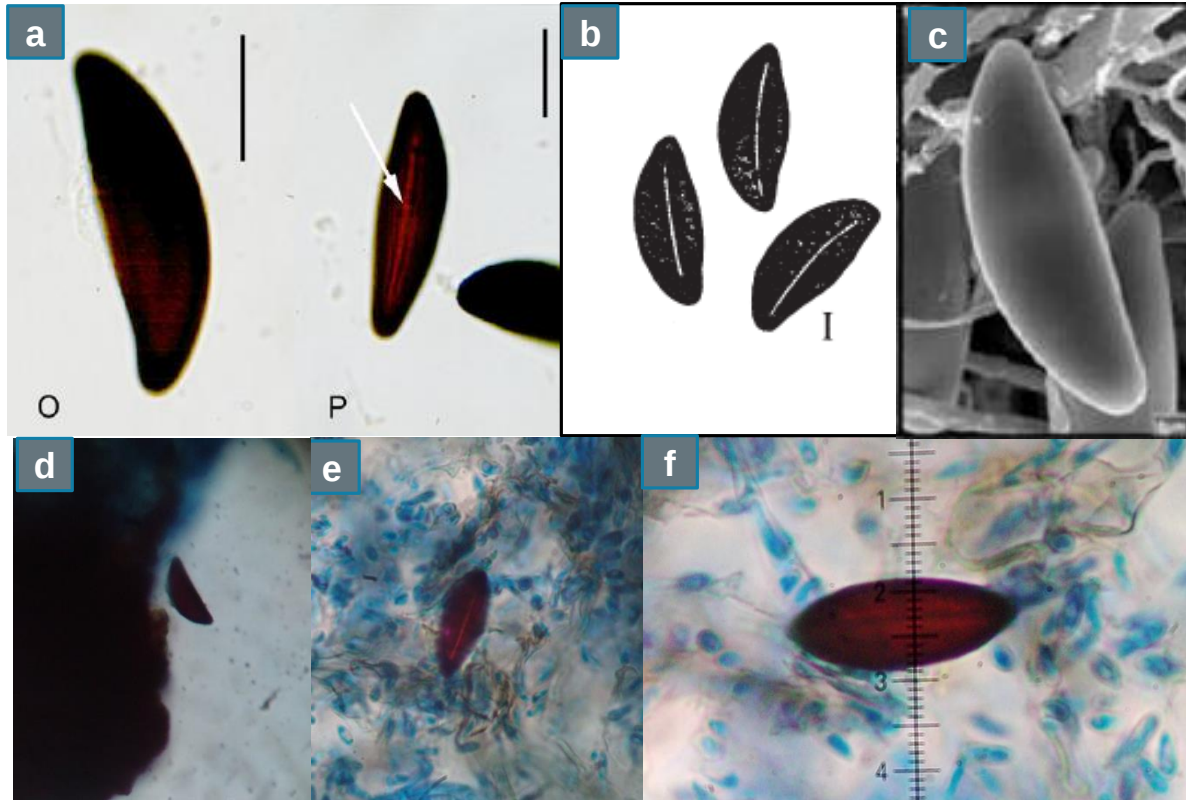
Las inferencias filogenéticas se analizaron utilizando el método NeighborJoining (Saitou y Nei, 1987) con el programa MEGA 4 (Tamura et al., 2007). Se utilizó la secuencia de *F. solani* KJ412498 como Outgroup

Crecimiento pseudoestromático en cultivos *in vitro*



- a) Colonia de *K. zonata* en medio YMPG con x día de cultivo, b) pseudoestroma emergiendo de la colonia, c) pseudoestroma y d) ascospora

IDENTIFICACION MORFOMÉTRICA DE *K. zonata*

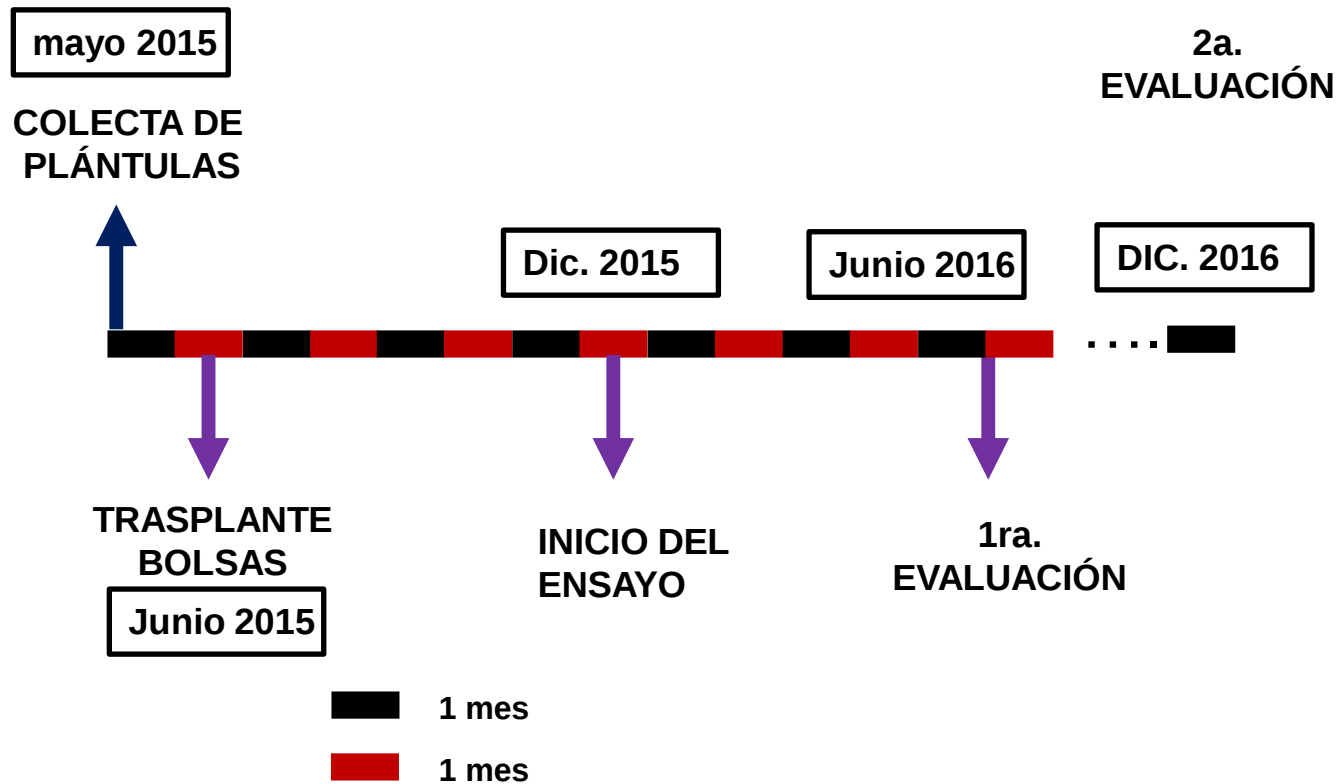


a) Recio *et al.*, 2014; b) San Martín *et al.*, 1997; c) Cibrán-Tovar *et al.*, 2014; d), e) y f) ascosporas provenientes de pseudoestromas desarrollados *in vitro*.

Descripción morfométrica de *K. zonata*

AUTORES				ASLAMIENOS
San-Martin y Lavin (1997)	Rogers y Ju (1998)	Recio et al (2014)	Cibrián-Tovar et al (2014)	<i>Kretzschmaria</i> <i>In vitro</i> Tizimín
Ascosporas de color casi negro, elipsoides inequilaterales a crescéticas con extremos estrechos, frecuentemente constreñidos, de 25-29(30) x 8-12 μ m, con línea germinal recta, casi a todo lo largo del propágulo.	Ascosporas de color marrón oscuro a marrón negruzco, 21-34 x 8.5-12 μ m con un línea germinal igual a la longitud de la espora o cercana. Distribución en zonas subtropicales a tropicales	Ascosporas unicelulares, café oscuras, fusiformes a elipsoides, inequilaterales con extremos agudos de 25 – 37 x 9 – 12 μ m, lisos, línea germinal recta, ligeramente menor que la longitud de la espora.	Ascosporas de color café muy oscuro a casi negro, elipsoides inequilaterales a crescéticas con extremos estrechos, frecuentemente constreñidos, de (25-) 29 (-30) x (8-) 12 μ m, con la línea germinal recta, casi a todo lo largo de la espora.	Ascosporas unicelulares, café claras, fusiformes a elipsoides, inequilaterales, extremos agudos de (19-) 25.3 (-28) x (8-) 9 (-11). Lisos, línea germinal recta, menor que la longitud de la ascospora

POSTULADOS DE KOCH



PLANTAS DE TECA



INOCULACIÓN ARTIFICIAL DE *K. zonata*



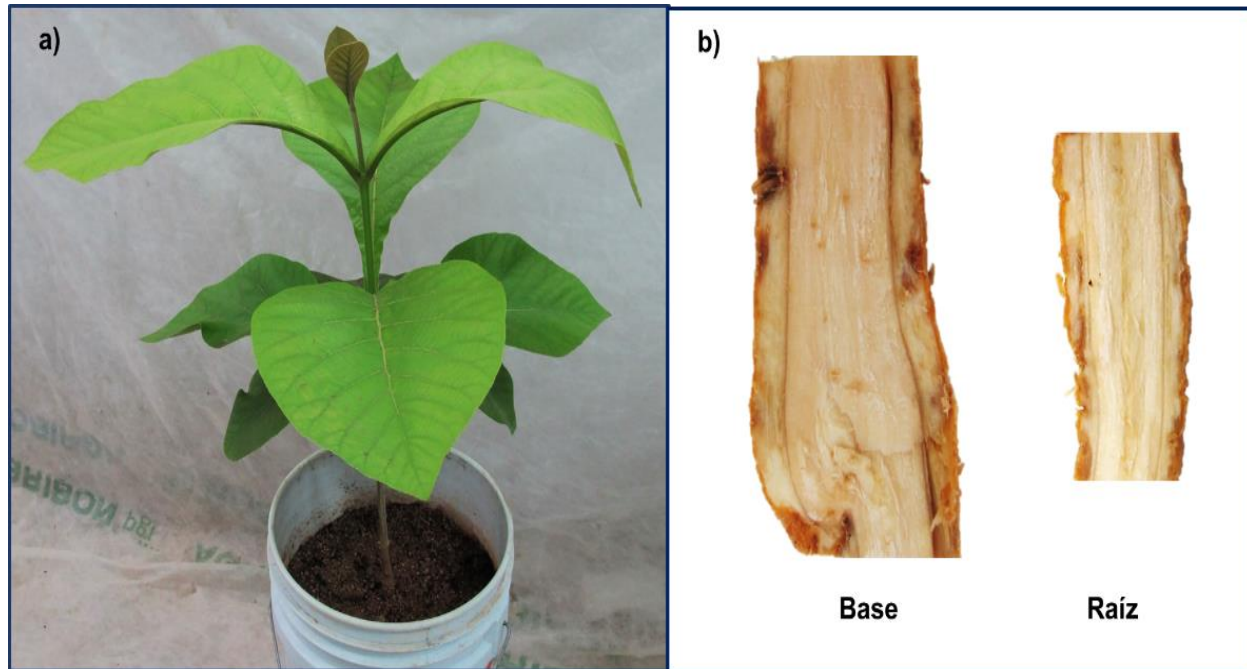
¿Para que sirve conocer al agente causal de la enfermedad?

- ✓ Conocer la epidemiología de la enfermedad
 - Infección
 - Dispersión
- ✓ Selección de productos químicos o biológicos
 - Ensayos de efectividad biológica *in vitro* e *in situ*
 - Ensayos de resistencia o tolerancia *in situ* y en campo
- ✓ Selección de material genético
 - Uso de productos químicos y/o biológicos más eficientes
 - Manejo cultural
 - Manejo genético (Uso de variedades tolerantes)
- ✓ Manejo integrado de a enfermedad

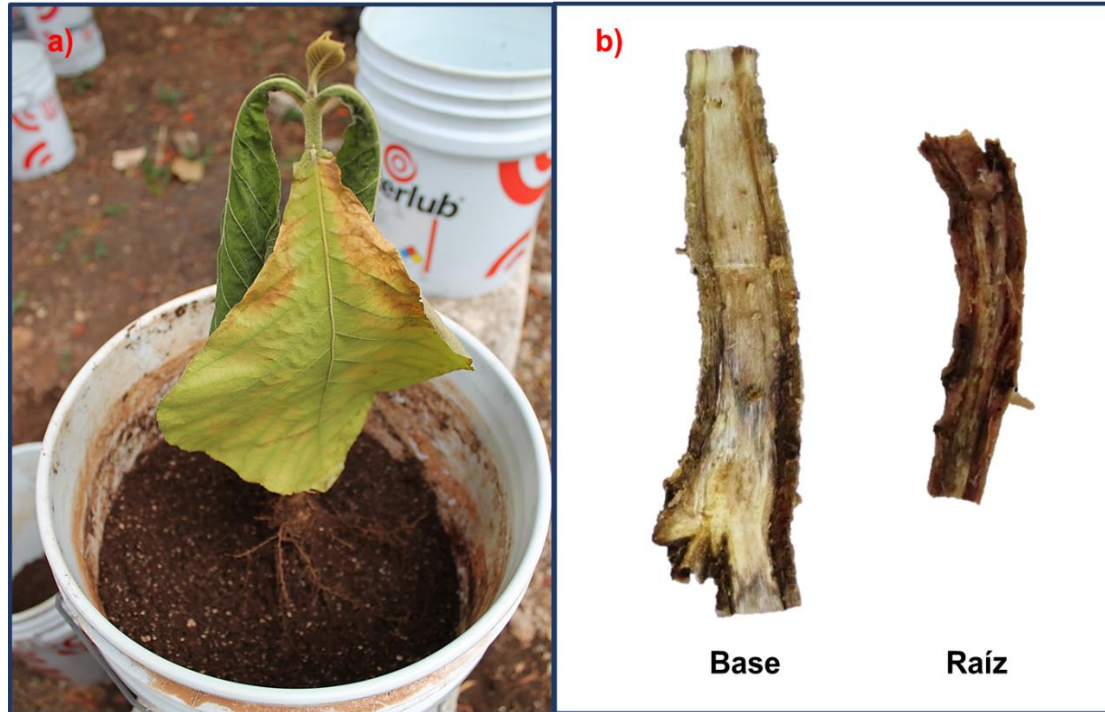
Evaluación de la patogenicidad



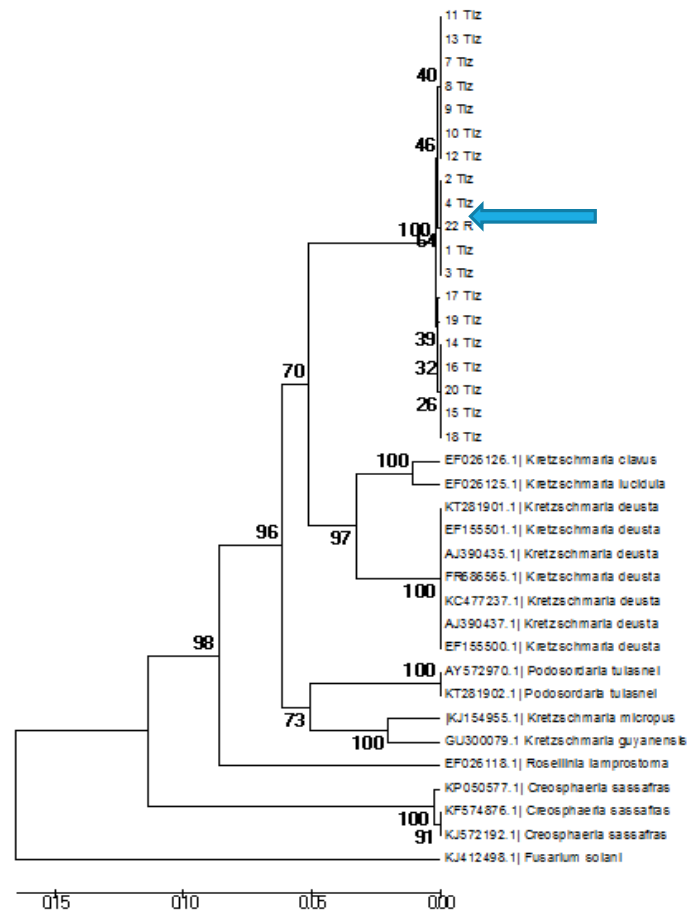
Aislamiento en plantas testigo



Planta inoculada con *K. zonata*



a) Planta con síntomas de marchitez, b) base de tallo y raíz con lesiones



Las inferencias filogenéticas se analizaron utilizando el método NeighborJoining (Saitou y Nei, 1987) con el programa MEGA 4 (Tamura et al., 2007). Se utilizó la secuencia de *F. solani* KJ412498 como Outgroup

ESTRATEGIAS DE MANEJO

MANEJO CULTURAL

1. Eliminación de plantas con síntomas visibles y remoción de cuerpos fructíferos del hongo.
2. Manejo de densidad de arbolado (aclareos).
3. Desinfección de herramientas de poda.
4. Control biológico, *Trichoderma harzianum*, *T. lignorum* y *T. viride*, *Bacillus subtilis*.
5. Tapetes sanitarios.



Cibrián-Tovar, 2015 (Curso)

No hay reportes de evaluaciones *in vitro* y/o *in situ* de cepas comerciales de biofungicidas Y fungicidas sintéticos contra este hongo.

Aspectos del manejo de pudriciones en especies forestales

- ✓ Muchas técnicas y prácticas culturales se han desarrollado para tratar de controlar la pudrición del tallo.
- ✓ En el mejor de los casos, éstos pueden retrasar el desarrollo del patógeno.
- ✓ No existe aún una forma efectiva y económicamente aceptable de controlar las enfermedades.



Durand-Gasselin *et al.*, 2005.

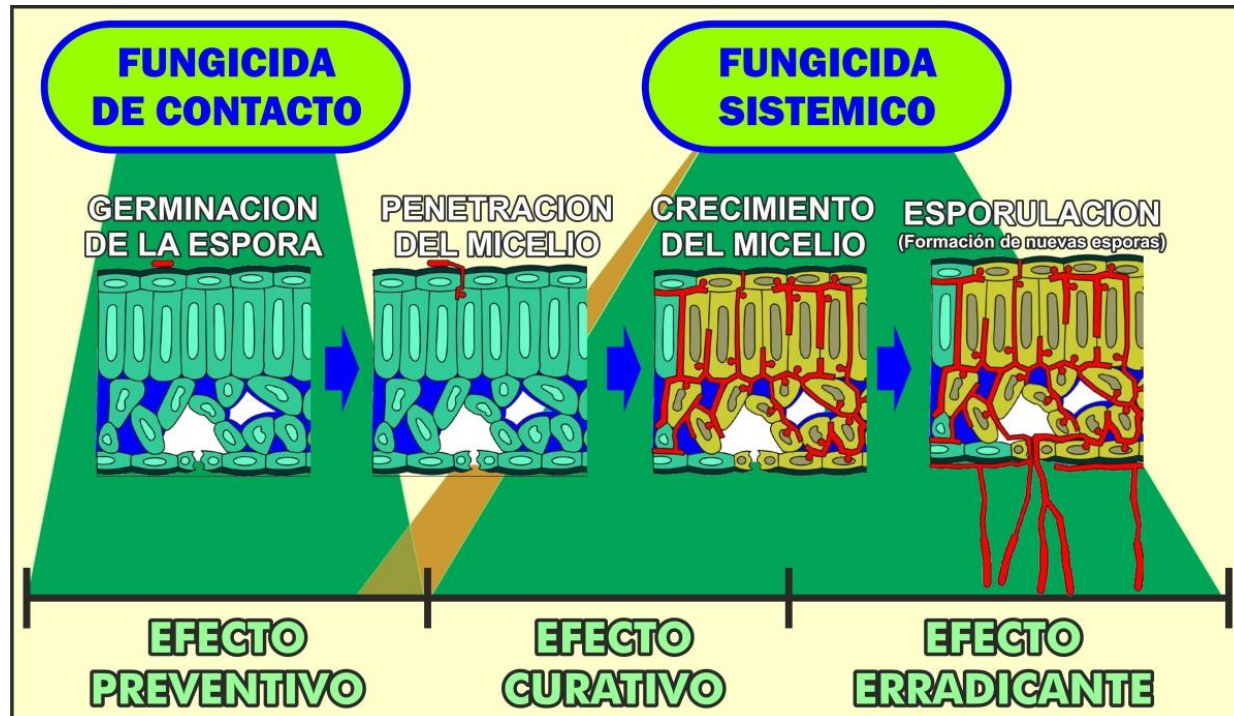
Desventajas del manejo de pudriciones en especies forestales

- ✓ El control genético no esta disponible para todas las especies forestales de importancia.
- ✓ La rotación de cultivos no es aplicable a estas especies.
- ✓ El control de una enfermedad no se logra utilizando solo una acción correctiva.
- ✓ En algunos casos el daño es cada vez más grave y ocurre más temprano de un ciclo de siembra a otro.

Eyles *et al.*, 2008.
Abraham *et al.*, 2013.



MODO DE ACCIÓN



- ☐ Inhibición de la germinación de las esporas (contacto).
- ☐ Inhibición del crecimiento del hongo (sistémico).

“La regulación de un organismo como consecuencia de la actividad de otro, lográndose con ello un equilibrio poblacional y llevarlas por debajo del nivel de daño económico”.

Los agentes biológicos más utilizados son *Trichoderma* sp. y *Bacillus* sp.



Rodríguez *et al.*, (2010)

ENSAYOS DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA *in vitro*

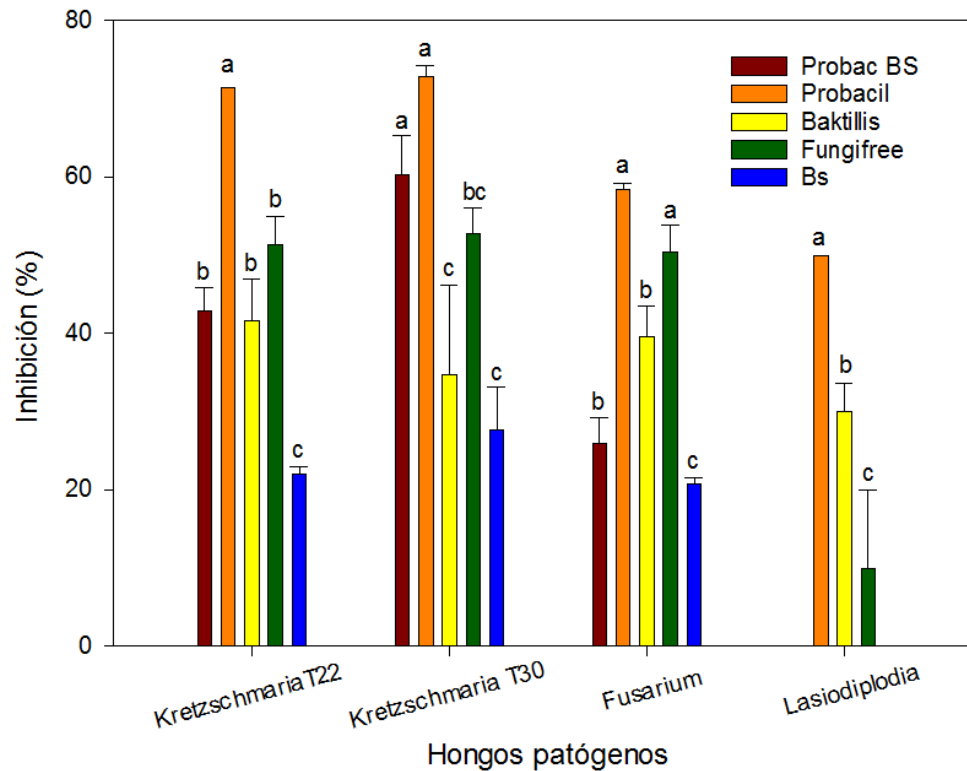
¿Porqué realizar ensayos de efectividad biológica *in vitro*?

1. La alta variabilidad genética que existe dentro de las distintas especies del género de un hongo, hace difícil seleccionar los mejores fungicidas para su control.
- 2.- Es una eficiente, económica y rápida de seleccionar con mayor potencial de control del patógeno

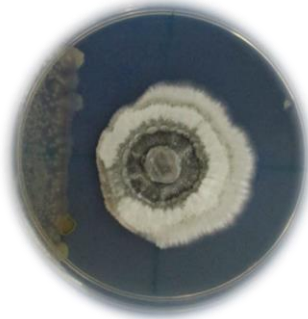
Producto	Dosis/ha	Dosis evaluada
Baktillis	1-2 L/ha	3.5 ml/L
Probacil	500 ml/ha	2.5 ml/L
Probac BS	500 ml/ha	2.5 ml/L
Fungifree	2-2.5 kg/ha	3.0 g/L
Bs	3 L/ha	3 ml/L



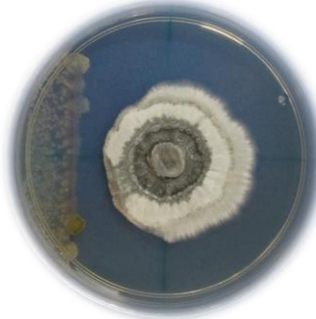
Eficiencia de *Bacillus subtilis* comerciales sobre hongos patógenos de Teca



Antagonismo *Bacillus* vs. *Kretzschmaria zonata*



Probac 2.5 ml/L



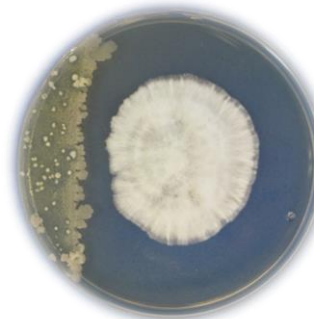
Probacil 2.5 ml/L



Baktillis 3.5 ml/L



Fungifree 3 g/L



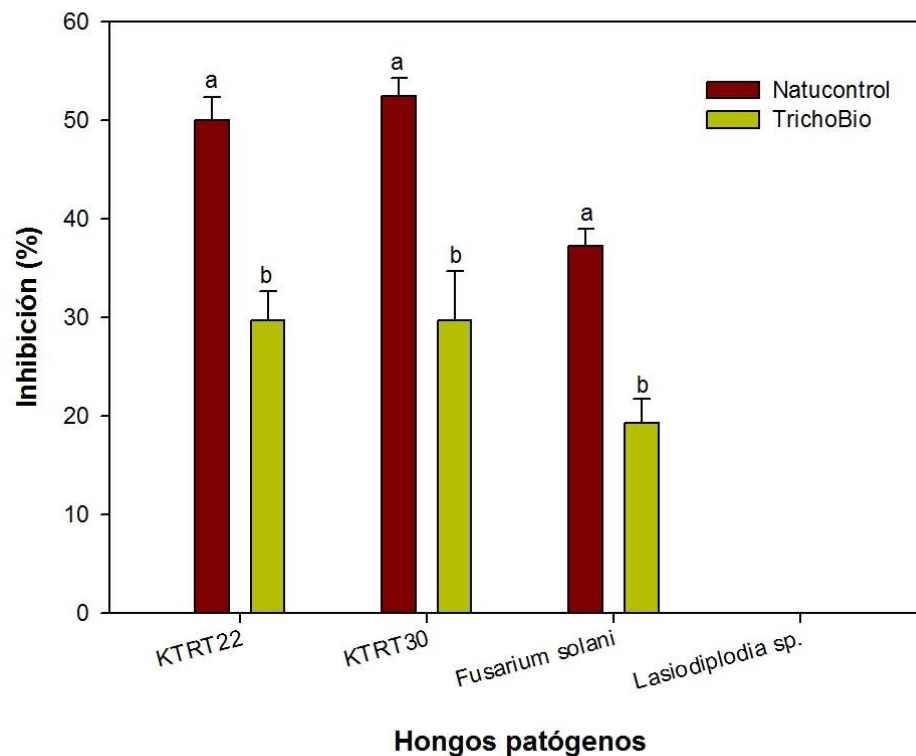
BS 3 ml/L

Evaluación 6to. día

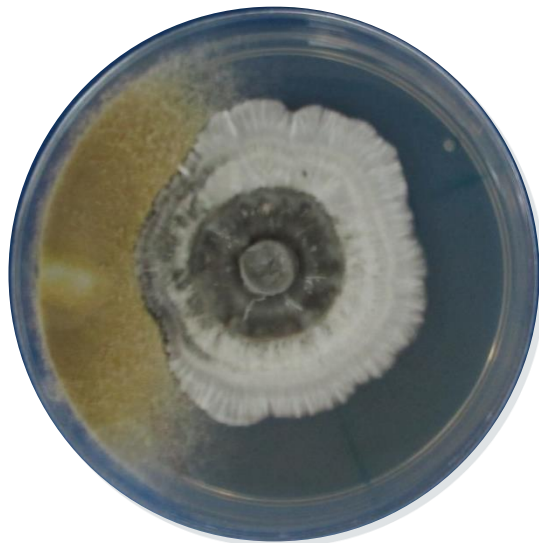


Producto	Dosis/ha	Dosis evaluada
Natucontrol	400-800 g/ha	1.5 g/L
TrichoBio	1.5 L/ha	3.75 g/L

Eficiencia de *Trichoderma harzianum* comerciales sobre hongos patógenos de Teca



Kretzschmaria



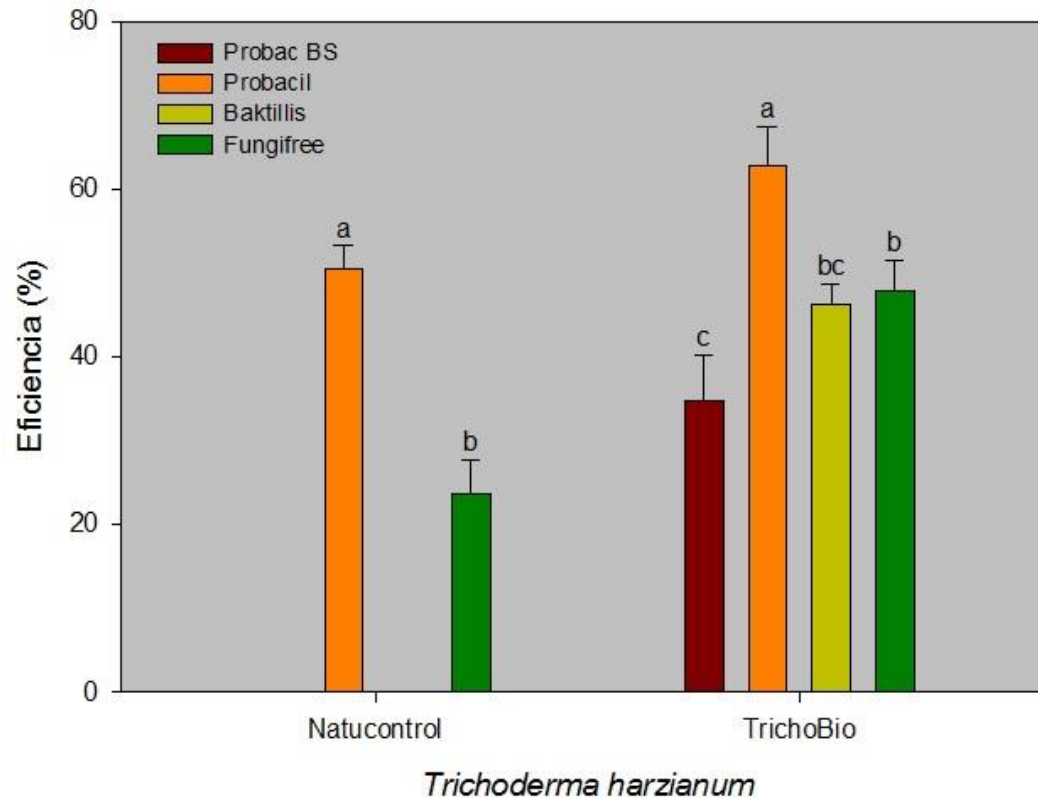
TrichoBio



Natucontrol

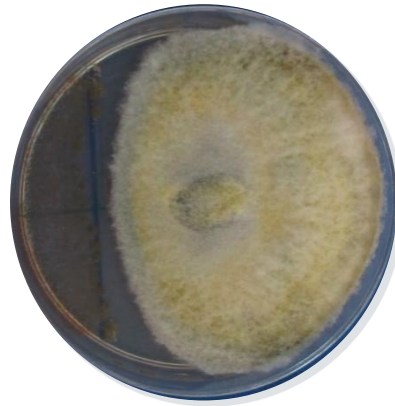
Evaluación 6to. día

Compatibilidad de *B. subtilis* y *T. harzianum*



Compatibilidad Natucontrol (*T. harzianum*) y *B. subtilis* comerciales

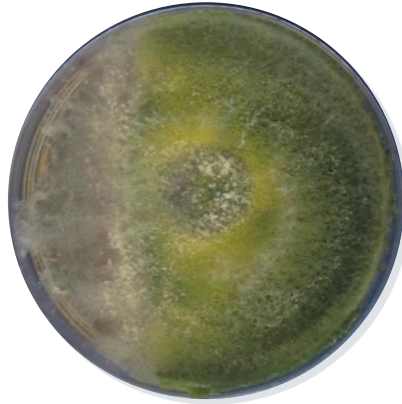
Probacil



Baktillis



Fungifree



Probac

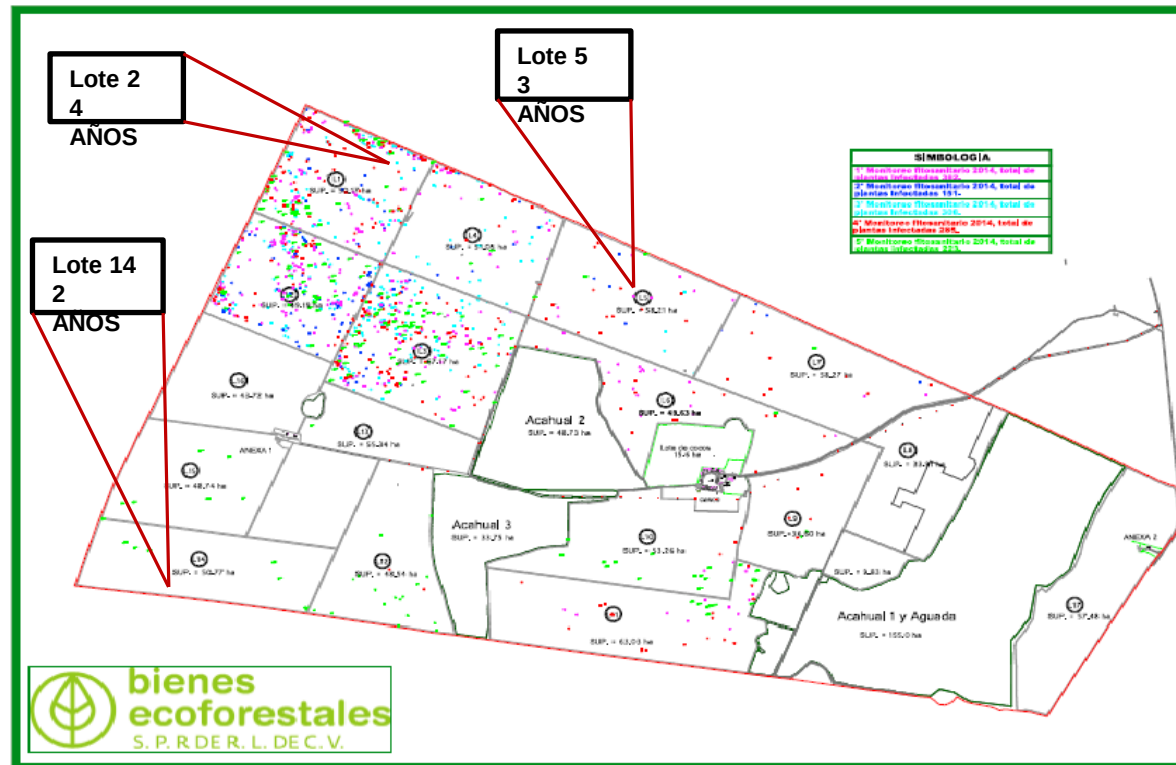


Efectividad biológica *in vitro* de fungicidas contra hongos patógenos aislados de la pudrición de cuello y raíz de teca

Tratamientos	Dosis (g ó ml/L)	Efectividad (%)		
		<i>Kretzchmaria</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Lasiodiplodia</i> sp.
Prometyl	2.0	100 ± 0.0 a	98.5 ± 0.08 bc	100 ± 0.0 a
	2.5	100 ± 0.0 a	98.7 ± 0.06 bc	100 ± 0.0 a
	3.0	100 ± 0.0 a	98.5 ± 0.13 bc	100 ± 0.0 a
Controller	1.0	100 ± 0.0 a	98.7 ± 0.05 bc	98.0 ± 0.04 d
	1.5	100 ± 0.0 a	98.7 ± 0.03 bc	98.3 ± 0.08 c
	2.0	100 ± 0.0 a	98.8 ± 0.06 bc	98.6 ± 0.02 b
Pentaclor	6.0	100 ± 0.0 a	98.5 ± 0.04 c	100 ± 0.0 a
	8.0	100 ± 0.0 a	98.6 ± 0.18 bc	100 ± 0.0 a
	10.0	100 ± 0.0 a	99.0 ± 0.21 bc	100 ± 0.0 a
Aliette	4.75	100 ± 0.0 a	100 ± 0.0 a	100 ± 0.0 a
	5.5	100 ± 0.0 a	100 ± 0.0 a	100 ± 0.0 a
	6.25	100 ± 0.0 a	100 ± 0.0 a	100 ± 0.0 a
Datos con la misma literal dentro de cada columna, son estadísticamente iguales (Tukey, $p = 0.05$).				
Testigo	0.0	0 ± 0.0 b	0 ± 0.0 d	0 ± 0.0 e

ENSAYOS DE MANEJO EN CAMPO

UBICACIÓN DE PARCELAS EXPERIMENTALES



PRODUCTOS A EVALUAR

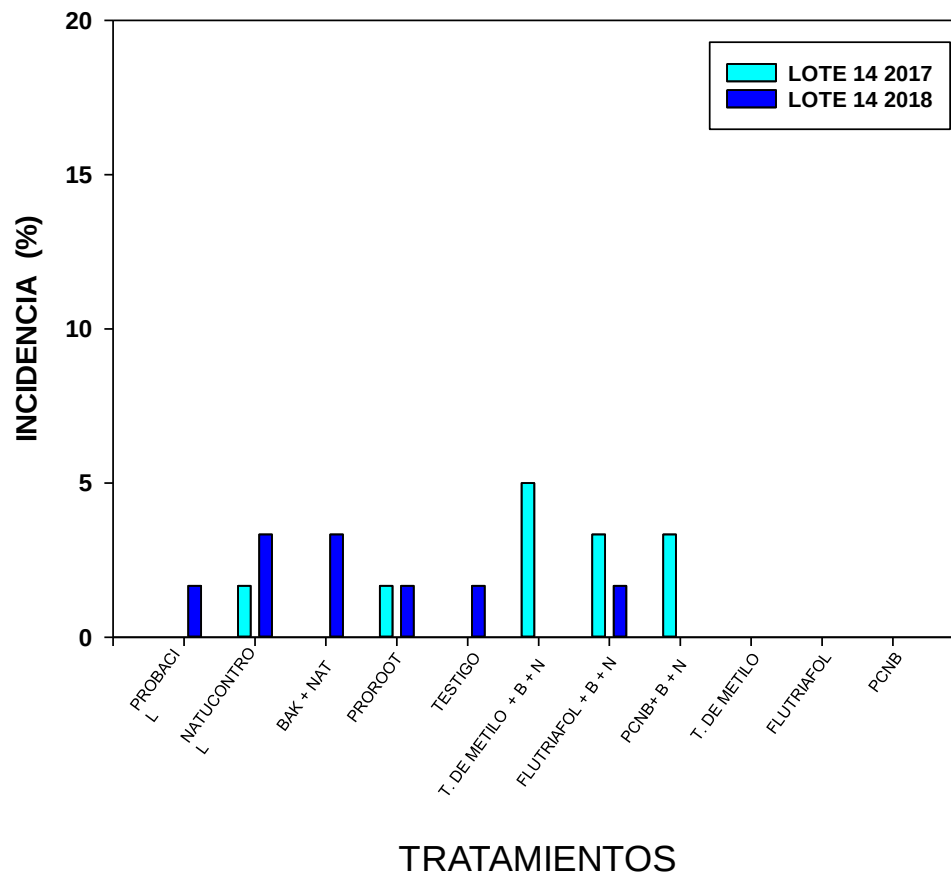
PRODUCTO (nombre comercial)	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS
Probacil	<i>Bacillus subtilis</i>	1 L/ha
Baktillis	<i>Bacillus subtilis</i>	1 L/ha
Natucontrol	<i>Trichoderma harzianum</i>	0.8 L/ha
Controller	Futriafol	600 ml/ha
Promethyl	Tiofanato de metilo	1 Kg/ha
PCNB	Pentacloronitrobenceno	3 L/ha
Proroot	Auxinas	2 Kg/ha

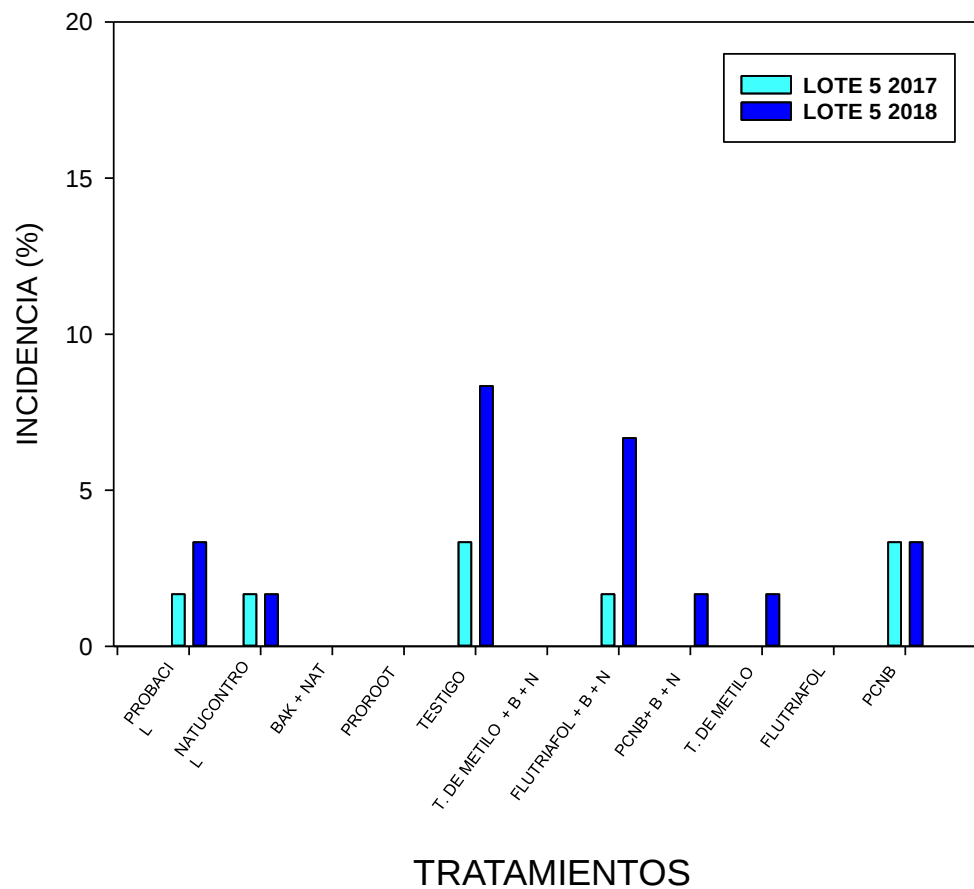
TRATAMIENTOS Y FRECUENCIA DE APLICACION

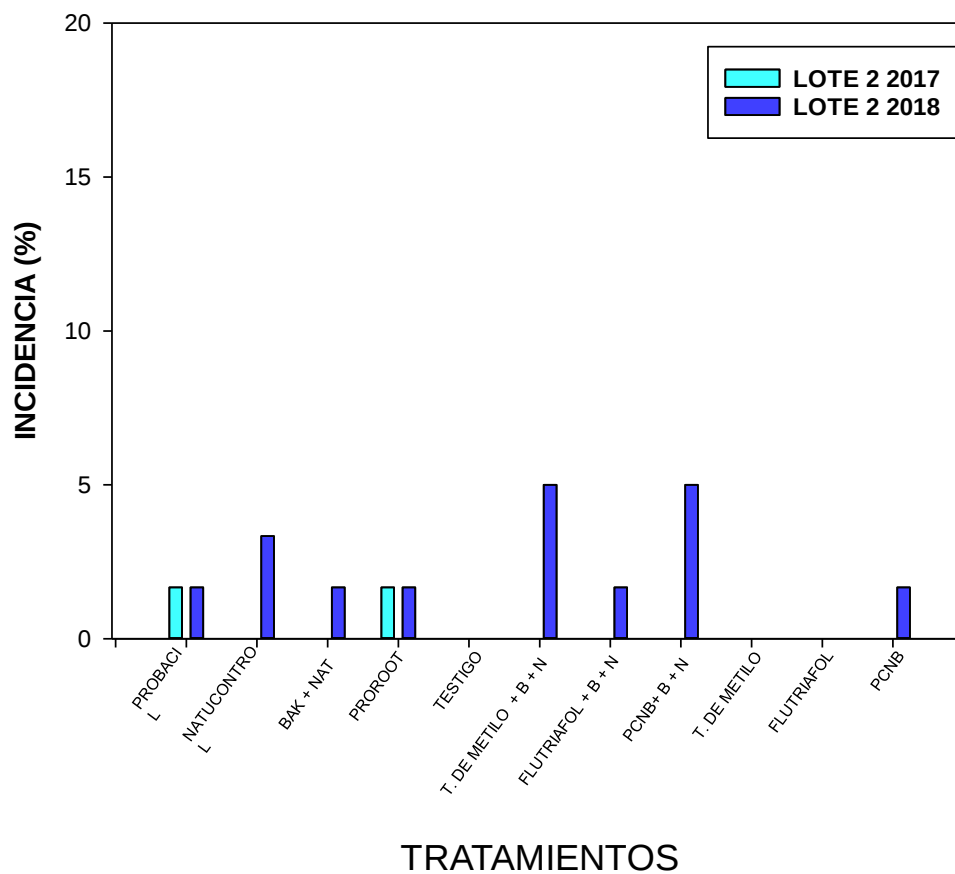
No. Trat.	Febrero	Marzo	Junio
1	Probacil		Probacil
2	Natucontrol		Natucontrol
3	Baktilis BS + Natucontrol		Baktilis BS + Natucontrol
4	Proroot		Proroot
5	Testigo absoluto		
6	Tiofanato de metilo	Baktilis BS + Natucontrol	Baktilis BS + Natucontrol
7	Controller	Baktilis BS + Natucontrol	Baktilis BS + Natucontrol
8	Pentaclor	Baktilis BS + Natucontrol	Baktilis BS + Natucontrol
9	Tiofanato de metilo		
10	Controller		
11	Pentaclor		

APLICACIÓN DE PRODUCTOS EN CAMPO











RESULTADOS DE LOS ENSAYOS SEMICOMERCIALES

TRATAMIENTO	SECCIÓN	ÁRBOLES INFECTADOS (PROMEDIO 2014-2016)	ÁRBOLES INFECTADOS (2017)	PORCENTAJE DE ÁRBOLES INFECTADOS	
				REDUCCIÓN	INCREMENTO
T. DE METILO	1	267	169	38.0	
BAK + NAT	2	198	155	19.6	
T M + BAK + NAT	3	182	168	5.9	
TESTIGO 1	LOTE 4	530	584		8
TESTIGO 2	LOTE 3	142	192		29.8

¿Hacia donde vamos?

Establecer una estrategia de manejo integrado de la Pudrición de cuello y raíz de teca basada en:

- Manejo Cultural
- Manejo Químico: Actividad curativa mediante el uso de productos no restringidos
- Manejo preventivo: Actividad preventiva de productos biológicos y orgánicos
- Guías de monitoreo
- Manual de manejo

Agradecimientos



