

## Diversidad y uso potencial de los hongos del género *Trichoderma* para innovación tecnológica en la agricultura

Sueli Corrêa Marques de Mello - Embrapa  
Recursos Genéticos e Biotecnologia  
sueli.mello@cenargen.embrapa.br



## Oportunidades para biofungicidas

- La demanda del mercado.
- Manejo integrado de las enfermedades.
- Alternativa al uso del bromuro de metilo (MB).
- La certificación de los productos de agricultura orgánica.
- El mercado de los pesticidas orgánicos es la fracción más pequeña de la industria de plaguicidas en el mundo, pero es un mercado que está creciendo 20% al 30% por año.



## Control Biológico

Principal aplicación biotecnológica que se ha implantado para la modificación del proceso productivo en la agricultura - **la Revolución Verde del siglo XXI.**



## Fungicidas a base de microorganismos en el mercado mundial

- Por lo menos 140 productos.
- Microorganismos: *Agrobacterium radiobacter* y *Bacillus* spp., entre otras bacterias y levaduras, *Ampelomyces quisqualis*, *Aspergillus flavus*, *Arthrobotrys* sp., *Clonostachys rosea*, *Gliocladium* spp., *Conyothyrium minitans*, *Hasfordia pulvinata*, *Paecilomyces* spp., *Pochonia*, *Trichoderma* spp., *Pythium oligandrum* entre otros.



## Las principales ventajas del control biológico

- Evitar la descomposición del equilibrio ecológico.
- Proteger a la salud de los agricultores, los trabajadores y sus familias.
- agregar valor a los productos agrícolas en el momento de la comercialización – mercado de alimentos cada vez más exigentes en cuanto a los límites de residuos de plaguicidas.

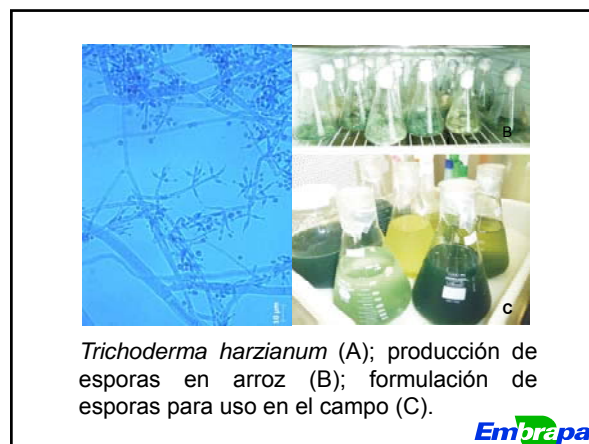


## *Trichoderma* como biofungicida

- Uno de los organismos más estudiados.
- Numerosos productos en el mercado mundial.
- Diferentes modos de acción - interacciones directas (parasitismo, antibiosis y competencia) y interacciones indirectas (resistencia sistémica inducida promoción de crecimiento).



Biofungicida con <i>Trichoderma</i> en Brasil		
Productos	i.a.	alvos
Agrotrich	<i>Trichoderma</i> spp.	<i>Sclerotinia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Verticillium</i> , <i>Phomopsis</i> e <i>Roselinia</i>
Biotrich	<i>Trichoderma</i> spp.	<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Verticillium</i> , <i>Pythium</i> , <i>Phomopsis</i> , <i>Roselinia</i> y <i>Plasmidiophora</i>
Ecotrich	<i>T. harzianum</i>	<i>R. solani</i> , <i>Pythium</i> y <i>Sclerotinia</i> spp.
Nutrisolo	<i>T. viride</i> , <i>T. harzianum</i> , <i>T. koningii</i> , <i>Trichoderma</i> sp.	<i>Fusarium</i> , <i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Sclerotinia</i>



Embrapa

Biofungicidas con <i>Trichoderma</i> en Brasil		
Productos	i.a.	alvos
Trichonat	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Venturia</i> , <i>Endothia</i> , <i>Crinipellis</i> , patógenos de suelo
Quality	<i>T. asperellum</i>	Patógenos de suelo (soya, frijol, y algodón)
Trichodel	<i>Trichoderma</i> spp.	<i>Colletotrichum</i> , <i>Botryosphaeria</i> , hongos de suelo y hidroponia
Trichoplus	<i>T. harzianum</i>	<i>Cercospora</i> , <i>Phoma</i> , patógenos de suelo
Trichoteam	<i>Trichoderma</i> sp.	Varios patógenos foliares y de suelo
Trichovab.	<i>Trichoderma stromaticum</i>	Escoba de bruja del cacao

Fuente: Documentos / Embrapa Meio Ambiente; 88. 2012

Biofungicidas con <i>Trichoderma</i> em otros países de América de Sur y Central		
Producto	i.a.	País
Tricho D WP	<i>T. Harzianum</i> T22	Colombia
Trichobiol WP	<i>T. lignorum</i>	Colombia
Trichodermus	<i>T. harzianum</i>	Colombia
Trihogen	<i>T. lignorum</i>	Colombia
Trichol	<i>Trichoderma</i> sp.	Colombia
Trichomax	<i>Trichoderma</i> sp.	Peru
Trichonativa	<i>T. virens</i> , <i>T. harzianum</i> , <i>T. parceanamosum</i>	Chile
Trichosav	<i>T. Harzianum</i> A-34	Cuba



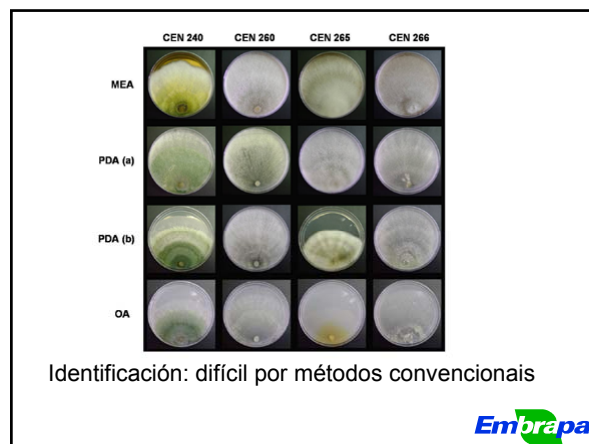
Embrapa

Biofungicidas con <i>Trichoderma</i> em otros países de América de Sur y Central		
Producto	i.a.	País
Agroguard WG	<i>T. harzianum</i>	Colombia
Antagon	<i>T. harzianum</i>	Colombia
Bio Fit	<i>T. virens</i> , <i>T. harzianum</i>	Chile
Bio Traz	<i>T. virens</i> , <i>T. harzianum</i>	Chile
Biorend	<i>T. Harzianum</i> y quitosana	Chile
Fitotripen wp	<i>T. harzianum</i> , <i>T. Koningii</i> , <i>T. viride</i>	Colombia
Foli Guard	<i>T. harzianum</i> DSM 14944	Colombia
Mycobac WP	<i>T. Lignorum</i>	Colombia
Natibiol	<i>T. Harzianum</i>	Venezuela

### Biofungicidas con *Trichoderma* em otros países de América de Sur y Central

Producto	i.a.	País
Trichosoil	<i>T. harzianum</i>	Uruguay
TrichoZan	<i>Trichoderma</i> spp.	Honduras
Trichodamp	<i>Trichoderma</i> sp.	
Trifisol	<i>T. viride</i> 2684	Colombia

Fuente: Documentos / Embrapa Meio Ambiente; 88. 2012.



Embrapa

### Biofungicidas con *Trichoderma* en otros países

Topshield, Rootshield	<i>T. harzianum</i> T-22	USA
T-22G, T-22B, T-22 TGT	<i>T. harzianum</i> T-22	USA
Harzian 20, Harzian 10	<i>T. harzianum</i>	França
F-stop	<i>T. harzianum</i>	USA
Supraavit	<i>T. harzianum</i>	Dinamarca
Solsain	<i>Trichoderma</i> spp.	França
ANTI-FUNGUS	<i>Trichoderma</i> spp.	Belgica
Ty Mycontrol	<i>Trichoderma</i> spp.	Israel
T35	<i>T. harzianum</i>	Israel
GlioGard and SoilGard	<i>T. virens</i>	USA
Bip	<i>T. viride</i>	T Poland

Fuente: J. Agr. Sci. Tech. (2012) Vol. 14: 699-714

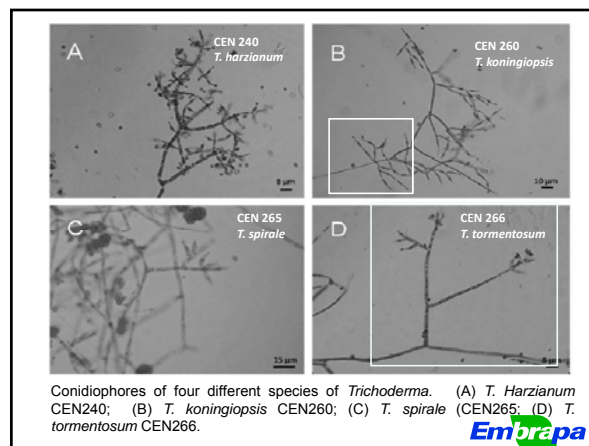


Embrapa

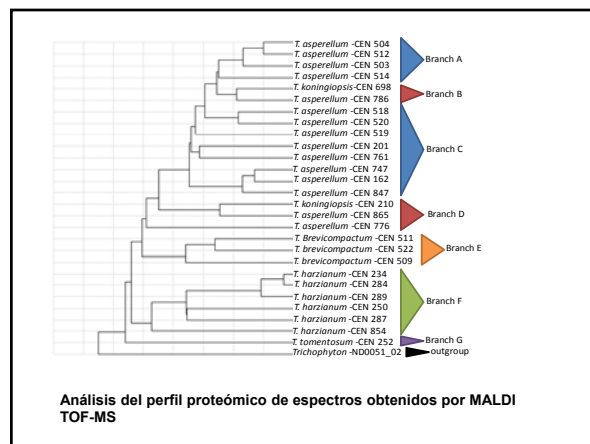
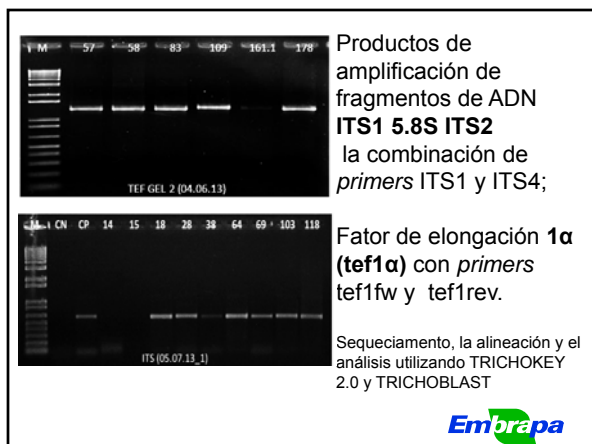
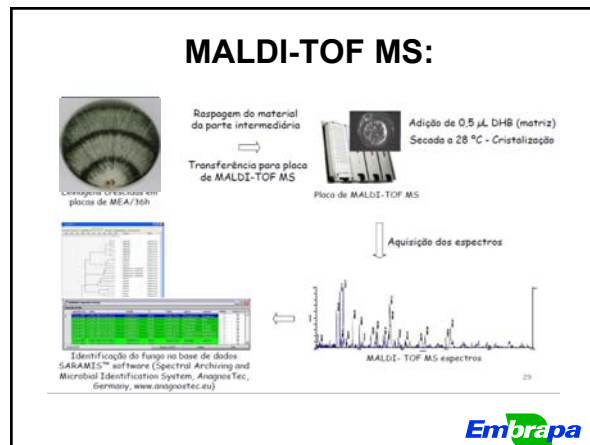
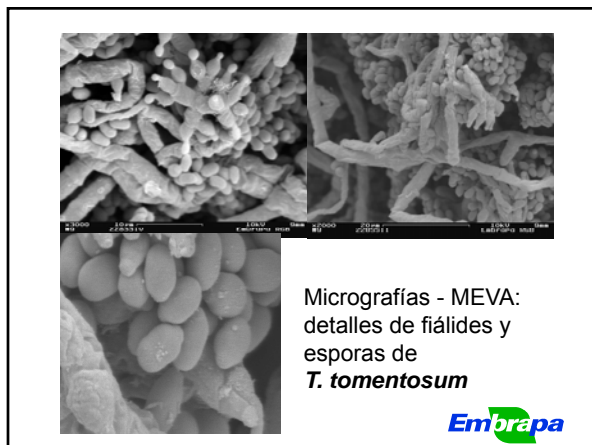
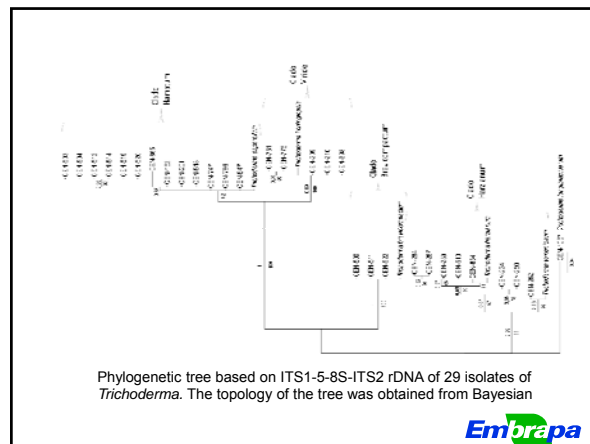
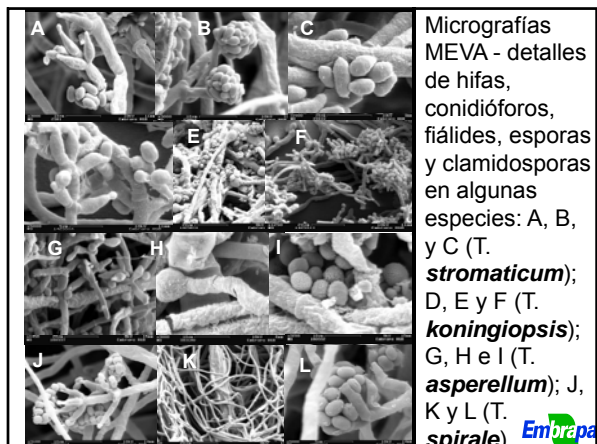
### Biofungicidas con *Trichoderma* en otros países

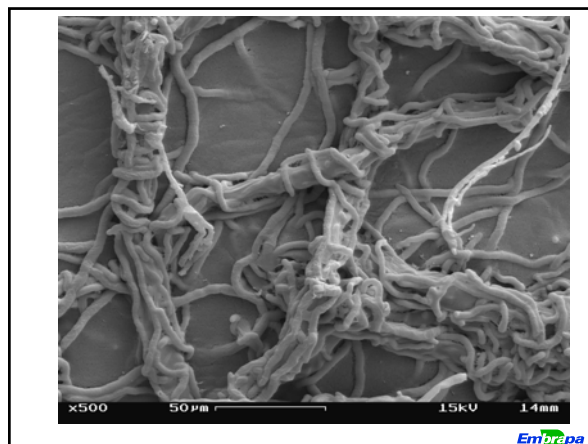
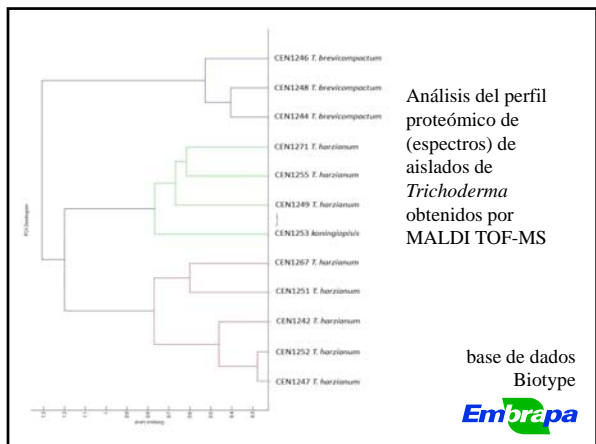
Promot PlusWP	<i>Trichoderma</i> spp.	Vietnam
Promot PlusDD	<i>Trichoderma</i> spp.	Vietnam
TRIB1	<i>Trichoderma</i> spp.	Vietnam
TRICO-DHCT	<i>Trichoderma</i> spp.	Vietnam
Vi - DK	<i>Trichoderma</i> spp.	Vietnam
NLU - Tri	<i>Trichoderma virens</i>	Vietnam
Biobus 1.00WP	<i>Trichoderma viride</i>	Vietnam
Bio	<i>Trichoderma</i> spp.	Vietnam
Fulhumaxin 5.15SC	<i>Trichoderma</i> spp.	Vietnam
BioSpark	<i>T. parceramosum</i> , <i>T. harzianum</i>	Filipinas
Trichoderma	<i>T. pseudokoningii</i> ,	

Fuente: J. Agr. Sci. Tech. (2012) Vol. 14: 699-714



Embrapa

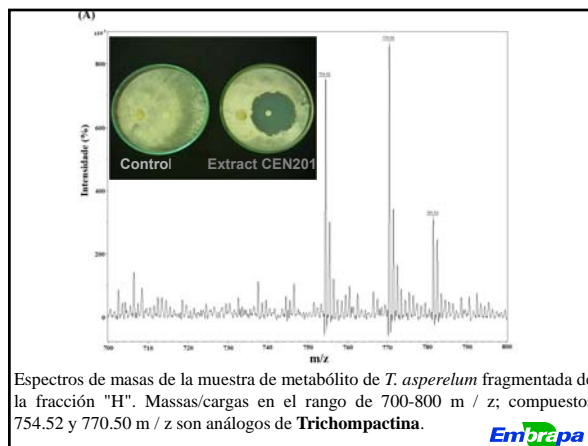
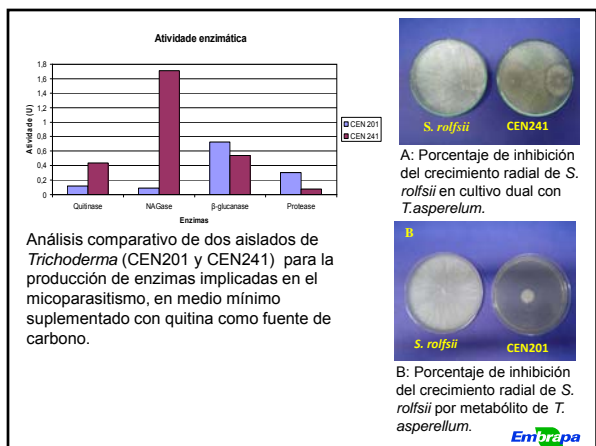
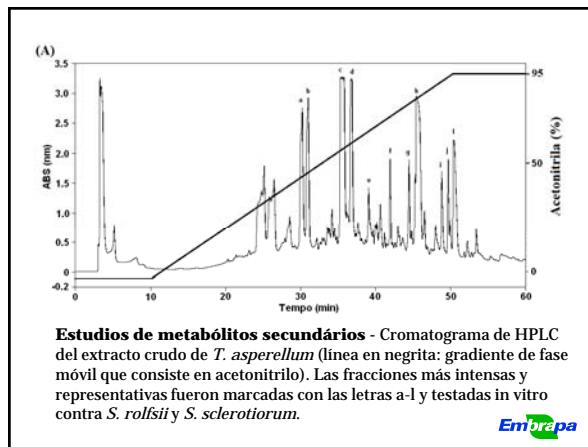


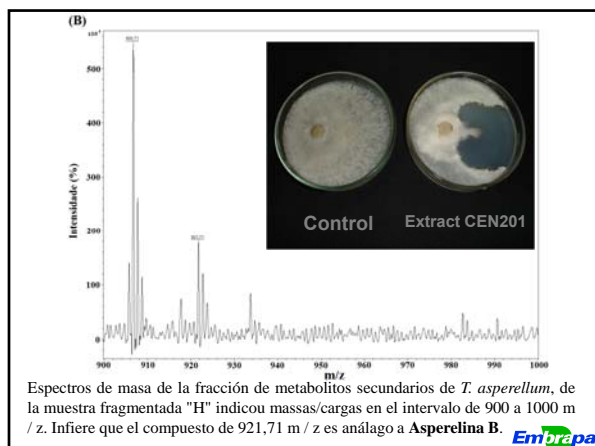


### Selección de aislados

**Cylindrocladium**  
**Sclerotinia sclerotiorum**  
**Lasiodiplodia thobromae**  
**Fusarium oxysporum F. solani**  
**Sclerotium rolfsii**

Promoción de crecimiento **Embrapa**





**Tabela 3 – Efeito de *Trichoderma harzianum* no número de apotecios/m<sup>2</sup> e na supressão do mofo branco em feijoeiro comum 'Pérola' em campo, Goiânia, GO, 2009 e 2010.**

Isolado de <i>T. harzianum</i> <sup>(1)</sup>	Apotecios/m <sup>2</sup> aos 62 DAS <sup>(1)</sup>		Severidade: área coberta por mofo branco aos 72 DAS (%) <sup>(1,2)</sup>	
	DAS <sup>(1)</sup>			
	2009	2010	2009	2010
CEN 287	6,75 aA	28,25 aB	6,70 aA	2,31 aA
CEN 288	10,50 bA	114,25 bB	11,62 aA	33,75 bB
CEN 289	17,50 cA	50,75 aB	27,50 bA	32,25 bA
CEN 290	8,50 aA	85,75 bB	6,80 aA	32,20 bB
CEN 316	5,25 aA	40,50 aB	7,55 aA	11,75 aA
Isolado comercial	4,75 aA	50,25 aB	6,75 aA	9,25 aA
Testemunha <sup>(4)</sup>	12,50 bA	105,50 bB	28,55 bA	58,75 cB
Média <sup>(3)</sup>	9,39 A	67,89 B	13,62 A	25,76 B
Coefficiente de variação	21,61%	27,06%	25,36%	29,60%

<sup>(1)</sup>Valores seguidos pela mesma letra minúscula em cada coluna e mesma letra maiúscula em uma linha, não diferem estatisticamente, segundo o teste de Scott-Knott (P≤0,05).  
<sup>(2)</sup>Percentual médio de área da parcela coberta com os sintomas de mofo branco.  
<sup>(3)</sup>Isolados de *T. harzianum* e isolado comercial Trichoderma<sup>®</sup> SC (suspensão concentrada de *T. harzianum* em óleo emulsivo), empregados para o tratamento das parcelas na quantidade de 1500 mL de suspensão a 10<sup>6</sup> conídios mL<sup>-1</sup> para cada parcela de 6,25 m<sup>2</sup> (2,4 x 10<sup>12</sup> conídios ha<sup>-1</sup>).  
<sup>(4)</sup>Sem aplicação de *Trichoderma*.  
<sup>(5)</sup>Média geral do número de apotecios/m<sup>2</sup> e da área das parcelas coberta por mofo branco.

**Germinación en arena a los 10 días después de la siembra (DAS), tamaño de plantas, de raíces y número de plantas de frijol 'Jalo Precoce' (14 DAS) cultivadas en sustrato tratado con aislados de *T. harzianum* en casa de invernadero.**

Tratamientos <sup>(1)</sup>	Emergencia em areia (%) <sup>(5)</sup>	Comprimento (cm) <sup>(1)</sup>		
		Parte aérea	Raízes	Total
CEN 287	81 <sup>(6)</sup>	18,21 a	14,52 a	32,73 a
CEN 288	85	18,59 a	14,28 a	32,87 a
CEN 289	76	19,26 a	16,03 b	35,29 b
CEN 290	80	18,21 a	16,90 b	35,11 b
CEN 316	77	19,50 a	14,31 a	33,81 a
Ecotrich <sup>(9)</sup>	83	17,89 a	14,87 a	32,76 a
Vitavax <sup>®</sup> -Thiram <sup>(3)</sup>	85	18,65 a	16,35 b	35,00 b
Testemunha <sup>(4)</sup>	74	19,21 a	14,18 a	33,39 a
Coefficiente de Variação	12,41%	8,67 %	12,07 %	6,62 %

**Tabela 4 – Efeito de *Trichoderma harzianum* no controle da murcha de fusarium em feijoeiro comum 'BRS Valente' em campo, nas safras de 2009/2010 (verão) e 2010 (inverno). Santo Antônio de Goiás, GO.**

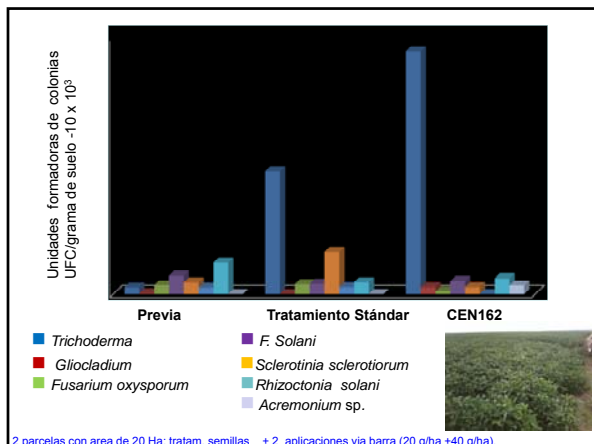
Tratamentos <sup>(1)</sup>	Safrá 2009/2010 (verão) <sup>(1)</sup>		Safrá 2010 (inverno) <sup>(1)</sup>	
	Incidência (%)	Índice de doença (%) <sup>(2)</sup>	Incidência (%)	Índice de doença (%) <sup>(2)</sup>
CEN 287	47,16 aA	20,79 aA	51,30 bA	24,30 aA
CEN 288	56,15 aA	26,99 aA	87,80 cB	40,55 bB
CEN 289	79,18 bA	32,17 bA	82,29 cA	32,54 bA
CEN 290	47,11 aA	22,73 aA	72,04 cB	30,18 bA
CEN 316	37,50 aA	20,49 aA	41,23 bA	20,96 aA
Isolado comercial	58,59 aA	25,29 aA	68,00 cA	28,39 bA
Carboxina e Tiram <sup>(4)</sup>	82,04 bA	32,51 bA	85,80 cA	35,46 bA
Plots livre de Foxy <sup>(5)</sup>	27,75 aA	17,56 aA	15,97 aA	14,65 aA
Testemunha <sup>(6)</sup>	82,46 bA	36,88 bA	92,86 cA	40,36 bA
Média <sup>(7)</sup>	57,55 A	26,16 A	66,36 B	29,71 B
Coefficiente de variação	25,88%	20,58%	20,69%	25,28%

<sup>(1)</sup>Valores seguidos pela mesma letra minúscula em cada coluna e mesma letra maiúscula em uma linha, não diferem estatisticamente, segundo o teste de Scott-Knott (P≤0,05).  
<sup>(2)</sup>Para as análises estatísticas, calculou-se o índice de doença, separadamente, para cada plot, de acordo com a fórmula de McKinney.

**Germinación (8 DAS), tamaño de las plantas, raíces y total de plantas de frijol 'Jalo 'Early' (al 10 DAS) sembradas en surcos tratados con *Trichoderma harzianum* bajo condiciones de campo con riego (pivote central)**

Tratamientos <sup>(1)</sup>	Emergencia em campo (%) <sup>(1)</sup>	Comprimento (cm) <sup>(1)</sup>		
		Parte aérea	Raízes	Total
CEN 287	71 <sup>(6)</sup>	7,86 a	10,14 a	18,00 a
CEN 288	81	8,51 a	10,14 a	18,65 a
CEN 289	83	8,73 a	12,08 b	20,81 b
CEN 290	79	9,42 a	13,09 b	22,51 b
CEN 316	72	9,42 a	9,95 a	19,37 a
Ecotrich <sup>(9)</sup>	81	9,13 a	10,69 a	19,82 a
Vitavax <sup>®</sup> -Thiram <sup>(3)</sup>	81	9,26 a	11,65 b	20,91 b
Testemunha <sup>(4)</sup>	68	8,83 a	10,84 a	19,67 a
Coefficiente de Variação	14,59 %	17,26 %	16,23 %	12,17 %





### Consideraciones finales

- *T. harzianum*: i.a. en aproximadamente 45% de los productos.
- otras especies: *T. polysporum*, *T. viride*, *T. virens*, *T. asperellum*, *T. atroviride*, *T. koningii*, *T. lignorum*, *T. parceanamosum*, *T. stromaticum*, *T. pseudokoningii*.
- utilización en diversos tipos de cultivos, suelos y climas variados.
- Cada especie poseen características propias por las cuales puede o no puede ser eficientes en control de un patógeno o en condiciones específicas.
- al iniciar cualquier programa de control biológico con aislados de este hongo es de suma importancia la identificación a nivel de especie.

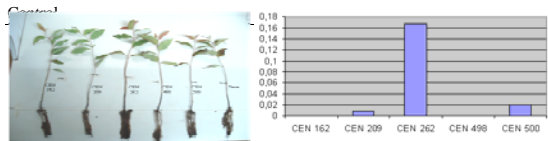


- Estudios más amplios de las características de *Trichoderma* spp. (e otros microorganismos) mantenidos en las colecciones son de suma importancia para el mejor uso de sus múltiples funcionalidades.
- Se necesita el registro de las características asociadas a los recursos microbianos en base de datos de acceso público para una mejor difusión del uso potencial de los materiales almacenados en colección de cultivo.



### Colonización de *Trichoderma* como endófito en *Eucalyptus*

aislado	hojas	tallos	raíces
CEN 162 - <i>T. asperellum</i>	-	-	+
CEN 209 - <i>T. pseudokoningii</i>	-	-	-
CEN 262 - <i>T. harzianum</i>	-	-	+
CEN 498 - <i>T. harzianum</i>	-	-	+
CEN 500 - <i>T. harzianum</i>	-	-	-



### Muchas Gracias!

