



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ciencias
Postgrado en Biología Celular
Tesis Doctoral

BIOCONTROL DE *Rhizoctonia solani* KÜHN POR *Trichoderma* spp.

Trabajo presentado por el
MSc. Domenico Fabio Pavone Maniscalco
ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela
como requisito para obtener el Título de
Doctor en Ciencias Mención Biología Celular.

Tutor: Dr. Blas Dorta

Marzo de 2012.

INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	2
ABSTRACT.....	3
1.- Introducción general.....	4
2.- Objetivo general del trabajo	7
CAPITULO 1. Biodiversidad de <i>Trichoderma</i> spp en campos de maíz	9
1.1.- Introducción	9
1.1.1.-Identificación de especies de <i>Trichoderma</i> spp	9
1.1.2.- Identificación molecular.....	12
1.1.3.- Identificación morfológica	14
1.1.4.- Diversidad de <i>Trichoderma</i> spp	
1.2.- Objetivos	18
1.3.- Materiales y métodos	19
1.3.1.- Obtención de muestras de suelo	19
1.3.2.- Aislamiento de cepas fúngicas	19
1.3.3.- Cultivos monospóricos	19
1.3.4.- Identificación de los aislados	21
1.3.5.- Extracción de DNA	21
1.3.6.- Amplificación de las regiones ITS1 e ITS2 del rDNA y <i>tef1</i>	21
1.3.7.- Secuenciación de los productos de PCR	22
1.3.8.- Análisis de secuencias	23
1.4.- Resultados y Discusión	24
1.4.1.- Obtención e identificación de aislados de <i>Trichoderma</i> spp	24
1.4.2.- Diversidad de <i>Trichoderma</i> spp en plantaciones de maíz de Venezuela	49

1.4.3.- Aplicaciones biotecnológicas de los aislados de <i>Trichoderma</i> spp obtenidos	55
Capítulo 2. Biocontrol de <i>R. solani</i>	60
2.1.- Introducción	60
2.1.1.- <i>Rhizoctonia solani</i> como agente fitopatógeno	60
2.1.2.- El cultivo de maíz	63
2.1.3.- Mecanismos de control de <i>Trichoderma</i> spp	65
2.1.3.1.- El micoparasitismo	65
2.1.3.2.- La antibiosis	66
2.1.3.3.- La competencia	70
2.2.- Objetivos	71
2.3.- Materiales y Métodos	72
2.3.1.- Crecimiento en sustrato sólido	72
2.3.1.1.- Ensayos en placas con PDA	72
2.3.1.2.- Ensayos en placas con suelo	73
2.3.2.- Crecimiento en sustrato líquido	73
2.3.3.- Determinación de los azúcares reductores	74
2.3.4.- Determinación de N-acetil glucosamina	74
2.3.5.- Determinación de la actividad N-acetil glucosaminidasa (quitinasa)	74
2.3.6.- Evaluación de las cepas en viveros	75
2.3.7.- Análisis estadísticos	75
2.4.- Resultados y Discusión	76
2.4.1.- Cultivos duales en sustratos sólidos	76
2.4.2.- Cultivos duales en medio líquido	89
2.4.3.- Crecimiento de <i>Trichoderma</i> spp en suelo	95
2.4.4.- Ensayos de vivero	99
2.5.- Discusión General	105
2.6.- Conclusiones y Recomendaciones	110
2.7.- Referencia Bibliográficas	112
2.8.- Apéndice 1. Secuencias e identificación de los genes	

ITS1 e ITS2 de algunas de las especies estudiadas	126
2.9.- Apéndice 2. Análisis de las secuencias <i>tef1</i> con los programas TrichoMARK y TrichoBLAST	161
2.10.- APENDICE 3. Análisis Estadísticos	192

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema representativo de los genes ribosomales, mostrando la ubicación de las regiones ITS	13
Figura 1.1. Mapa de Venezuela mostrando los sitios de recolección de muestras edáficas en plantaciones de maíz utilizadas en este estudio	20
Figura 1.2. Electroforesis en gel de agarosa de los productos de la extracción de DNA genómico de algunas de las cepas utilizadas.....	34
Figura 1.3. Electroforesis en gel de agarosa de los productos de PCR de las regiones ITS1 y 2, de algunas de las cepas utilizadas	35
Figura 1.4. Electroforesis en gel de agarosa de los productos de PCR del gen <i>tef1</i>, de algunas cepas con discrepancia en el análisis de ITS	35
Figura 1.5.- Esquema representativo del gen <i>tef1</i>	39
Figura 1.6. Aislados obtenidos en los muestreos en campos de maíz en varios Estados de Venezuela	41
Figura 1.7. Diversidad general de <i>Trichoderma</i> spp en plantaciones de maíz en Venezuela	51
Figura 1.8. Diversidad de <i>Trichoderma</i> spp en plantaciones de maíz por Estado	52
Figura 2.1. Esclerocios de <i>R. solani</i> sobre mazorca de maíz	61
Figura 2.2. Estructuras químicas de metabolitos secundarios aislados de <i>Trichoderma</i> spp	69
Figura 2.3. Cinética de crecimiento de <i>R. solani</i> (Rs) en cultivos duales sólidos con <i>Trichoderma</i> spp	80
Figura 2.4. Crecimiento secuencial de los cultivos duales en medio PDA entre <i>Trichoderma</i> spp y <i>R. solani</i>	81
Figura 2.5. Aspecto del micoeio de <i>R. solani</i> enfrentado o no con <i>Trichoderma</i> spp en cultivos duales sumergidos	90

Figura 2.6. Crecimiento de <i>Trichoderma</i> spp en placas con suelo Estéril	98
Figura 2.7. Ensayo de vivero	100

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Estado actual de los taxas de <i>Trichoderma</i> e <i>Hypocrea</i> y su atribución a secciones y ramas filogenéticas	10
Tabla 1.2. Aislados obtenidos durante los muestreos realizados en diferentes Estados de Venezuela productores de maíz	25
Tabla 1.3. Aislados obtenidos en el presente estudio, su origen geográfico y algunas observaciones relacionadas al sitio de muestreo	26
Tabla 1.4. Comparación de los análisis de ITS y <i>tef1</i>, de algunas secuencias que no pudieron ser identificadas sólo con ITS	40
Tabla 2.1. Producción de maíz en Venezuela	64
Tabla 2.2. Crecimiento de <i>R. solani</i> (Rs) y <i>Trichoderma</i> spp en medio PDA.....	79
Tabla 2.3. Actividad quitinasa a partir de suspensiones de micelio de las zonas de confluencia entre las colonias de <i>R. solani</i> y <i>Trichoderma</i> spp en cultivos duales en medios agarizados	88
Tabla 2.4. Análisis de suelo realizado a la mezcla de todas las muestras de material edáfico obtenidas en el presente estudio	96
Tabla 2.5. Crecimiento de <i>Trichoderma</i> spp en placas con suelo estéril	97
Tabla 2.6. Efecto de <i>Trichoderma</i> spp sobre <i>R. solani</i> en condiciones de vivero	101
Tabla 2.7. Resumen de los resultados obtenidos en los ensayos de cultivos duales, crecimiento en suelo y vivero	109

RESUMEN

La enfermedad del maíz conocida como mancha bandeada, producida por *Rhizoctonia solani*, ha causado graves daños en este cultivo, siendo una de las formas de controlarlo, el uso de *Trichoderma* spp. Sin embargo, existen pocos estudios de diversidad de *Trichoderma* spp en Venezuela que permitan conocer la distribución de especies y sirva de fuente de cepas para el biocontrol. Por otro lado, la predicción de la capacidad biocontroladora *in vitro*, no siempre se correlaciona con los resultados en campo. El presente trabajo contempla el estudio de la diversidad de *Trichoderma* spp en plantaciones de maíz de Venezuela y su capacidad biocontroladora sobre *R. solani*. A partir de muestras de suelo de campos de maíz de los Estados: Anzoátegui, Aragua, Apure, Barinas, Bolívar, Guarico, Monagas, Portuguesa y Yaracuy, se procedió a aislar cepas de *Trichoderma* spp, para posteriormente obtener cultivos monospóricos de los mismos. La identificación de las especies de *Trichoderma* se realizó analizando las secuencias de los espaciadores transcritos internos del DNA ribosomal (ITS1 y 2) y el factor de elongación de la traducción 1 α (*tef1*) con los programas TrichOKEY, TrichoMARK y TrichoBLAST (www.isth.info). La capacidad biocontroladora se evaluó en cultivos duales en medio sólido, líquido, crecimiento en suelo y vivero. La diversidad de *Trichoderma* fue baja en comparación con la reportada en otras localidades del mundo, siendo de 9 especies distintas de 176 aislados totales. Las especies encontradas fueron: *T. asperellum*, *T. atroviride*, *T. erinaceum*, *T. harzianum*, *T. koningiopsis*, *T. pleurotum*, *T. reesei*, *T. spirale* y *T. virens*. *T. harzianum* fue la más abundante. Las cepas fueron depositadas en el Centro Venezolano de Colecciones de Microorganismos (CVCM). La mayor capacidad de biocontrol fue obtenida con las cepas TV21 (*T. harzianum*), TV118 (*T. virens*) y TV190 (*T. asperellum*), con concordancia entre los resultados *in vitro* y vivero. Se propone el cálculo del Índice de Capacidad Biocontroladora (ICB) para predecir la capacidad de biocontrol de las cepas de *Trichoderma* spp.

Palabras Clave: Diversidad, ITS, *tef1*, Índice de Capacidad biocontroladora, ICB.

ABSTRACT

The phytopathogenic fungus *Rhizoctonia solani*, is a mayor pest on corn fields in Venezuela. An alternative to control *R. solani* is to use *Trichoderma* spp. In Venezuela, few studies have been done related with *Trichoderma* diversity. This fact is a limitant to increase our knowledge about species distribution as a source of strains capable to be used in biocontrol strategies. On the other hand, the biocontrol observed in *in vitro* bioassays is not always correlated with biocontrol in field. This work will determine the diversity of *Trichoderma* spp in corn fields of Venezuela and its biocontrol capacity on *R. solani*. *Trichoderma* isolates were obtained from soil samples taken in Venezuela's States: Anzoátegui, Aragua, Apure, Barinas, Bolívar, Guarico, Monagas, Portuguesa y Yaracuy. Monosporic cultures were obtained for each isolate. Identification of *Trichoderma* species was done analysing internal transcribed spacer of ribosomal DNA (ITS 1 and 2) and translated elongation factor (*tef1*) sequences with the programs TrichOKEY, TrichoMARK and TrichoBLAST (www.isth.info). The biocontrol capacity was evaluated in solid and liquid dual cultures, growth in sterilized soil and greenhouse assays. The diversity of *Trichoderma* was low in comparison with other localities in the world (9 species with 176 isolates). The species found were: *T. asperellum*, *T. atroviride*, *T. erinaceum*, *T. harzianum*, *T. koningiopsis*, *T. pleurotum*, *T. reesei*, *T. spirale* and *T. virens*. *T. harzianum* was the most abundant. Strains were deposited in Venezuelan Center of Microorganisms Collections (CVCM). The best biocontrol capacity obtained was found when using strains TV21 (*T. hazianum*), TV118 (*T. virens*) and TV190 (*T. asperellum*), with a correlation between *in vitro* and greenhouse assays. It has been proposed the Biocontrol Capacity Index (BCI) to predict biocontrol efficiency of *Trichoderma* spp.

Keywords: Diversity, ITS, *tef1*, Biocontrol Capacity Index (BCI).

1.- INTRODUCCIÓN GENERAL.

La actividad agrícola a escala mundial depende de muchos factores, siendo uno de los más importantes a tomar en cuenta para lograr una mayor productividad es el ataque de organismos plaga y fitopatógenos, que causan graves daños y pérdidas a los cultivos. Para evitar sus efectos adversos se utilizan varias técnicas, entre las cuales la más usada es el control químico, que consiste en la aplicación de sustancias tóxicas para estos organismos. Sin embargo, el uso indiscriminado de estos productos ha conllevado al surgimiento de problemas de salud pública y ambiental, tales como enfermedades asociadas a la exposición aguda y crónica a los agentes químicos de control, contaminación de cuerpos de agua, disminuciones locales de la biodiversidad y selección de organismos plaga resistentes a estos productos.

El hecho de que se hayan causado tantos problemas, ha llamado la atención acerca de la conveniencia o no del uso exclusivo e indiscriminado de agroquímicos. Es así como se ha tratado de utilizar otras estrategias más amigables con el ambiente y que permiten un control eficiente de los organismos plaga. Se han realizado esfuerzos para lograr la integración de técnicas de control y utilizar lo que se ha denominado el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE), el cual se define como la utilización de distintas técnicas de control, tomando en cuenta factores de tipo económico, ecológico y social que conlleven a la reducción de las poblaciones de organismos plaga y fitopatógenos por debajo de niveles que no causen daño económico (Clavijo, 1993).

Una de las principales técnicas utilizadas es el control cultural, el cual se basa en un adecuado manejo agronómico del cultivo para minimizar el efecto de las plagas, seguido del control biológico que se fundamenta en la utilización de organismos vivos para controlar a aquellos que son considerados plaga, y en último lugar y sólo si es estrictamente necesario, el control químico, tratando siempre de utilizar productos de baja toxicidad y a la dosis y frecuencia de aplicación recomendadas por el fabricante.

Dentro de las técnicas usadas en el MIPE, el control biológico es una de las que conlleva menor impacto ecológico, ya que los organismos que se utilizan para tal fin, generalmente poseen un restringido intervalo de acción, es decir que son muy específicos en cuanto al número de especies que pueden atacar, en comparación con los agroquímicos. Además, su uso no necesariamente implica la introducción de especies nuevas en un ambiente determinado, sino que más bien se promueve el aumento del inóculo de aquellos organismos que son potenciales biocontroladores o que puedan ejercer efectos benéficos sobre el cultivo. Otra ventaja que posee el control biológico es que su implementación no es efectista, sino que más bien se debe usar de forma preventiva, con la ventaja de que lo que se busca es un efecto a largo plazo mediante el arraigamiento de las especies aplicadas y que las mismas puedan subsistir durante varios periodos de cosecha y ejercer el deseado efecto de control.

Dentro de los organismos más utilizados en control biológico tenemos, insectos depredadores y parasitoides, virus entomopatógenos, bacterias entomopatógenas, nemátodos entomopatógenos y hongos entomopatógenos y antagonistas. Dentro de este grupo de organismos, los hongos poseen un gran potencial para ser utilizados en Programas MIPE, debido a su modo de acción que no necesita de su ingestión para que actúen, excelentes niveles de control, fácil producción y aplicación. En Venezuela, existen varios productos comerciales con base en hongos controladores de nemátodos fitopatógenos, insectos e incluso de otros hongos (fitopatógenos) (Anzola, 2003), siendo uno de los más utilizados el hongo *Trichoderma spp*, el cual es capaz de parasitar algunos hongos fitopatógenos, controlarlos a través de la competencia por alimento, agua o espacio, hacer disponible algunos micronutrientes para ser aprovechados por la planta e incluso generar resistencia inducida a fitopatógenos en algunas especies vegetales (Harman, 2000, Benítez *et al.*, 2004; Contreras-Cornejo *et al.*, 2009; Schuster y Schmoll, 2010).

Entre los organismos que es capaz de atacar *Trichoderma* se ha reportado al hongo fitopatógeno del maíz *Rhizoctonia solani* Kühn, organismo que puede causar graves daños al cultivo (Cardona *et al.*, 1999). Así, *Trichoderma spp.* posee un gran potencial para ser incluido en Programas MIPE de éstas y otras plagas, siempre y cuando se utilicen productos comerciales de alta calidad y de forma adecuada.

La elección de la cepa de hongo es un factor importante para lograr este objetivo; ya que, como se mencionó anteriormente, estos agentes de control son muy específicos en su intervalo de hospedador, lo que trae como consecuencia que no se puedan utilizar para controlar cualquier tipo de plaga. Por lo tanto, es fundamental utilizar sólo aquellas cepas que funcionen adecuadamente contra el organismo que se quiere controlar y bajo las condiciones del sitio donde será aplicado.

En Venezuela, existen varios productos comerciales con base en *Trichoderma spp.* utilizados en el control de enfermedades en plantas (Anzola, 2003), cuyas cepas fueron aisladas y probadas contra ciertos hongos fitopatógenos y que han funcionado de forma eficiente. Sin embargo, existen otros productos que no cumplen con los requisitos mínimos necesarios para ejercer una adecuada acción controladora, debido a múltiples factores, como por ejemplo la utilización de cepas de hongos no estudiadas correctamente, número inadecuado de esporas viables (unidades infectivas), entre otros. Es muy común observar que estos productos comerciales se producen utilizando cepas de *Trichoderma spp.*, que en muchos casos no se ha comprobado efectivamente su acción bicontroladora contra un patógeno en particular; más aun, no existen estudios en Venezuela en los que se realice una determinación de la biodiversidad de las especies de este género y la comprobación fehaciente de su efectividad en campo contra ciertos patógenos tomando en cuenta todos los factores involucrados y siguiendo un protocolo integral. Los estudios ejecutados hasta el momento se basan en la realización de pequeños muestreos y la comprobación de algunos parámetros de control. Una de las formas más comunes de verificar

si una cepa de *Trichoderma* es capaz de controlar o no a un patógeno es a través del enfrentamiento de ambos hongos en placas con medios nutritivos (papa dextrosa, etc), lo cual no reproduce las condiciones de campo en las que se enfrentarán estos organismos (Askew y Laing, 1994), especialmente aquellas relacionadas con la competencia por nutrientes y espacio. Aunque este tipo de pruebas no representan necesariamente el grado de antagonismo y de control biológico en condiciones naturales, sí reflejan la capacidad y variabilidad genética del antagonista y la del fitopatógeno para resistir el antagonismo (Ezziyyani *et al.*, 2004). Tomar decisiones con respecto a la cepa a utilizar solo con base en los resultados de cultivos duales, puede traer como consecuencia decidir que una cepa en particular es capaz de controlar al patógeno pero al utilizarla en ensayos comerciales se demuestra que el control no es tan eficiente.

Así, la búsqueda de nuevas cepas con potencial biocontrolador debe ser una de las premisas fundamentales para el mantenimiento de un producto comercial eficiente. Este proceso no implica sólo la búsqueda de nuevas cepas, sino también el estudio detallado de las mismas para comprobar su efectividad sobre organismos fitopatógenos. Un factor importante a tomar en cuenta es la correcta identificación del aislado y los ensayos que se realizan para comprobar la efectividad del hongo sobre el fitopatógeno, para lo cual es necesario revisar las metodologías utilizadas hasta el momento y desarrollar nuevas alternativas enmarcadas en un protocolo integral, que permitan evaluar con mayor precisión la capacidad biocontroladora del hongo.

2.- OBJETIVO GENERAL DEL TRABAJO.

- Estudiar la diversidad del género *Trichoderma* en cultivos de maíz en Venezuela y su potencial biocontrolador contra *R. solani*.

CAPÍTULO 1

CAPÍTULO 1. Biodiversidad de *Trichoderma* spp en campos de maíz.

1.1.- INTRODUCCIÓN.

El género *Trichoderma* reúne a una gran cantidad de especies encontradas en casi todos los tipos de suelos y en materia orgánica en descomposición, especialmente madera y hojarasca, las cuales poseen una gran importancia desde el punto de vista económico ya que son capaces de producir enzimas de interés industrial (Kubicek *et al.*, 1996), sustancias con actividad antimicrobiana (Vizcaíno *et al.*, 2005), pueden ser utilizadas como agentes biocontroladores de enfermedades en plantas con variados mecanismos de acción (Harman, 2000; Kexiang *et al.*, 2002, Benítez *et al.*, 2004) e incluso se han reportado como patógenos oportunistas en pacientes humanos inmunosuprimidos (Druzhinina & Kubicek, 2005).

1.1.- Identificación de especies de *Trichoderma* spp.

El género anamórfico *Trichoderma* Persoon 1794, pertenece a la Familia: Hypocreaceae, Orden: Hypocreales, Subclase: Sordariomycetidae, Clase: Ascomycetes, Phylum: Ascomycota, Reino: Fungi (CABI Bioscience, 2004). La taxonomía del género *Trichoderma* ha sido debatida fuertemente y no ha sido sino hasta épocas recientes que se ha podido realizar una identificación taxonómica confiable (Druzhinina y Kubicek, 2005). Se han realizado diversos estudios taxonómicos donde se ha cambiado el concepto de especie única al de especies "agregadas" (Rifai, 1969). Posteriormente, se estableció la subdivisión del género en cinco secciones: *Hypocreanum*, *Longibrachiatum*, *Pachybasium*, *Saturnisporum* y *Trichoderma* (Bissett, 1984, 1991a, 1991b, 1991c, 1992). Algunos análisis moleculares permitieron posteriormente unir la sección *Saturnisporum* con la sección *Longibrachiatum* (Druzhinina & Kubicek, 2005), por lo que el género *Trichoderma* está compuesto actualmente sólo por cuatro secciones: *Hypocreanum*, *Longibrachiatum*, *Pachybasium* y *Trichoderma*. En la Tabla 1.1 se muestra el estado actual de los taxa de *Trichoderma* e *Hypocrea*.

Tabla 1.1. Estado actual de los taxos de *Trichoderma* e *Hypocrea* y su atribución a secciones y ramas filogenéticas.

Sección	Rama	Anamorfo (Estado asexual)	Teleomorfo (Estado sexual)	
<i>Longibrachiatum</i>		<i>T. longibrachiatum</i>	<i>H. orientalis</i>	
		<i>T. citrinoviridae</i>	<i>H. schweinitzii</i>	
		<i>T. reesei</i>	<i>H. jecorina</i>	
		<i>T. ghanense</i>		
		<i>T. pseudokoningii</i>	<i>H. pseudokoningii</i>	
		<i>T. saturnisporum</i>		
		<i>T. konilangbra</i>		
		<i>T. effusum</i>		
		<i>T. sinensis</i>		
		<i>T. sp MA</i>		
<i>Trichoderma</i>			<i>H. andinensis</i>	
			<i>H. novazelandia</i>	
			<i>H. cerebriformis</i>	
			<i>H. poronoidea</i>	
			<i>H. peltata</i>	
			<i>H. pezizoides</i>	
			<i>H. avellanea</i>	
		<i>Rufa</i>	<i>T. viridae</i>	<i>H. rufa</i>
			<i>T. atroviride</i>	<i>H. atroviridis</i>
			<i>T. koningii</i>	<i>H. koningii</i>
			<i>T. strigosum</i>	
			<i>T. ovalisporum</i>	
			<i>T. erinaceum</i>	
		<i>H. stilbohypoxyli</i>		
<i>Pachibasium A</i>		<i>T. hamatum</i>		
		<i>T. pubescens</i>		
		<i>T. asperellum</i>		
		<i>H. neorufa</i>		
		<i>H. flavoconidia</i>		
<i>Pachibasium B</i>	<i>Pachibasioides</i>	<i>T. polysporum</i>	<i>H. pachybasioides</i>	
		<i>T. minutisporum</i>	<i>H. minutispora</i>	
		<i>T. piluliferum</i>	<i>H. pilulifera</i>	
		<i>H. parapilulifera</i>		

		<i>H. stellata</i>
		<i>H. laciwombatensis</i>
<i>Hypocreanum</i>		<i>H. citrina</i>
		<i>H. lactea</i>
		<i>H. sulphurea</i>
		<i>H. pulvinata</i>
<i>Chlorospora</i>		<i>H. aureoviridis</i>
		<i>H. candida</i>
		<i>H. cremea</i>
		<i>H. surrotunda</i>
		<i>H. sinuosa</i>
		<i>H. chlorospora</i>
		<i>H. thelephoricola</i>
		<i>H. costaricensis</i>
		<i>H. thailandica</i>
		<i>H. virecentiflava</i>
<i>Lixii/catoptron</i>	<i>T. harzianum</i>	
	<i>T. aggresivum</i>	
	<i>T. tormetosum</i>	
	<i>T. cerinum</i>	
	<i>T. velutinum</i>	
	<i>T. sp. DAOM 175928</i>	
		<i>H. tawa</i>
		<i>H. atrogelatinosa</i>
		<i>H. ceracea</i>
		<i>H. cinnamomea</i>
		<i>H. straminea</i>
		<i>H. catoptron</i>
<i>Virens</i>	<i>T. virens</i>	<i>H. virens</i>
	<i>T. crassum</i>	<i>H. crassa</i>
<i>Semiorbis</i>		<i>H. semiorbis</i>
		<i>H. hunua</i>
<i>Strictipilis</i>	<i>T. fertile</i>	
	<i>T. oblongisporum</i>	

	<i>T. strictipilis</i>	<i>H. strictipilosa</i>
	<i>T. longipile</i>	
		<i>H. cuneispora</i>
		<i>H. aureoviridis</i> var. <i>macrospora</i>
	<i>T. stromaticum</i>	
<i>Stromatica</i>	<i>T. rossicum</i>	
	<i>T. sp</i> PPRI 3559	
		<i>H. ceramica</i>
<i>Ceramica</i>		<i>H. estonica</i>
		<i>H. lutea</i>
<i>Lutea</i>		<i>H. megalomagna</i>
	<i>T. brevicompactum</i>	
		<i>H. psychrophila</i>
<i>Psychrophila</i>		<i>H. megacitria</i>
	<i>T. spirale</i>	
	<i>T. helicum</i>	
		<i>H. gelatinosa</i>
<i>Linajes solitarios</i>		<i>H. chromosperma</i>
		<i>H. sulawensis</i>
		<i>H. nigrovirens</i>
		<i>H. phyllostachidis</i>

Fuente: Druzhinina y Kubicek (2005). Las especies que se encuentran en la misma línea indican relaciones anamorfo-teleomorfo y son sólo dados para casos donde ambas formas han sido encontradas en la naturaleza.

1.1.2.- Identificación molecular.

A pesar de que la caracterización morfológica es el método más utilizado para identificar especies de *Trichoderma* (Druzhinina y Kopchinskiy, 2004), ésta es muy propensa a errores, con la consecuencia de que alrededor del 50% de los aislados depositados en colecciones bajo esta premisa, están mal identificados (Druzhinina & Kubicek, 2005). Una alternativa para sobrellevar este problema es la utilización del denominado Reconocimiento de Especies Filogenéticas por Concordancia Genealógica (GCPSR, por sus siglas en Inglés) (Taylor *et al.*, 2000), la cual es una

alternativa con base en análisis moleculares para complementar la identificación morfológica. En el caso de *Trichoderma*, se han utilizado los genes: factor de la elongación de la traducción 1 α (*tef1*), subunidad II de la RNA polimerasa (*rpb2*), quitinasa 18-5 (*ech42*), calmodulina (*calm1*), actina, β -tubulina 2 (*tubb2*), proteína nuclear (*las1*) y la subunidad A del gen de la ATP citrato liasa (*acla*); los cuales proveen loci informativos para estudios multigenes (Hoyos-Carvajal y Bissett, 2011). Sin embargo, se ha reconocido que la gran mayoría de los investigadores que se dedican al estudio de *Trichoderma* como organismo biocontrolador, no invertirán una gran cantidad de tiempo y dinero en estos análisis, sino que más bien seguirán utilizando la identificación morfológica además de la identificación molecular con base en las secuencias de las regiones espaciadores transcritas internas 1 y 2 (ITS1 e ITS2) del DNA ribosomal (Figura 1) que es más sencillo y económico y con la ayuda de un sistema de código de barras de DNA (DNA-barcode system) (Druzhinina *et al.*, 2004) capaz de identificar 70 de las 77 especies investigadas de *Trichoderma*. El resto de las especies pueden ser identificadas con base en otras características como morfología, regionalidad, etc. (Druzhinina y Kubicek, 2005).

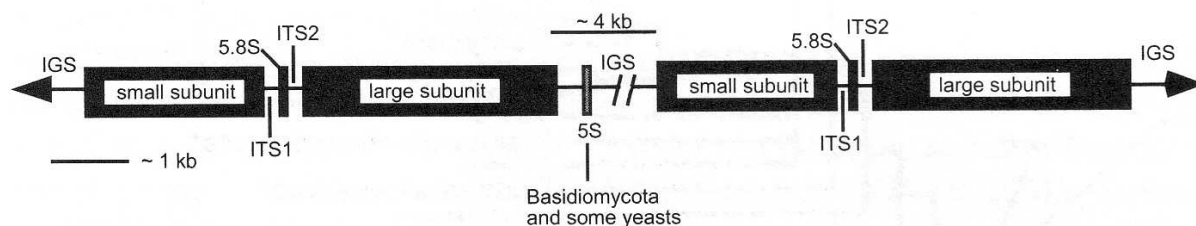


Figura 1. Esquema representativo de los genes ribosomales, mostrando la ubicación de las regiones ITS. Fuente: Gieser, 2004.

La utilización de las regiones ITS1 e ITS2 se basa en que las secuencias del DNA ribosomal (rDNA) de la unidad pequeña evolucionan de una forma relativamente lenta y son útiles para el estudio de organismos poco relacionados. La región espaciadora transcrita interna y los espaciadores intergénicos del rDNA nuclear evolucionaron más rápido y

pueden variar incluso entre especies dentro de un género o entre poblaciones (White *et al.*, 1990).

Otra posibilidad de identificación de especies de *Trichoderma* se basa en caracteres morfológicos y fisiológicos, en cuyos criterios se ha propuesto una clave interactiva, la cual, además de utilizar diferencias en la morfología, hace uso de diferencias en las velocidades de crecimiento en medios de cultivo a diferentes temperaturas (Samuels *et al.*, 2005; Druzhinina y Kubicek, 2005), la cual da un cierto margen de confiabilidad a la identificación.

1.2.3.- Identificación morfológica.

La Subcomisión Internacional para la Taxonomía del género *Trichoderma* (ISTH), ofrece algunos parámetros morfológicos a tomar en cuenta para realizar una correcta identificación taxonómica de especies de *Trichoderma* (Druzhinina y Kopchinskiy, 2004):

- a) Las cepas de *Trichoderma* pueden ser rápidamente identificadas hasta género por una morfología distintiva que incluye crecimiento rápido, pigmentos en las conidias verde brillantes o blancos y una ramificación repetitiva pero con una estructura del conidióforo pobremente definida. Se debe tener especial cuidado de no confundir especies de *Trichoderma* con especies de otros géneros, ya que *Trichoderma spp.*, se asemeja superficialmente a géneros no relacionados tales como *Verticillium* y *Gliocladium*.
- b) En la mayoría de estos casos, los estados anamórficos de *Trichoderma* pertenecientes a *Hypocrea* pueden ser diferenciados ya que poseen un patrón menos regular de ramificación en un número de niveles indefinido. Esto contrasta con las ramificaciones verticiladas o biverticiladas más

regulares en *Verticillium*, y con la producción de un arreglo penicilado terminal de las ramas y fialides regularmente puntiagudo sobre un tallo relativamente bien definido en *Gliocladium*.

- c) Las características usadas en la identificación de otros géneros de Hyphomycetes, frecuentemente no son muy útiles para diferenciar especies de *Trichoderma*, debido al amplio intervalo de variaciones en la morfología simplificada en *Trichoderma*, o debido a que los términos para describir variaciones en color o patrones no son suficientemente precisos para definir diferencias entre especies. Sin embargo, una observación morfológica cuidadosa, puede ser suficiente para identificar especies y cepas de *Trichoderma*. Las identificaciones basadas en caracteres morfológicos se mantienen como el método principal para la identificación y verificación de especies en este género.
- d) Las colonias pueden ser distintivas y características de una especie. Sin embargo, la apariencia de la colonia es difícil de describir con suficiente precisión como para ser útil para la identificación.
- e) La producción de conidias a partir de conidióforos divergentes que se extienden mucho a gran distancia, o a partir de conidióforos agregados en fascículos o pústulas, es usualmente característica de una especie.
- f) Los pigmentos difusibles también pueden ser característicos aunque el color de tales pigmentos no varía mucho en *Trichoderma*. Las cepas de la sección *Longibrachiatum* poseen pigmentos amarillo-verdosos conspicuos y brillantes, al menos la primera vez que son aislados. Los pigmentos amarillos opacos son comunes en muchas especies, pero no muy distintivos. En cambio algunas especies son mejor identificadas

por la ausencia completa de pigmentos, mientras que los pigmentos rojizos se encuentran en muy pocos aislados.

- g) Los cristales característicos producidos en medios de cultivos han sido reportados solo en *Trichoderma aeuroviridae*. Algunos olores mohosos o envejecidos son comúnmente producidos por diferentes cepas de *Trichoderma*. La característica de olores semejantes al coco es producida comúnmente por cepas de *Trichoderma viridae*, y algunas veces también por *Trichoderma atroviridae*.
- h) El patrón de ramificación y agregación de los conidióforos en fascículos y pústulas son útiles para identificar cepas de *Trichoderma* en secciones y especies agregadas. Las pústulas compactas son características de muchas especies en la sección *Pachybasium*, aunque también de numerosas cepas en otras secciones.
- i) La ramificación de los conidióforos puede ser regularmente verticilada o más irregular. Las ramificaciones pueden ser anchas y rectas o relativamente angostas y flexibles. El ápice de los conidióforos en algunas especies de la sección *Pachibasium* termina característicamente en una elongación estéril la cual puede ser recta, ondulada o enrollada.
- j) Las fialides pueden estar dispuestas en verticilos regulares, o estar en pares, alternados o dispuestos más irregularmente. La forma de la fialide es característica de la sección, la cual es comúnmente corta y engrosada en la sección *Pachibasium*, mientras que en la sección *Longibrachiatum* son elongadas y langeniformes o casi cilíndricas. Las fialides terminales en la mayoría de las especies tienden a ser más elongadas y anchas y frecuentemente más o menos subuliformes (estrechas hacia el ápice, terminando en un punto ancho).

- k) Las células subterminales de los conidióforos pueden producir conidias a través de un cuello lateral corto conocidas con el nombre de fialides intercalares o afanofialides, lo cual es más común observarlo en *Trichoderma secc. Longibrachiatum*.
- l) La forma de las conidias varían de globosa a elipsoidal, obovoidal o cilíndricas cortas, con el extremo de la base más o menos cónico o truncado. El intervalo total de variación en las dimensiones de las conidias en *Trichoderma* no es de gran ayuda, sin embargo, algunas especies relacionadas pueden ser diferenciadas por ligeras, pero consistentes, variaciones en tamaño. La superficie de la conidia parece lisa en la mayoría de las especies en observaciones al microscopio de luz aunque muchas especies con una textura aparentemente lisa son delicadamente ornamentadas cuando son vistas al microscopio electrónico de barrido. Las conidias también pueden ser variadamente ásperas o verrugosas en *T. viridae*, o con proyecciones similares a alas en la pared externa de las especies *T. saturnisporum* y *T. ghanense*. Los pigmentos de las conidias también son característicos, variando de incoloro (masa blancuzca) a varios grados de verdes o menos frecuentemente gris o marrón. En algunas especies las conidias maduras parecen verde oscuras al microscopio y en otros sólo pálido.
- m) Las clamidosporas son comunes en muchas especies, aunque tienden a ser uniformemente globosas o elipsoidales, terminales e intercalares, con paredes lisas, incoloras amarillentas o grisáceas y de 6 – 15 μm de diámetro en la mayoría de las especies. Las hifas vegetativas muestran pocas características útiles para la identificación.

Se han utilizado otros parámetros para la identificación de cepas de *Trichoderma spp.* tales como caracterización electroforética de quitinasas (Schickler *et al.*, 1998), subgrupos de isoenzimas (Leuchtmann *et al.*, 1996), análisis de imágenes de cromatogramas HPLC (Thraen *et al.*, 2001), determinación de los patrones de asimilación de carbono utilizando los BIOLOG Microplates™ (Biolog, Hayward, CA) propuestos por J. Bissett (Druzhinina y Kubicek, 2005), entre otros.

Debido a la gran importancia económica que posee el género *Trichoderma*, con múltiples aplicaciones biotecnológicas, resulta fundamental conocer su diversidad en nuestro país y realizar una identificación confiable de los aislados. Sobre la base de lo anteriormente expuesto, se propone la obtención de cepas provenientes de campos de maíz de Venezuela e identificarlas molecularmente, a los efectos de construir un banco de cepas autóctonas.

1.2.- OBJETIVOS.

- Obtener aislados de *Trichoderma spp.* de las regiones de Venezuela donde existan las mayores extensiones del cultivo de maíz a partir de muestras de suelo.
- Identificar a nivel taxonómico de especie los aislados de *Trichoderma spp.* obtenidos.

1.3.- MATERIALES Y MÉTODOS

1.3.1.- Obtención de muestras de suelo. Se realizaron colectas de muestras de suelo en cultivos de maíz ubicados en los Estados Anzoátegui, Aragua, Apure, Barinas, Bolívar, Guarico, Monagas, Portuguesa y Yaracuy (Figura 1.1). La toma de muestras se realizó desde la superficie hasta 15 cm de profundidad, tomando parte de la rizósfera de las plantas de maíz. Las muestras fueron almacenadas en bolsas plásticas estériles hasta su procesamiento en el laboratorio. En ningún caso, el tiempo entre la toma de la muestra y el procesamiento de la misma fue mayor a tres días.

1.3.2.- Aislamiento de cepas fúngicas. Las muestras de suelo obtenidas fueron resuspendidas en agua destilada estéril (aproximadamente 50 g/100 mL) y agitadas durante 10 minutos. De la suspensión se tomó una alícuota de 1 mL para realizar diluciones seriadas de la misma (1/10 y 1/100). En placas con agar papa dextrosa suplementados con Amoxicilina y Cloramfenicol (1 mg/mL) se sembraron 0,1 mL de estas diluciones. Las placas fueron incubadas en luz fluorescente continua durante 7 días. Los aislados obtenidos fueron purificados por repique y mantenidos en placas con medio PDA. Los criterios de selección de aislados fueron: colonias con crecimiento rápido, blancas o verdes (Druzhinina y Kopchinskiy, 2004).

1.3.3.- Cultivos monospóricos. En 10 mL de agua destilada estéril se agregó una pequeña cantidad de esporas con un asa de platino, de tal forma de obtener una suspensión diluida de cada aislado. El volumen completo de esta suspensión fue agregado en una placa de agar agua y descartado de inmediato inclinando la placa. El sistema fue incubado durante 18-20 horas en luz fluorescente continua a 25°C. Con la ayuda de un microscopio estereoscopio a una magnificación de 20X, se seccionaron trozos de agar con una única espora germinada, la cual fue colocada en el centro de una placa con PDA, incubada bajo las mismas condiciones por siete días.



Figura 1.1. Mapa de Venezuela mostrando los sitios de recolección de muestras edáficas en plantaciones de maíz utilizadas en este estudio. Los cuadrados azules indican las zonas de muestreo.

1.3.4.- Identificación de los aislados. Para la identificación morfológica preliminar se realizaron montajes de los aislados en láminas portaobjetos para la observación al microscopio de estructuras características de *Trichoderma spp* (conidióforos, esporas, fialides, etc). Para la identificación molecular se analizaron las secuencias de los espaciadores transcritos internos 1 y 2 del DNA ribosomal (rDNA) y el factor de elongación de la traducción 1α (*tef1*), utilizando el Programa TrichOKEY v. 2.0, TrichoMARK y TrichoBLAST, disponibles en línea (www.isth.info).

1.3.5.- Extracción de DNA. A partir de placas con PDA con los cultivos monospóricos se inocularon frascos con caldo papa dextrosa incubándose por 72 horas. A partir del micelio obtenido secado en servilletas estériles, se realizó la extracción de DNA genómico utilizando la metodología descrita por Aljanabi y Martinez (1997). El micelio fue homogeneizado en 400 μ L de buffer de extracción (Tris-HCl 10 mM; NaCl 0,4 M; EDTA 20 mM; pH 8,0) en un tubo eppendorf de 1,5 mL de capacidad. Seguidamente fueron agregados 40 μ L de SDS (20 %) y 8 μ L de Proteinasa K (20 mg/ μ L). Los tubos fueron incubados durante una hora a 60 °C, adicionándose posteriormente 300 μ L de NaCl (6M). Cada tubo fue agitado en vortex a máxima velocidad por 30 segundos y centrifugado a 10.000 rpm durante 20 minutos. Se transfirieron 700 μ L del sobrenadante a un nuevo tubo eppendorf al que se le agregó posteriormente el mismo volumen de isopropanol puro frío, agitándose suavemente por inversión e incubándose a -20 °C por una hora. Finalmente, los tubos se centrifugaron a 10.000 rpm por 20 minutos, se descartó el sobrenadante y se lavó con Etanol al 70 %. El precipitado seco fue resuspendido en 50 μ L agua ultrapura estéril y mantenido a -20 °C.

1.3.6.- Amplificación de las regiones ITS1 e ITS2 del rDNA y *tef1*. A partir del DNA extraído se procedió a amplificar por Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) las regiones ITS1 e ITS2 del rDNA y *tef1*, con el Kit Go Taq (Promega). Para cada reacción de PCR se utilizó un volumen final de 25 μ L de la mezcla de reacción, conteniendo: Buffer T 5x 2,5 μ L;

MgCl₂ (25 mM) 1,5 μL, dNTP (10 mM) 1,5 μL; iniciador ITS1 (sense): 5'-CTTGGTCATTTAGAGGAAGT-3' (0,2 mM) 0,75 μL; iniciador ITS 4 (antisense): 5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3' (0,2mM) 0,75 μL (White et al. 1990) para los genes ribosomales; 0,5 μL Taq DNA polimerasa (5 U/μL) en 12,5 μL de agua ultrapura estéril. Para el caso del gen *tef1*, se procedió con el mismo protocolo pero utilizando los iniciadores: EF1-728F 5'-CATCGAGAAGTTCGAGAAGG-3' (Forward) e iniciador Tef1-Llevrev 5'-AACTTGCAGGCAATGTGG-3' (Reverse) (Druzhinina, 2009). Las amplificaciones fueron llevadas a cabo en un termociclador Modelo IcyCler[®], BIORAD; bajo las siguientes condiciones: 94 °C por 5 minutos; 45 ciclos a 94 °C por 1 minuto, 55 °C por 1 minuto, 72 °C por 1 minuto; finalmente se realizó una extensión a 72°C por 10 minutos, para los genes ribosomales; y para *tef1*: 94 °C por 1 minuto; 33 ciclos a 94 °C por 1 minuto, 59 °C por 1 minuto, 74°C por 55 segundos; finalmente se realizó una extensión a 72°C por 7 minutos. Las amplificaciones fueron verificadas con una electroforesis en gel de agarosa al 1 %. Los productos de PCR fueron purificados utilizando el kit AxyPrep PCR Clean-Up (Axygen Biosciences).

1.3.7.- Secuenciación de los productos de PCR. Los productos de PCR purificados fueron secuenciados en el Centro de Secuenciación y Análisis de Ácidos Nucleicos (CESAAN) del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Para la PCR de secuenciación se preparó una mezcla de 10 μL finales con 20 ng del templado y 10 pmol del iniciador ITS1 (5'-CTTGGTCATTTAGAGGAAGT-3') para los genes ribosomales y EF1-728F (5'-CATCGAGAAGTTCGAGAAGG-3') para *tef1*. Posteriormente se agregaron 4 μL de mezcla de reacción (BygDye[®] Terminator 3.1, Applied Biosystem) con solución buffer y una mezcla de ddNTPs y dNTPs, completándose el volumen con agua de grado biología molecular. Las muestras preparadas fueron sometidas a 25 ciclos de PCR (98°C por 2 min; 59°C por 1 min y 60°C por 4 min). Finalmente, el DNA purificado y eluído en formamida fue procesado en un Secuenciador Automático modelo ABI 3130xl (Applied Biosystem).

1.3.8.- Análisis de secuencias. Una vez obtenidas las secuencias de las regiones ITS1 e ITS2 del rDNA y *tef1*, éstas fueron analizadas comparándolas con las bases de datos específica para el género *Trichoderma* *TrichO*KEY versión 2.0 (Druzhinina *et al.*, 2004), TrichoMARK y TrichoBLAST (Kopchinskiy *et al.*, 2005), disponibles en línea (www.isth.info).

1.4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.4.1.- Obtención e identificación de aislados de *Trichoderma* spp

Durante el mes de agosto de los años 2007 y 2008, se realizaron salidas de campo a los estados venezolanos de Aragua, Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Guarico, Monagas, Portuguesa y Yaracuy, con el fin de coleccionar muestras de suelo de campos de maíz y a partir de éstas, obtener aislados del hongo *Trichoderma*. A partir de estas muestras se obtuvieron más de 300 aislados fúngicos (Tablas 1.2 y 1.3), que a simple vista podían tratarse de *Trichoderma* spp. Estos aislados fueron observados al microscopio óptico para verificar estructuras típicas de *Trichoderma* con valor taxonómico, determinándose que sólo 216 pertenecían a este género (Figura 5). Una vez verificada esta información se procedió a la obtención de los cultivos monospóricos de estos aislados, paso fundamental para garantizar una identificación confiable de los mismos.

Es muy conocido que debido a la abundante homoplasia en los caracteres fenéticos en *Trichoderma* spp, resulta imposible discriminar entre especies solo con base en la morfología (ISTH, 2012), por lo que se hace sumamente difícil diferenciar entre dos especies distintas que pudieran estar coexistiendo en una misma placa de cultivo. Esta homoplasia también es la razón por la que el número de especies basadas en características morfológicas es significativamente menor al número de especies filogenéticas reconocidas por secuencias de DNA (Druzhinina *et al.*, 2006). De realizarse una extracción de DNA a partir de un micelio con dos especies, el material resultante sería una mezcla de ambos genotipos, trayendo como consecuencia una identificación errónea del aislado. La única forma de sobrellevar este problema es a través de la utilización de cultivos monospóricos, los cuales al provenir de una única espóra se garantiza que pertenece a una sola especie.

Tabla 1.2. Aislados obtenidos durante los muestreos realizados en diferentes Estados de Venezuela productores de maíz. Cada aislado fue identificado con las siglas TV (*Trichoderma* Venezuela) y un número que las diferencia. El número total de aislados no se corresponde con la diferencia del intervalo entre paréntesis, debido a que este último se basó en una identificación preliminar. La identificación definitiva dio como resultado el número real de aislados pertenecientes a *Trichoderma* spp.

Estado	Nº de aislados
Aragua	19 (TV239-TV258)
Anzoátegui	16 (TV19 - TV40)
Apure	32 (TV41 -TV80)
Bolívar	14 (TV81 - TV94)
Barinas	31 (TV95 - TV141)
Guarico	25 (TV 142 - TV 174)
Monagas	21 (TV 175 - TV205)
Portuguesa	26 (TV206 - TV239)
Yaracuy	31 (TV259-TV310)

Tabla 1.3. Aislados obtenidos en el presente estudio, su origen geográfico y algunas observaciones relacionadas al sitio de muestreo.

Aislado	Origen / Observaciones
TV1	Origen desconocido
TV2	Origen desconocido
TV3	Vivero Braulio. Campo Elías, Estado Trujillo. Suelo arenoso
TV4	
TV5	
TV6	Rancho Grande, Edo. Aragua.
TV7	Madera en descomposición
TV8	
TV9	
TV10	
TV11	Campanero. PN San Esteban. Edo. Carabobo
TV12	Madera en descomposición
TV13	
TV14	
TV15	Campanero. PN San Esteban. Edo. Carabobo Raíz cacao
TV16	Campanero. PN San Esteban. Edo. Carabobo Suelo cacao
TV17	Campanero. PN San Esteban. Edo. Carabobo Raíz cacao
TV18	La Costa. Edo. Vargas Aislado de <i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott (ñame) contaminado.
TV19	
TV20	
TV21	
TV22	
TV23	Anzoátegui. (1034328N/20 343755E). Río Guarú
TV24	Municipio Anaco.
TV25	Suelo arenoso.
TV26	
TV27	
TV28	
TV29	
TV30	Anzoátegui. (0930506N/20 423123E) Suelo arenoso.
TV31	Anzoátegui.
TV32	(1080173N/20 273745E). Salistral, Vía Píritu-Onoto.
TV33	Anzoátegui. (1071365N/20 268084E). Machaguas Vía Píritu-Onoto.
TV34	Anzoátegui.
TV35	(1068059N/20 264727E).
TV36	Vía Píritu-Onoto.
TV37	
TV38	

TV39	
TV40	
TV41	Apure.
TV42	(0875118N/19 559509E) Afueras de Apurito, vía Achaguas
TV43	Apure.
TV44	(0865066N/19 578392E) Buena vista, Fundo La Esperanza vía Apurito- Achaguas
TV45	Apure.
TV46	(0860577N/19 607677E)
TV47	Vía Achaguas-San Fernando, después de Morrocoy. Mezcla de raíces con gramíneas
TV48	
TV49	Apure
TV50	(0860139N/19 625293E)
TV51	Vía Achaguas-San Fernando
TV52	
TV53	Apure.
TV54	(0863306N/19 637754E)
TV55	Vía Achaguas-San Fernando
TV56	Maíz cosechado
TV57	
TV58	
TV59	Apure.
TV60	(0853620N/19 660844E)
TV61	Vía San Juan de Payara, Yacaguama, Municipio
TV62	Biruaca
TV63	
TV64	Apure
TV65	(0852690N/19 659245E)
TV66	Vía San Juan de Payara, Yucaguama, Municipio Biruaca
TV67	
TV68	Apure
TV69	(0851822N/19 658283E)
TV70	Yacaguamo
TV71	Maíz doblado
TV72	
TV73	
TV74	
TV75	Apure
TV76	(0860801N/19 666839E)
TV77	Vía San Juan de Payara, Capote.
TV78	
TV79	
TV80	
TV81	Bolívar
TV82	(09305486N/20 476392E)
TV82B	Autopista Ciudad Bolívar – Puerto Ordaz
TV83	
TV84	Bolívar

TV85	(0871836N/20 592551E) Vía Guasipati, después del pueblo Las Mueras
TV86	
TV87	
TV88	Bolívar
TV89	(0873220N/20 586498E)
TV90	Las Mueras Vía Guasipati-Upata Municipio Piar
TV91	
TV92	Bolívar
	(0876278N/20 580049E)
TV93	Santa María, Vía Guasipati-Upata Municipio Piar
	Suelo inclinado con rocas
	Bolívar
TV94	(0878153N/20 577496E) Vía Guasipati-Upata, Santa María
TV95	
TV96	Barinas
TV97	08 06 20 N
TV98	70 54 48 O
TV99	28jul2007
TV100	
TV101	
TV102	
TV103	
TV104	Barinas
TV105	08 06 3 N
TV106	70 54 46 O
TV107	28jul2007
TV108	
TV109	
TV110	
TV111	
TV112	
TV113	Barinas 3
TV114	28jul2007
TV115	
TV116	Barinas
	08 18 36 N
TV117	70 43 93 O
	28jul2007
TV118	
TV119	
TV120	
TV121	Barinas
TV122	08 23 33 N
TV123	70 36 61 O
TV124	28jul2007
TV125	
TV126	
TV127	Barinas 7
TV128	28jul2007

TV129	Barinas
TV130	(0976213N/19 388915E)
TV131	Veguitas, sector La Marqueseña
TV132	Barinas
TV133	(0970074N/19 393930E) Veguitas, vía Sabaneta
TV134	Barinas
TV135	(0961607N/19 402254E) Después de Sabaneta, entrada a Curito
TV136	Barinas
TV137	(0949384N/19 412477E)
TV138	Los Pajales a 30 minutos de Puerto Nutrias
TV139	
TV140	Barinas
TV141	(0942258N/19 418260E) Vía Puerto Nutrias
TV142	Guarico
TV143	(1000778N/20 203197E)
TV144	Samanote, Municipio El Socorro 21ago2007
TV145	Guarico
TV146	(1000470N/20 203964E) La Atarraya, Municipio El Socorro 21ago2007
TV147	Guarico
TV148	(0999868N/20 206083E)
TV149	La Atarraya, Municipio El Socorro 21ago2007
150	Guarico
151	(0999332N/20 210248E) 21ago2007
TV152	Guarico (0993891N/20 195357E) 21ago2007
TV153	
TV154	
TV155	Guarico
TV156	(1017991N/20 196509E)
TV157	Tucupido, Municipio Rivas
TV158	21ago2007
TV159	
TV160	
TV161	Guarico 10
TV162	21ago2007
TV163	
TV164	Guarico
TV165	(1000470N/20 203964E) La Atarraya, Municipio El Socorro 21ago2007
TV166	Guarico (0999868N/20 206083E) La Atarraya, Municipio El Socorro 21ago2007

TV167	Guarico (0999329N/20 210255E) Pelicano 21ago2007
TV168	Guarico (0999332N/20 210248E) 21ago2007
TV169	Guarico (1017991N/20 196509E) Tucupido, Municipio Rivas 21ago2007
TV170	Guarico (1016314N/19 670333E)
TV171	Vía Calabozo – Dos Caminos
TV172	Suelo arenoso 09sep2007
TV173	Guarico (1019201N/19 674556E)
TV174	Vía Calabozo – Dos Caminos, Parcela El Machete, Sector Mataflaire 09sep2007
TV175	
TV176	Monagas (1038272N/)
TV177	
TV178	El Blanquero, vía El Corocito
TV179	29ago2007
TV180	Monagas (1070437N/20 453493E)
TV181	
TV182	Vía Maturín – El Corozo, Furrial, La Candelaria
TV183	30ago2007
TV184	
TV185	Monagas (1070839N/20 441317E)
TV186	
TV187	Muri, Municipio Cedeño, Parcela La Guariqueña, vía
TV188	Punta de Mata
TV189	30ago2007
TV190	
TV191	Monagas (1079052N/20 427081E)
TV192	
TV193	Entrada Viento Fresco, Municipio Cedeño 30ago2007
TV194	Monagas (1087571N/20 430250E)
TV195	Vía San Félix, afueras de Caicara de Maturín Presencia de Carbón del maíz. 30ago2007
TV196	Monagas (1087701N/20 429962E)
TV197	
TV198	Vía San Félix, afueras de Caicara de Maturín 30ago2007
TV199	Monagas (1098115N/20 428302E)
TV200	
TV201	Vía San Félix, afuera de Caicara de Maturín, Guatatal

TV202	30ago2007
TV203	
TV204	Monagas (1118283N/20 421311E) San Antonio, vía Maturín - Cumaná 30ago2007
TV205	Monagas (1119831N/20 423045E) Afueras de San Antonio, vía Cumaná Suelo pedregoso e inclinado 30ago2007
TV206	Portuguesa (1070512N/19 492813E) Vía San Rafael de Onoto, Acarigua Maíz seco 07sep2007
TV207	Portuguesa (1050416N/19 470521E)
TV208	Autopista Acarigua – Guanare 07sep2007
TV209	Portuguesa (1030996N/19 484079E)
TV210	Turén Se han aplicado productos con base en <i>Trichoderma</i> 07sep2007
TV211	Portuguesa
TV212	(1047151N/19 469699E)
TV213	Vía Turén
TV214	07sep2007
TV215	Portuguesa (1035994N/19 457609E) Autopista Acarigua Guanare Maíz seco 07sep2007
TV216	Portuguesa (0993641N/19 416409E) Finca Los Hidalgo, vía Barinas 08sep2007
TV217	
TV218	
TV219	
TV220	
TV221	Portuguesa
TV222	Papelón, Ojo de agua, cerca de la acuicultura del INIA
TV223	30ago2008
TV224	
TV225	
TV226	
TV227	
TV228	Portuguesa Las Mercedes, vía Guanare – Guanarito, Sr. Pompilio 30ago2008
TV229	Portuguesa

	Autopista Guanare – Acarigua, cerca de bomba PDV, saliendo de Guanare, Compañía Calsa 31ago2008
TV230	Portuguesa Autopista Guanare - Acarigua, carretera vieja, después del río Portuguesa, maíz en orilla de carretera 31ago2008
TV231	
TV232	
TV233	
TV234	Portuguesa
TV235	Finca Los Manices, Carretera vieja Guanare – Ospino
TV236	31ago2008
TV237	
TV238	
TV239	
TV240	
TV241	
TV242	Aragua
TV243	Sector Guayabita, Turmero.
TV244	
TV245	
TV246	
TV247	Aragua
TV248	Valle de Tucutunemo
TV249	Vía Principal
TV250	
TV251	
TV252	Aragua
TV253	Valle de Tucutunemo
TV254	Via Principal Sra. Candelaria.
TV255	Sr. San Juan de los Morros
TV256	Aragua
TV257	Sur de Aragua
TV258	Vía San Francisco de Cara
TV259	
TV260	
TV261	Yaracuy
TV262	Vía Taria
TV263	
TV264	
TV265	
TV266	
TV267	Yaracuy
TV268	Vía Albarico
TV269	
TV270	
TV271	Yaracuy
TV272	Vía San Pablo
TV273	
TV274	

TV275	
TV276	
TV277	
TV278	
TV279	Yaracuy
TV280	Cerca de Chivacoa
TV281	
TV282	
TV283	
TV284	
TV285	Yaracuy
TV286	Vía Sabana de Parra
TV287	
TV288	
TV289	
TV290	
TV291	
TV292	
TV293	
TV294	Yaracuy
TV295	Entre Cambural y Yaritagua
TV296	
TV297	
TV298	
TV299	
TV300	
TV301	
TV302	
TV303	
TV304	Yaracuy
TV305	Via Boraure
TV306	
TV307	
TV308	
TV309	
TV310	

Una vez obtenidos los cultivos monospóricos, se procedió a la extracción del DNA. La mejor forma de obtener un DNA óptimo para ser amplificado por PCR es a través del uso de micelio en la extracción. La experiencia en nuestro laboratorio indica que la extracción a partir de esporas, trae problemas de pureza del DNA obtenido. Así, se utilizaron fermentaciones sumergidas, para la obtención de micelio de *Trichoderma* spp. El crecimiento en medio líquido permite obtener, en el caso de

Trichoderma spp y otros hongos filamentosos, esferas de micelio, con pocas o ninguna espora.

Los resultados de la extracción de DNA genómico de algunas de las cepas estudiadas se observan en la Figura 1.2. El resto de las cepas mostró patrones similares (datos no mostrados). En el gel pueden observarse bandas discretas de alto peso molecular correspondiente a DNA poco degradado y manchas claras en las zonas bajas del gel de DNA degradado. Esta alta concentración de DNA (presencia de bandas discretas de alto peso molecular), obligaron a la dilución 1/50 de las muestras para la realización de las reacciones de PCR.

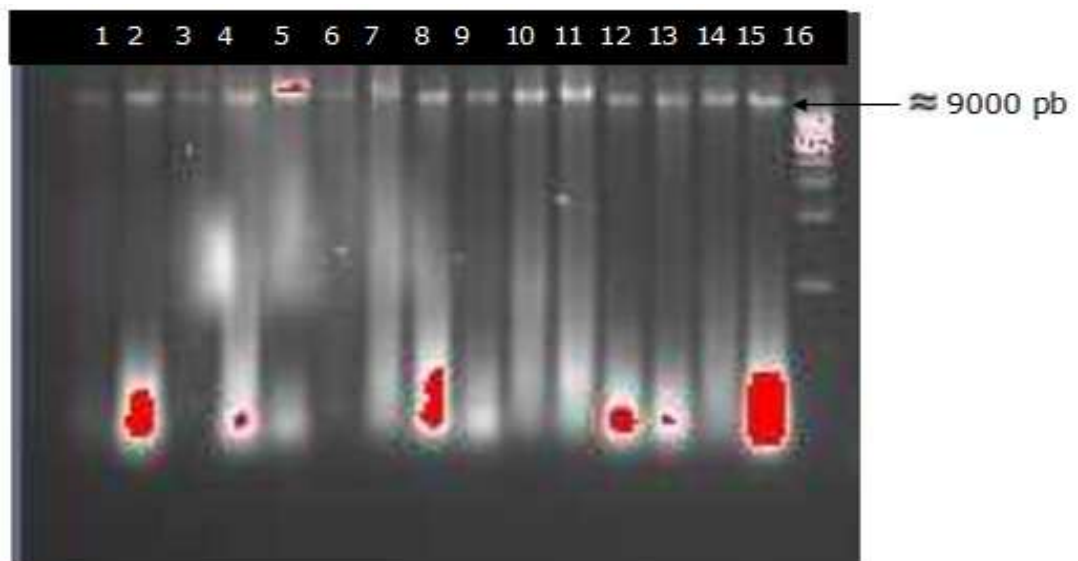


Figura 1.2. Electroforesis en gel de agarosa de los productos de la extracción de DNA genómico de algunas de las cepas utilizadas. De izquierda a derecha: TV19-TV33, MM.

Una vez obtenido el DNA genómico, se procedió a amplificar los genes a estudiar por PCR. En la Figura 1.3, se presenta una electroforesis en gel de agarosa con los productos de amplificación de las regiones ITS1 y 2 (~500 pb) de algunos de los aislados estudiados. El resto de los aislados presentaron patrones de banda similar (datos no mostrados).



Figura 1.3. Electroforesis en gel de agarosa de los productos de PCR de las regiones ITS1 y 2, de algunas de las cepas utilizadas. De izquierda a derecha: MM, TV1-TV39.

En algunas ocasiones los genes ITS no permiten identificar la especie debido a la falta de polimorfismo. Es por ello que en tales circunstancias dan como resultado varias opciones tal como se indica en el análisis de ITS para TV3 presentado en el Apéndice 1. Atendiendo a estas circunstancias, se decidió amplificar el gen del factor de elongación de la traducción 1α (*tef1*), cuyos productos de PCR se muestran en la Figura 1.4 y sus respectivas secuencias y análisis son presentados en el Apéndice 2.



Figura 1.4. Electroforesis en gel de agarosa de los productos de PCR del gen *tef1*, de algunas cepas con discrepancia en el análisis de ITS. De izquierda a derecha: MM, TV14, TV16, TV17, TV30, TV58, TV70, TV82, TV84, TV104, TV115, TV150, TV165, TV168, TV190, TV202, TV240, TV243, TV245, TV246.

La identificación de *Trichoderma spp*, comienza con el análisis de las secuencias de los genes ITS1 e ITS2, con el Programa *TrichOKEY* (Druzhinina *et al*, 2006). La mayoría de las especies de este género pueden ser identificadas solo con esta información. Sin embargo, en algunas especies muy relacionadas, el polimorfismo de los genes ITS no es suficiente como para lograr distinguir entre dos especies distintas; es allí donde entran a jugar un papel importante otros genes.

En el análisis de los genes ITS (Apéndice 1) se puede observar que: (a) el programa identifica en la secuencia cinco regiones (anclas) características del género *Trichoderma*; (b) realiza la identificación de la Sección a la que pertenece el aislado y (c) da el resultado de la identificación con la comparación de secuencias correspondiente. En este caso, el programa al encontrar regiones características de una especie determinada, arroja como resultado el nombre de la especie, incluso a pesar de no encontrar todas las anclas. Los resultados de los análisis de las secuencias ITS arrojaron en la mayoría de los casos un nombre de especie, sin embargo, hay aislados que no pudieron identificarse con un único nombre por las razones ya mencionadas.

Para realizar el análisis de las secuencias del gen *tef1* se debe utilizar otra aplicación (*TrichoBLAST*). Tradicionalmente, este tipo de análisis se basa en someter las secuencias obtenidas a un BLAST (Altschul *et al*, 1990), generalmente en la página web (www.ncbi.nlm.nih.gov) perteneciente a la *National Center for Biotechnology Information* (NCBI), basándose en el “mejor resultado” o en el grado de similitud de las secuencias. Sin embargo, los resultados de las grandes bases de datos públicas como el GenBank, causan errores, trayendo como efecto secuencias mal identificadas (alrededor de un 40% en *Hypocrea/ Trichoderma*) (Kopchinskiy *et al*, 2005). Por otro lado, no todas las bases de datos públicas contienen la gama completa de secuencias de especies de un género. En consecuencia a menudo es difícil evaluar el resultado del BLAST donde las secuencias se encuentran incompletas, esto es de importancia crítica ya que los

investigadores a menudo hacen identificaciones basadas en los mejores resultados obtenidos del BLAST independientemente de las puntuaciones obtenidas en la alineación (Kopchinskiy *et al*, 2005). Debido a la variabilidad intraespecífica en las secuencias de *Trichoderma* depositadas en esta base, un nivel alto de correspondencia dada no llega a confirmar o refutar la identidad de una especie.

Con el fin de eliminar estas dificultades respecto a *Hypocrea/Trichoderma* se desarrolló *TrichoBLAST* una base de datos pública soportada a través del diagnóstico de sus secuencias y el uso de herramientas que buscan similitud. Esta base de datos abarca las 88 especies del género genéticamente caracterizadas y contiene un compendio de secuencias basadas en cinco marcadores utilizados con mayor frecuencia a nivel filogenético, entre los que están ITS1 e ITS2, *tef1* (intrón grande y corto), entre otros. *TrichoBLAST* posee la ventaja que permite utilizar varios loci, lo cual detecta el fragmento correcto dentro de la secuencias que son utilizadas para la búsqueda de similitud (Kopchinskiy *et al*, 2005).

Para utilizar el servicio anteriormente descrito, se debe realizar un diagnóstico preliminar de la secuencia problema con *TrichoMARK*, el cual es un programa diseñado específicamente para la detección y recuperación de marcadores filogenéticos de secuencias problema, lo que permite realizar posteriormente la presentación individual de éstas en el programa *TrichoBLAST* para buscar similitudes. *TrichoMARK* es capaz de diagnosticar secuencias de genes de *Hypocrea/Trichoderma*, basado en secuencias de oligonucleotidos específicas para los géneros, tomando en cuenta tanto el extremo 5' como el extremo 3' del marcador (Druzhinina *et al*, 2005) y recupera el área exacta de la región del marcador filogenético, omitiendo las secuencias flanqueantes.

Es importante señalar que los alineamientos resultantes de un BLAST son una medida de similitud, pero la similitud no representa una medida de relación (de Queiroz, 1992; citado en Kopchinskiy *et al*, 2005). Por lo tanto al

utilizar estos servicios de comparación de secuencias, se debe tomar en cuenta cuáles marcadores filogenéticos se están utilizando y si la base de datos contiene las secuencias respectivas para todas las secuencias conocidas. La subcomisión Internacional para la Taxonomía de *Trichoderma* e *Hypocrea*, ha estudiado más de 1000 secuencias de ITS 1 y 2, que representan todas las especies genéticamente conocidas de *Hypocrea/Trichoderma*, mostrando que estas regiones son muy diagnósticas. Bajo estas condiciones, la identificación de una especie es posible sólo donde se consiga una alineación perfecta entre dos secuencias. En los casos donde no exista una alineación perfecta, es indicativo de la presencia de un nuevo alelo de una especie conocida, o de una especie nueva (Kopchinskiy *et al*, 2005).

Como ya se ha mencionado, para identificar especies que con las regiones ITS no se han podido discriminar, se utilizan genes como *tef1*. Los intrones de *tef1*, son muy particulares ya que son muy raras las secuencias idénticas, debido a la alta variabilidad intraespecífica. Por lo tanto la Subcomisión para la Taxonomía de *Hypocrea/Trichoderma*, ha probado si los alineamientos con el mayor *Score*, representan una identificación correcta, y se ha logrado probar esto en todas las muestras estudiadas (Kopchinskiy *et al*, 2005). Por lo tanto al obtener las secuencias de los intrones correspondientes a *tef1*, se pueden considerar como la identificación correcta a la de mayor *Score*, a pesar de no coincidir en un 100 %.

Los programas *TrichoMARK* y *TrichoBLAST*, lograron identificar secuencias del intrón largo y corto. Cabe destacar que el intrón largo (Figura 1.5) es el marcador filogenético más informativo en *Hypocrea/Trichoderma* (Druzhinina, 2009). Una vez ubicados los marcadores filogenéticos con *TrichoMARK*, se hizo el análisis de similitud con *TrichoBLAST*. De los análisis obtenidos se muestran los 10 mejores resultados (alineamientos) que consiguió el programa y el alineamiento del resultado más parecido (Apéndice 3).

Los análisis realizados por *tef1* pudieron discriminar entre las distintas especies posibles que habían sido propuestas por ITS (Tabla 1.4). Los aislados TV14, TV16, TV17, TV30, TV58, TV104, TV168, TV190, TV202, TV240, TV243, TV245, TV246, TV248, TV255, TV261, TV262, TV294, TV297; fueron identificados con el análisis de ITS como *T. koningiopsis*/*T. ovalisporum*/*T. asperellum*, mientras que las secuencias *tef1*, determinaron que estos aislados pertenecen a *T. asperellum*. En el caso de los aislados TV115 y TV165, el análisis de ITS arrojó como resultado *T. koningiopsis*/*T. ovalisporun*, identificando las secuencias *tef1* a estos aislados como *T. koningiopsis*. La cepa TV82, no pudo ser identificada por ITS, sin embargo el análisis del gen *tef1* la identificó como *T. koningiopsis*. A esta cepa se le debe repetir todo el análisis para corroborar la secuencia ITS. La cepa TV70 fue identificada por ambos genes como *T. harzianum* y fue utilizada como control.

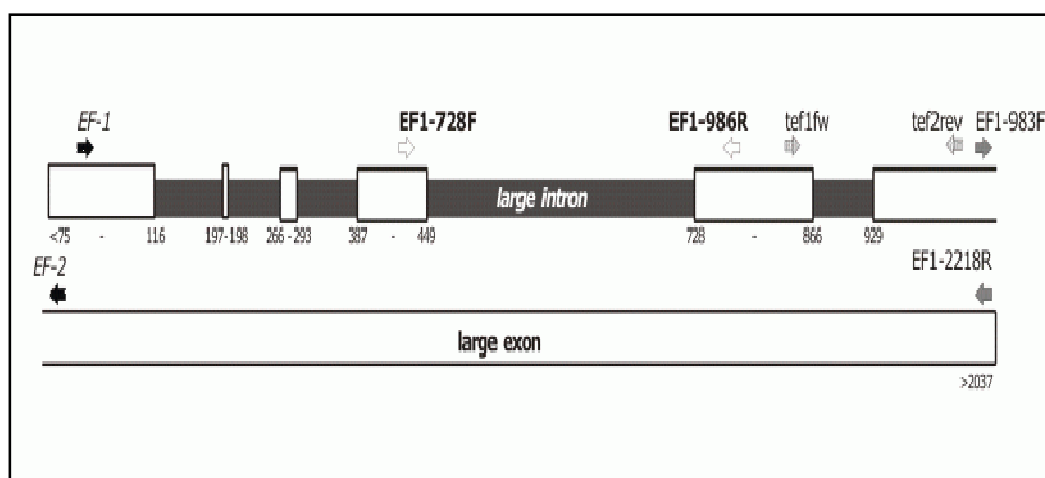


Figura 1.5. Esquema representativo del gen *tef1*. Se muestran el intrón largo (marcador filogenético que aporta mayor información) y el exón largo. Además puede observarse la ubicación del iniciador EF1-728F. El iniciador *tef* LLErev no se muestra en la figura, pero se encuentra aproximadamente en el centro del exón largo. Fuente: Druzhinina, 2009.

Tabla 1.4. Comparación de los análisis de ITS y *tef1*, de algunas secuencias que no pudieron ser identificadas sólo con ITS.

Aislado	Identificación con ITS	Identificación con <i>tef1</i>
TV14	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>Trichoderma sp</i>
TV16	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>
TV17	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>
TV30	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>
TV58	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>
TV70	<i>T. harzianum</i>	<i>T. harzianum</i>
TV82	Secuencia no identificada	<i>T. koningiopsis</i>
TV104	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>
TV115	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i>	<i>T. koningiopsis</i>
TV165	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i>	<i>T. koningiopsis</i>
TV168	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>
TV190	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>
TV202	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>
TV240	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>
TV243	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>
TV245	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>
TV246	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>
TV248	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>
TV255	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>
TV261	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>
TV262	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>
TV294	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>
TV297	<i>T. koningiopsis</i> , <i>T. ovalisporum</i> , <i>T. asperellum</i>	<i>T. asperellum</i>

En la Figura 1.6 puede observarse las colonias de los aislados obtenidos en el presente estudio con su identificación definitiva.

Figura 1.6. Aislados obtenidos en los muestreos en campos de maíz en varios Estados de Venezuela. Se muestra el aspecto de la colonia, número asignado e identificación.




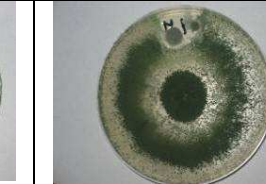

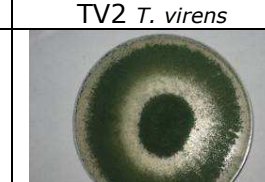
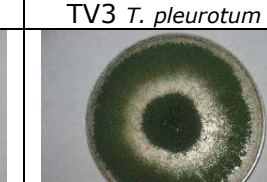
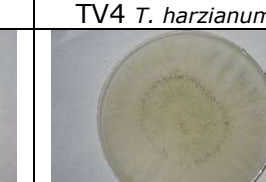
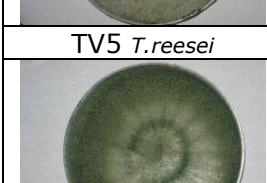
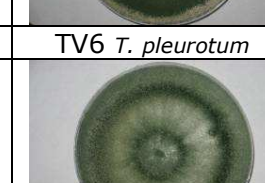
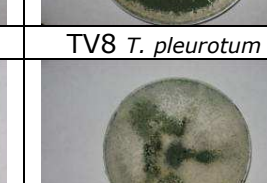
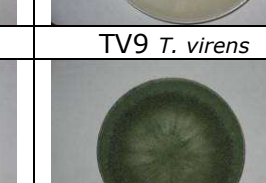


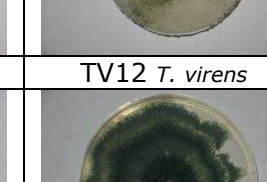
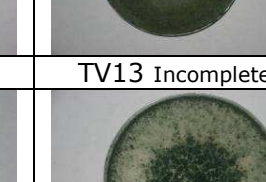







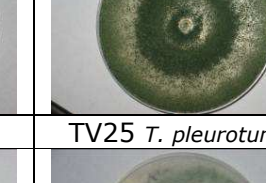



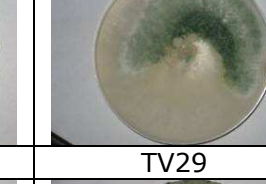
			
TV1 <i>T. koningiopsis</i>	TV2 <i>T. virens</i>	TV3 <i>T. pleurotum</i>	TV4 <i>T. harzianum</i>
			
TV5 <i>T. reesei</i>	TV6 <i>T. pleurotum</i>	TV8 <i>T. pleurotum</i>	TV9 <i>T. virens</i>
			
TV10 <i>T. virens</i>	TV11 <i>T. harzianum</i>	TV12 <i>T. virens</i>	TV13 Incomplete
			
TV14 <i>T. koningiopsis</i>	TV15 <i>T. koningiopsis</i>	TV16 <i>T. koningiopsis</i>	TV17 <i>T. koningiopsis</i>
			
TV21 <i>T. harzianum</i>	TV22 <i>T. harzianum</i>	TV23 <i>T. harzianum</i>	TV25 <i>T. pleurotum</i>
			
TV26 <i>T. harzianum</i>	TV27 Incomplete	TV28 <i>T. harzianum</i>	TV29
			
TV30 <i>T. koningiopsis</i>	TV32 <i>T. harzianum</i>	TV33	TV34 <i>T. harzianum</i>

Figura 1.6. Continuación.

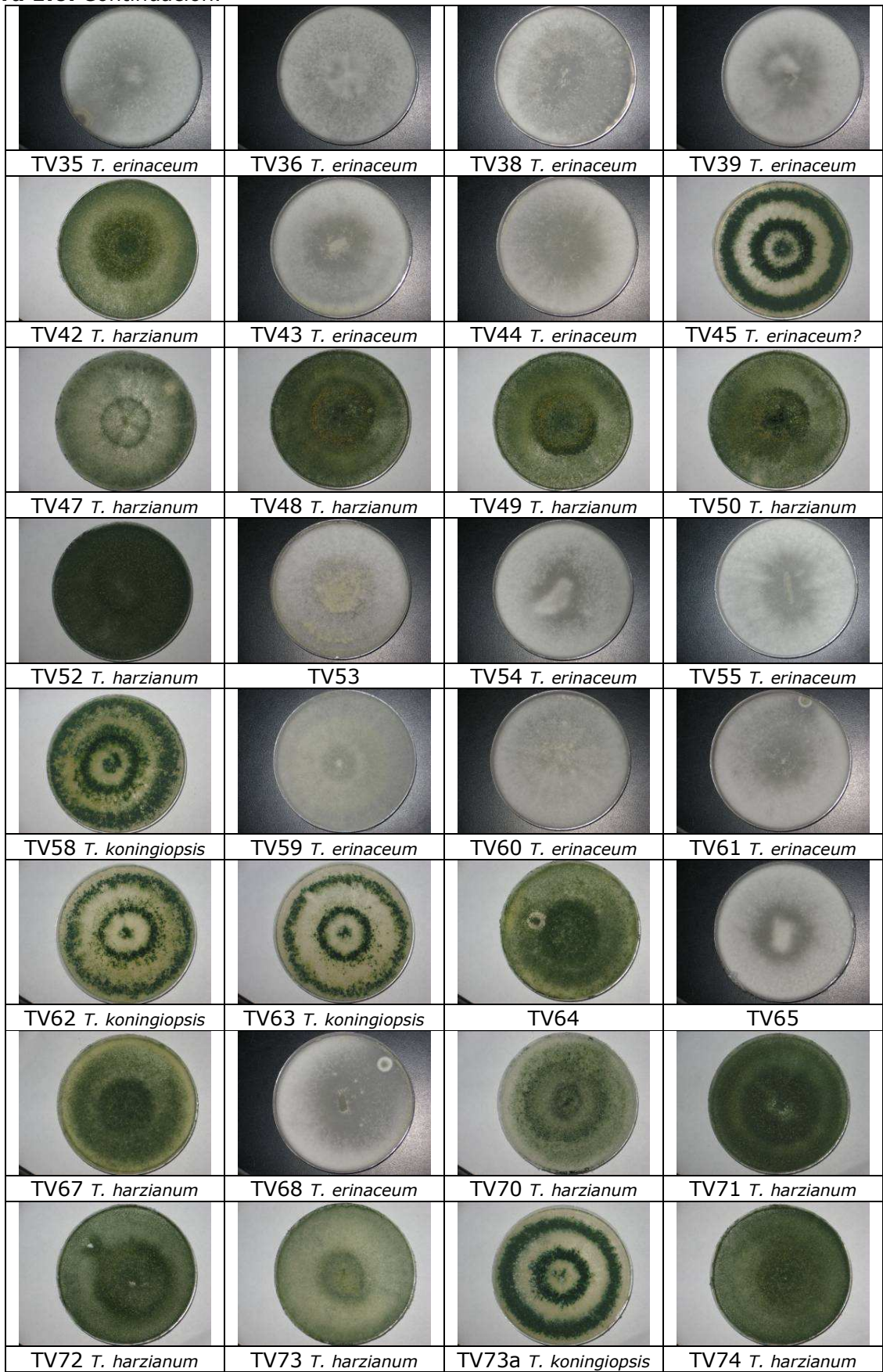


Figura 1.6. Continuación.

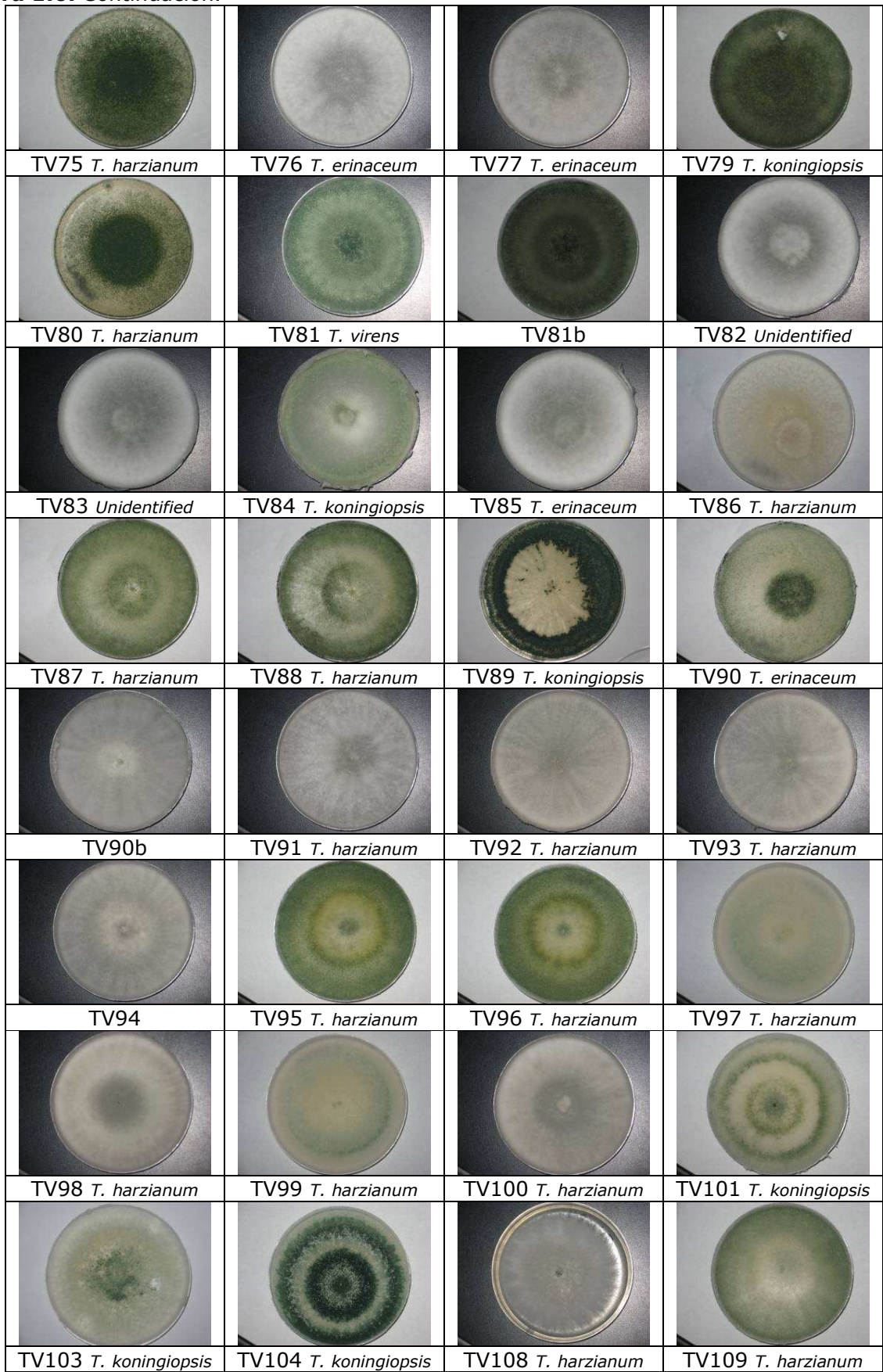


Figura 1.6. Continuación.

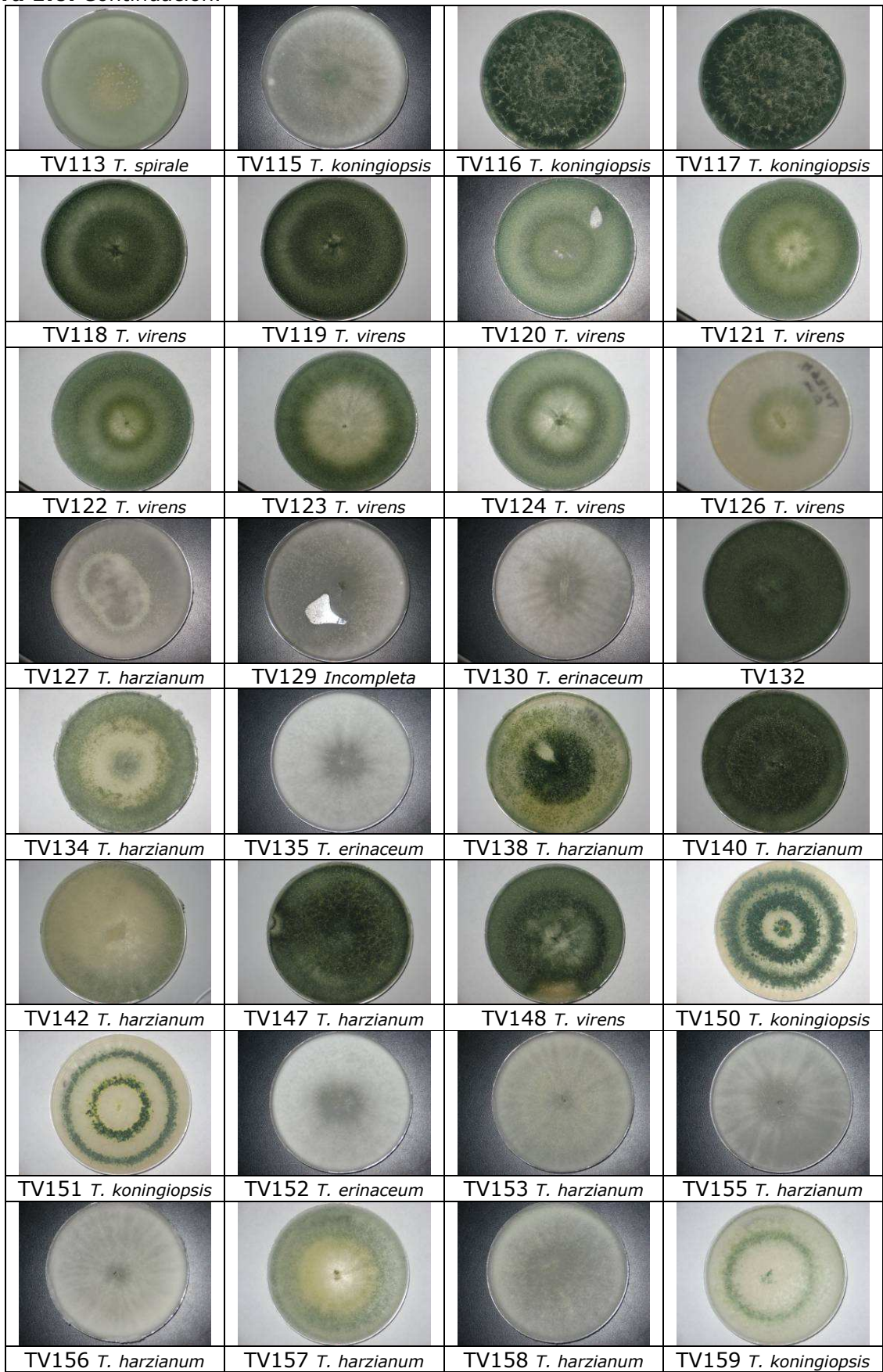


Figura 1.6. Continuación.

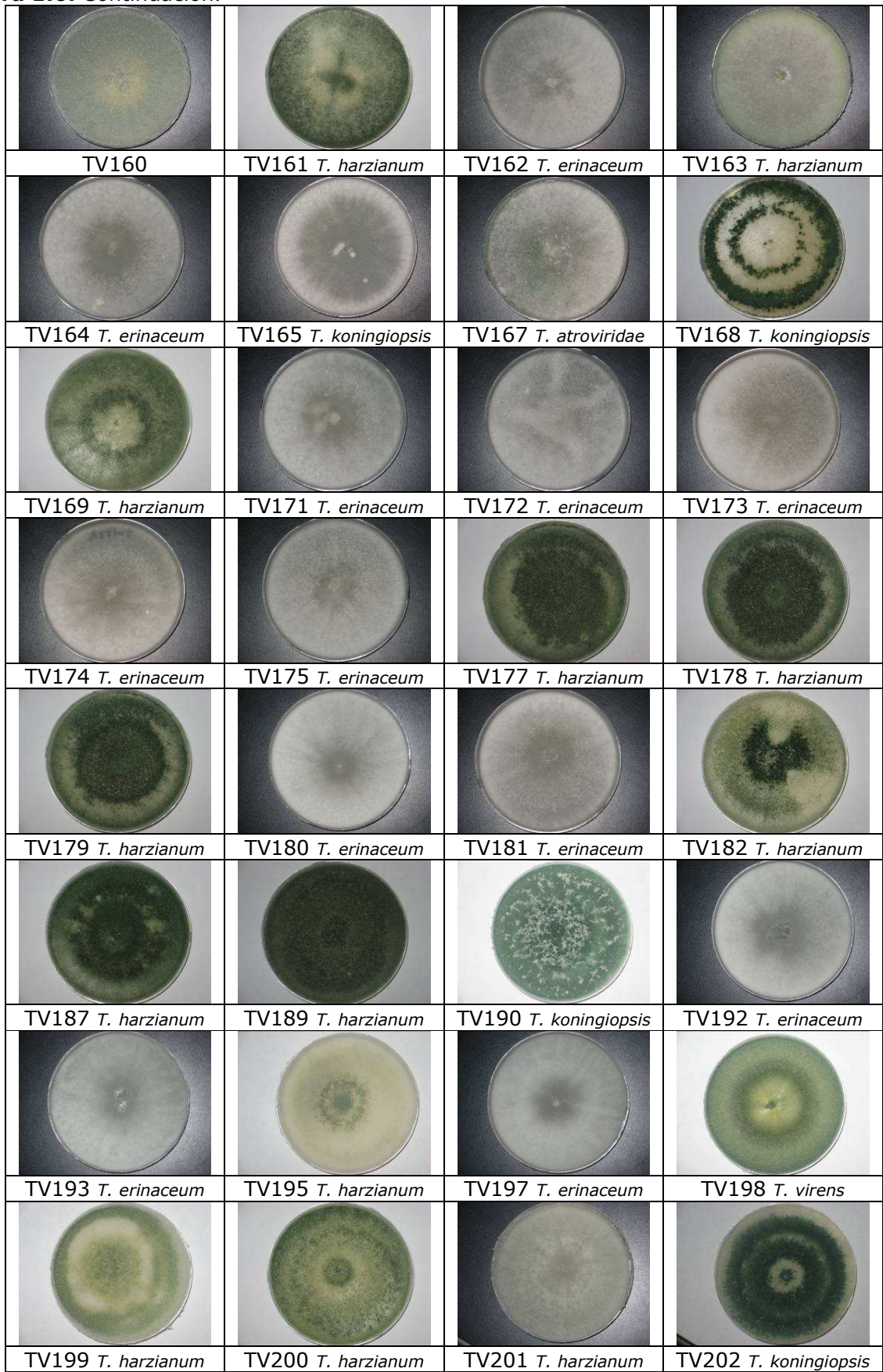


Figura 1.6. Continuación.

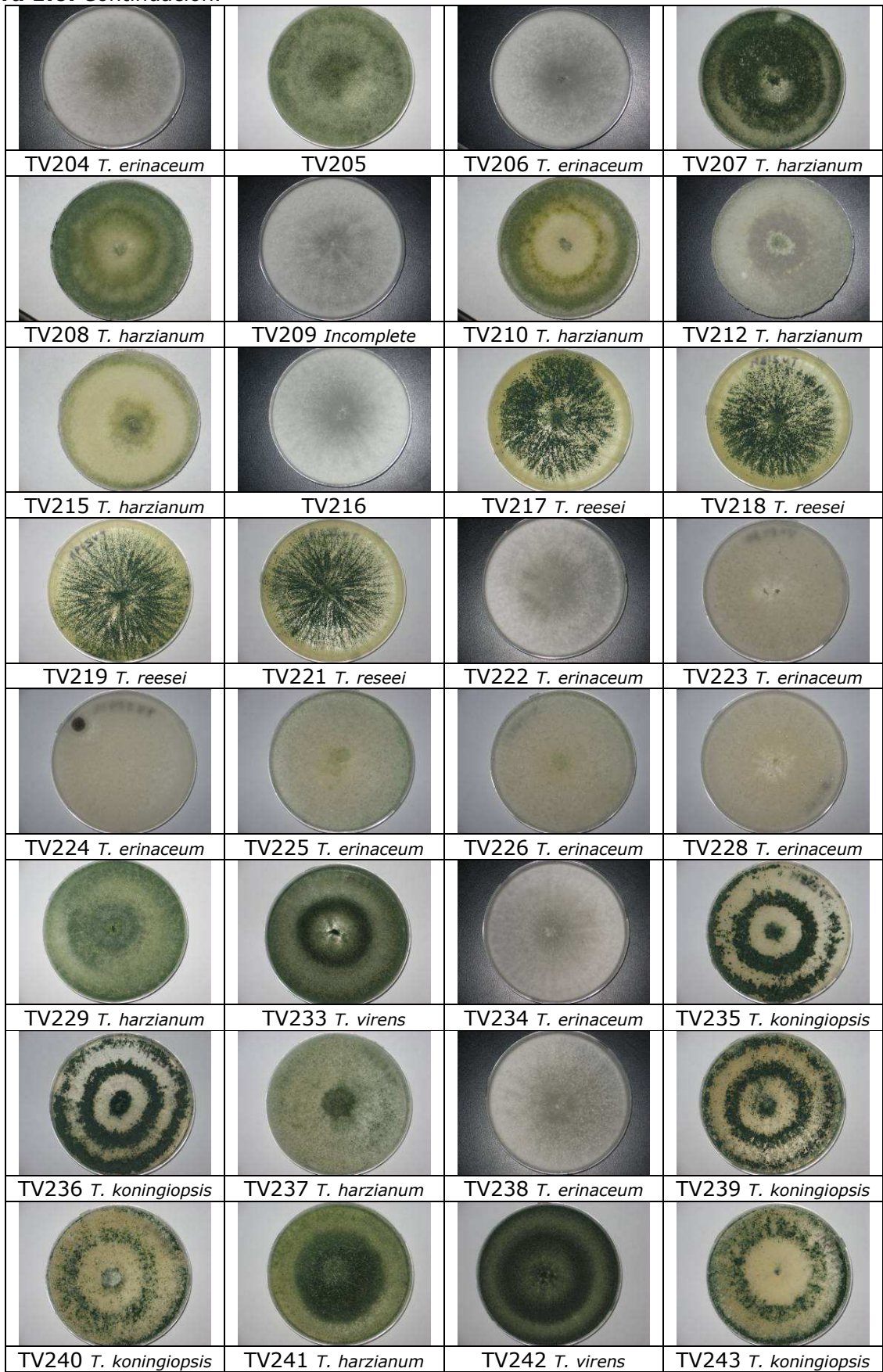
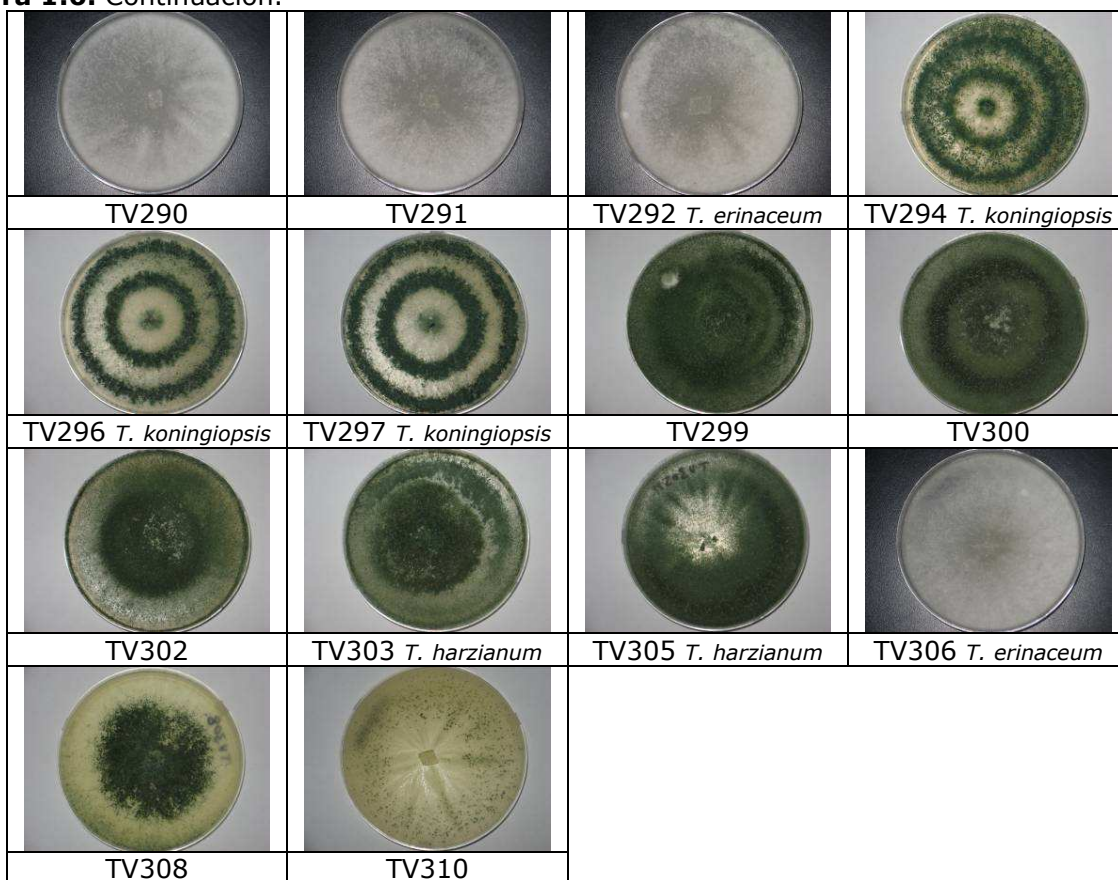


Figura 1.6. Continuación.



Figura 1.6. Continuación.



1.4.2.- Diversidad de *Trichoderma* spp en plantaciones de maíz de Venezuela.

Los aislados obtenidos en el presente trabajo son una representación de la diversidad de *Trichoderma* spp en plantaciones de maíz de Venezuela. En total se obtuvieron 242 aislados (Figura 1.6) pertenecientes a 9 especies distintas: *T. asperellum*, *T. atroviride*, *T. erinaceum*, *T. harzianum*, *T. koningiopsis*, *T. pleurotum*, *T. reesei*, *T. spirale* y *T. virens*; obteniéndose una relación de especies distintas al total de especies de 0,037.

Se han reportado Índices de Diversidad (ID) para el sudeste de Asia (14 especies/96 aislados, ID = 0,15; Kubicek *et al.*, 2003), América del Sur (10/53; ID = 0,20; Druzhinina y Kubicek, 2005), China (13/135; ID = 0,096; Zhang *et al.*, 2005), región neotropical (19/182; ID=0,10; Hoyos-Carvajal *et al.*, 2009) y plantaciones de *Theobroma cacao* del Estado Carabobo, Venezuela (6/38; ID=0,15; Rivas y Pavone, 2010). La mayor diversidad de *Hypocrea/Trichoderma* reportada ha sido en la rizósfera de *Coffea arabica* en bosques de tierras altas en Etiopía (ID = 0,38; Belayneh y Druzhinina, inédito; citado en Migheli *et al.*, 2009). En comparación con otros índices de diversidad encontrados, el obtenido en este trabajo es muy bajo, esto probablemente se deba a que existen muchas cepas repetidas del mismo punto de muestreo. Se puede lograr una depuración de cepas con el mismo origen (Tabla 1.3), con la misma identificación y características de colonia (Figura 1.6), para determinar el número real de cepas distintas. De esta forma:

TV21=TV22; TV43=TV44; TV48=TV49=TV50; TV53=TV54=TV55; TV59=TV60=TV61;
TV72=TV74=TV75; TV92=TV93; TV95=TV96; TV97=TV98=TV99; TV116=TV117;
TV118=TV119; TV150=TV151; TV152=153=155=TV156=TV158; TV171=TV172;
TV173=TV174; TV177=TV178=TV179; TV180=TV181; TV192=TV193;
TV217=TV218=TV219=TV221; TV223=TV224=TV225=TV226; TV235=TV236;
TV239=TV240; TV248=TV249=TV250; TV253=TV254; TV256=TV258; TV261=TV262;
TV260=TV263; TV275=TV276; TV277=TV281=TV282; TV283=TV284;
TV290=TV291=TV292; TV294=TV296=TV297.

Así, hay un total de 50 aislados repetidos. Si adicionalmente se excluye del análisis a las cepas desde TV1 hasta TV17 (no aisladas de campos de maíz), se obtendría un total de cepas de $242-50-16=176$. Por lo tanto, el ID de *Trichoderma* para las plantaciones de maíz estudiadas sería de 0,051, el cual sigue siendo más bajo que los reportados en otras parte del mundo. Este patrón observado puede tener varias razones, entre las cuales podría estar el manejo que se le da a estos campos, donde existen perturbaciones de suelo y vegetación permanentes en cada ciclo de cosecha, con aplicaciones de varios tipos de plaguicidas, herbicidas, etc. Todos estos factores podrían afectar significativamente la microflora en los suelos de estos cultivos y explicaría el bajo Índice de diversidad encontrado. Si solo tomáramos en cuenta las primeras 16 cepas (Figura 1.6) provenientes de varias localidades (Parques Nacionales, viveros de plántulas de café, etc.) se puede determinar la presencia de cinco especies distintas con tan solo 16 aislados, para un Índice de diversidad de 0,31; 6 veces mayor al encontrado en las plantaciones de maíz estudiadas. Obviamente esta comparación hay que tomarla con precaución, debido a que el tamaño de la muestra no es el mismo, pero da una idea de lo que pudiera estar ocurriendo y abre la posibilidad de iniciar nuevos estudios para realizar una comparación definitiva.

La diversidad de *Trichoderma* spp general se muestran en la Figura 1.7, donde puede observarse que *T. harzianum* es la especie más abundante con 45,95 %, seguida de *T. erinaceum* con 22,97 %; *T. koningiopsis* 15,54 %; *T. virens* 8,11 %; *T. asperellum* 4,73 %; *T. pleurotum* 0,68 %; *T. atroviride* 0,68 %; *T. spirale* 0,68 % y *T. reesei* 0,68 %. La especie más abundante a escala general y por Estado fue *T. harzianum* (Figuras 1.7 y 1.8), seguida por *T. erinaceum*, excepto en los Estados Barinas, Bolívar y Aragua, donde *T. virens* fue la segunda especie más abundante en los dos primeros y *T. koningiopsis*, en el último.

Figura 1.7. Diversidad general de *Trichoderma* spp en plantaciones de maíz en Venezuela. NI: No identificado.

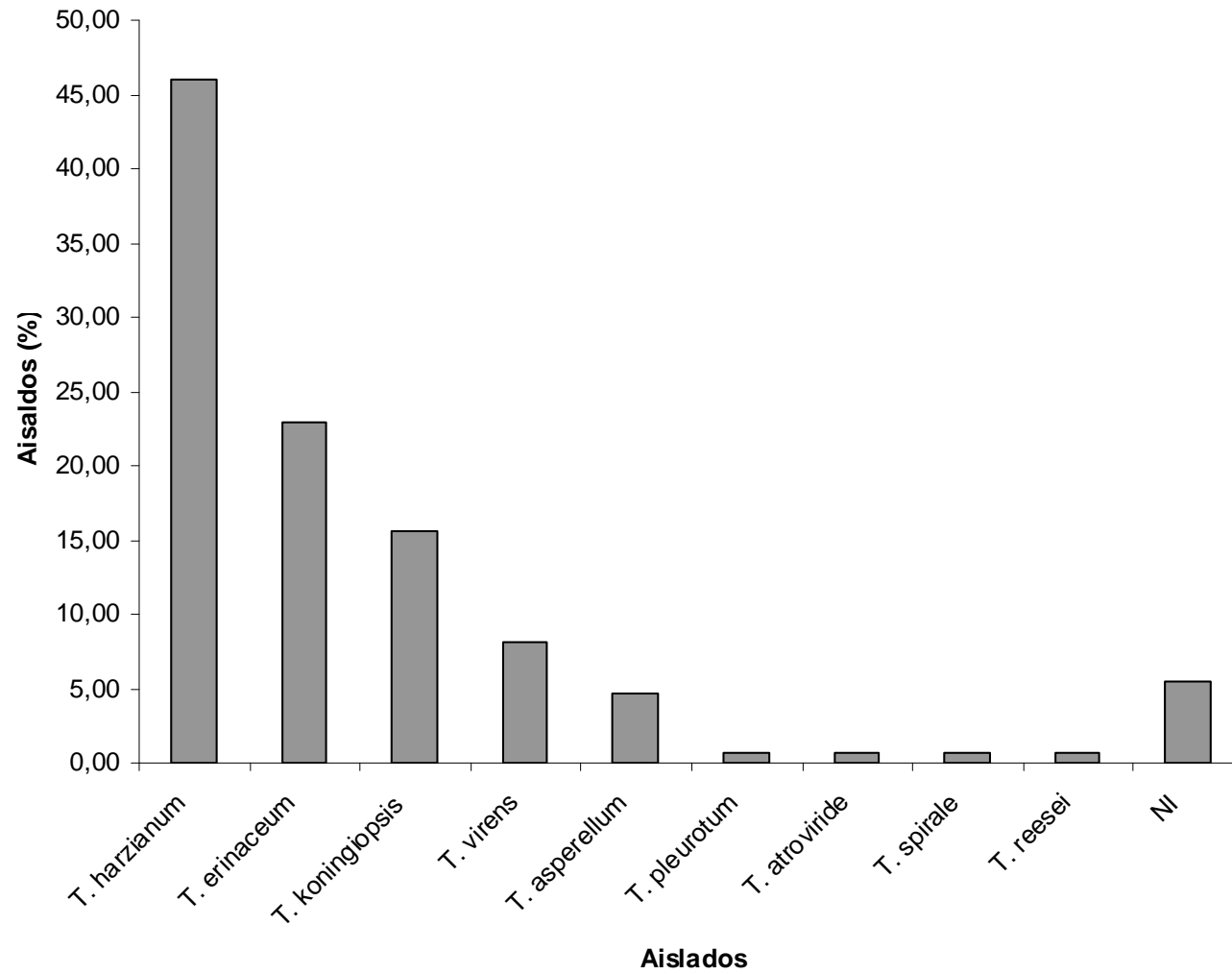


Figura 1.8. Diversidad de *Trichoderma* spp en plantaciones de maíz por Estado. NI: No identificada.

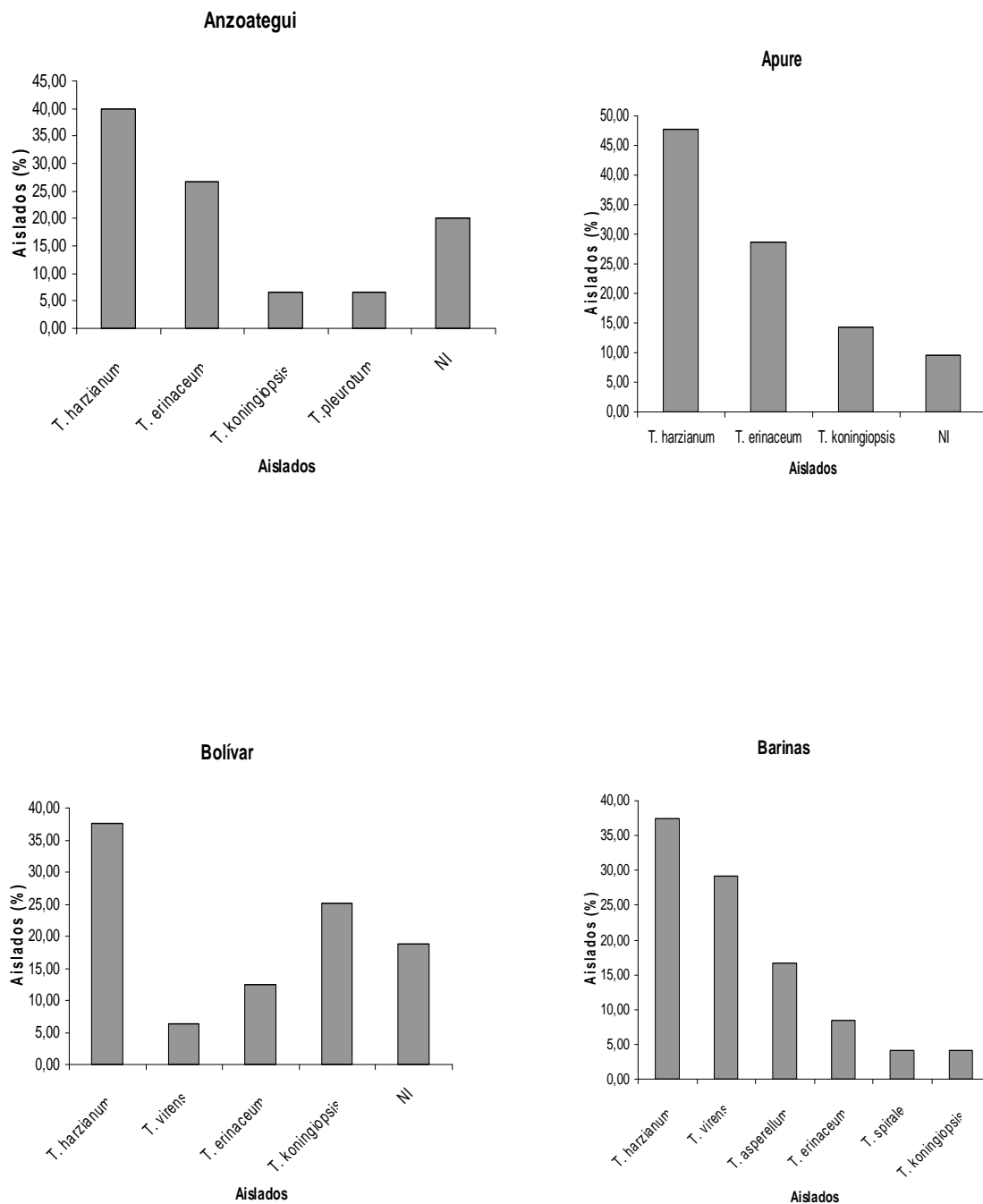
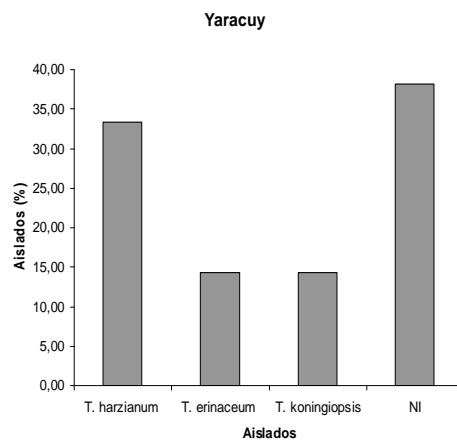
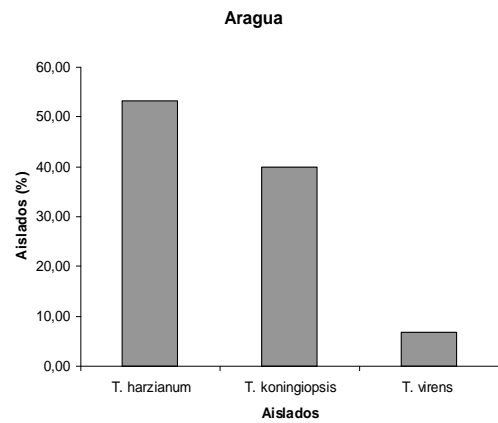
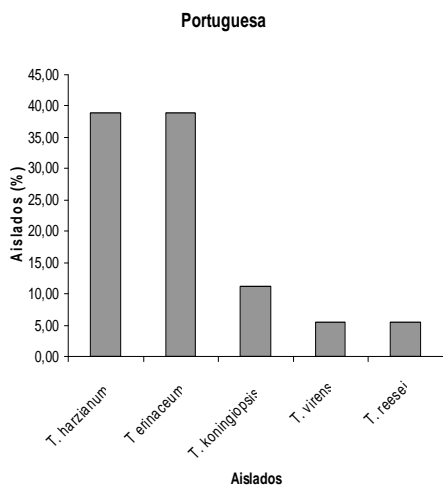
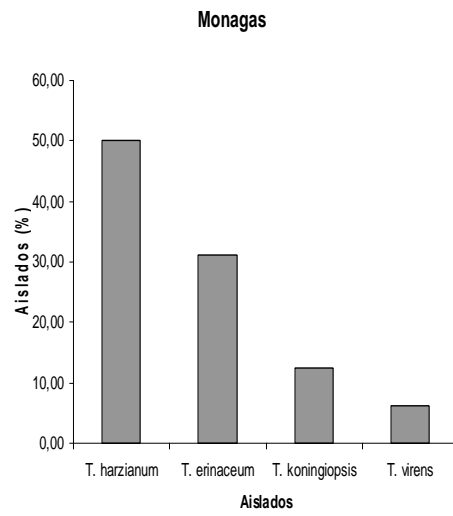
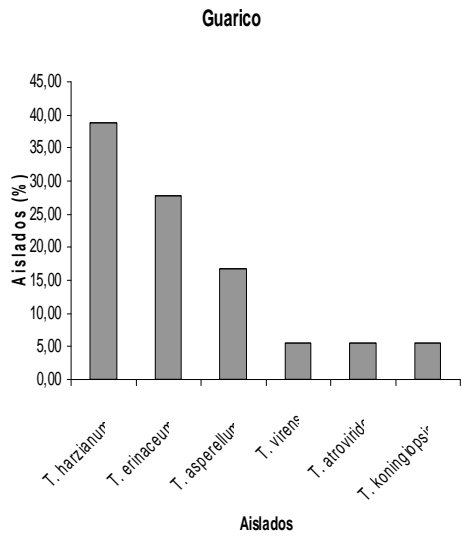


Figura 1.8. Continuación.



Solo hubo alrededor de 5 % de especies no identificadas, básicamente por fallas en la secuenciación como secuencias incompletas o reacciones negativas. Estos aislados serán analizados nuevamente.

El conocimiento de la distribución de especies de *Trichoderma* está evolucionando constantemente en el contexto de los avances actuales en la resolución de la taxonomía del género, por lo que puede suponerse un mejor entendimiento de la biogeografía de *Trichoderma* al comprender mejor los complejos de especies agregadas (Hoyos-Carvajal y Bissett, 2011).

La gran abundancia que posee *T. harzianum*, ha sido reportada en otras investigaciones (Kullning *et al.*, 2000b; Kubicek *et al.*, 2003; Hoyos-Carvajal *et al.*, 2009; Rivas y Pavone, 2010). Se ha reportado una alta variabilidad morfológica y metabólica que puede explicar la amplia distribución de esta especie agregada en diferentes habitats (Kullning *et al.*, 2000b; Kubicek *et al.*, 2003). De hecho, aunque el nombre de especie *T. harzianum* ha sido utilizado para agentes de biocontrol en el pasado, en la actualidad existe mucha evidencia de que varias especies genéticamente diversas, son usadas como agentes de control biológico (Druzhinina y Kubicek, 2005).

Hoyos-Carvajal y Bissett, 2011, citan los trabajos realizados por Jaklitsch (2009, 2011) acerca de la diversidad de *Trichoderma* en Europa, como el estudio más comprensivo sobre una región biogeográfica. En este trabajo se sugiere que la biodiversidad de *Hypocrea/Trichoderma* sobre el suelo, excede a la existente en el suelo; especulando que la mayoría de las especies pueden ser necrotróficas sobre otros hongos que colonizan madera y corteza. Así, las generalizaciones acerca de la distribución de *Trichoderma* se han vuelto muy complicadas, siendo su ocurrencia determinada por componentes microclimáticos, disponibilidad de sustratos, asociaciones rizosféricas, química del suelo e interacciones ecológicas; además, la introducción de especies invasivas, agentes de control biológico y perturbaciones agrícolas, resultan en cambios en los patrones específicos de distribución (Hoyos-Carvajal y Bissett, 2011). Estas perturbaciones agrícolas

es la causa más probable de la baja diversidad de *Trichoderma* encontrada en este trabajo (ver discusión más arriba).

1.4.3.- Aplicaciones biotecnológicas de los aislados de *Trichoderma* spp obtenidos.

A continuación se presentan algunas características de las especies de *Trichoderma* spp encontradas en el presente estudio y sus posibles aplicaciones biotecnológicas.

***T. asperellum*.** Se ha utilizado básicamente como agente de biocontrol de hongos fitopatógenos tales como *R. solani* (Trillas *et al.*, 2006), *Fusarium* sp (Cotxarrera *et al.*, 2002), *Phytophthora* sp (Tondje *et al.* 2007); *Thielaviopsis paradoxa* (Wijesinghe *et al.*, 2011). *T. asperellum* también posee facultades antagónicas sobre *Pseudomonas syringae* pv. *Lachrymans* causante de la mancha angular en el pepino, pudiendo activar vías metabólicas en la planta que están involucradas en la señalización y acumulación sistemática de fitoalexinas (Yedidia *et al*, 2003).

***T. atroviride*.** Es un hongo filamentosos cosmopolita, encontrado comúnmente en suelo en climas templados y tropicales. Posee capacidad biocontroladora sobre *R. solani* y *Botrytis cinerea*. Se han caracterizado varias quitinasas, β -glucanasas, proteasas y antibióticos, particularmente 6-pentyl-alpha-pyrone y peptaibols. *T. atroviride* se ha convertido en un sistema modelo para la inducción de la conidiación por luz azul (The Regents of the University of California, 2011). También se han aislado a partir de este hongo, enzimas lacasas para su uso en bioremediación de compuestos fenólicos (Chakroun *et al.*, 2010).

***T. erinaceum*.** Es capaz de producir exopolisacáridos denominados Fr-I EPS y Fr-II EPS, determinándose que Fr-I EPS está compuesto principalmente de manosa y galactosa mientras que Fr-II EPS está compuesto de manosa, galactosa y una porción menor de glucosa (Hoon & Yun; 2005). Estos polisacáridos han mostrado en estudios preliminares, poseer una fuerte actividad antiinflamatoria en ratones.

T. harzianum. Esta es una de las especies más estudiadas a escala mundial, siendo su principal uso como biocontrolador de organismos plaga. *T. harzianum* es capaz de atacar a *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Sivan y Chet; 1993); *Fusarium udum* (Prasad et al., 2002); *Botrytis cinerea* (Latorre et al., 1997); *Verticillium dahliae* y *Rhizoctonia solani* (Santamarina y Roselló, 2006) y al nemátodo *Meloidogyne javanica* (Sahebani y Hadavi, 2008). *T. harzianum* también es capaz de inducir resistencia contra fitopatógenos en algunas especie vegetales (Perazzolli et al., 2008; Perazzolli et al., 2011) y producir enzimas celulasas de interés industrial (Da Silva et al., 2011). *T. harzianum* es capaz mejorar el crecimiento y aumentar el verdor de las plantas de *Zea mays*, este último hecho asociado generalmente con mayores niveles de nitrógeno, lo cual permite considerar la opción del uso de esta especie en la industria agrícola, pudiendo ser utilizado para el aumento de la eficacia de fertilizantes que generalmente se aplican en la nitrogenización (Harman, 2000).

T. koningiopsis. Este hongo que ha mostrado una alta eficacia en el control de *Fusarium oxysporum*, agente causal de la pudrición del cuello y la raíz del tomate, encontrándose que es capaz de retrasar la colonización de los haces vasculares en comparación con plantas que solo estaban infectadas con el fitopatógeno (Jaimes et al, 2009).

T. pleurotum. En cultivos de *Pleurotus ostreatus* de todo el mundo se ha reportado la "enfermedad del moho verde", cuyo agente causal ha sido restringido a dos especies de *Trichoderma* muy relacionadas: *T. pleurotum* y *T. pleuroticola*, los cuales pertenecen al clado Harzianum de *Hypocrea/Trichoderma* que también incluye a *T. aggressivum* el agente causal de esta misma enfermedad en *Agaricus* spp. (Komon-Zelazowska et al., 2007). *T. pleurotum* y *T. aggressivum*, nunca han sido aislados en áreas externas de biofábricas de setas, reportándose evidencias de que *T. aggressivum* podría ser transportado por ácaros a las biofábircas de *Agaricus* spp (Seaby, 1989; citado en Komon-Zelazowska et al., 2007). En el caso de *T. pleurotum*, éste podría ser un endofito de plantas usadas en la

preparación del sustrato para producir los hongos (trigo, arroz, algodón, entre otros). Los vectores de *T. pleurotum* y *T. pleuroticola* para su ingreso a las biofabricas de setas está en estos momentos bajo investigación. El caso del aislado de este trabajo, resulta muy interesante ya que proviene de muestras de suelo de campos de maíz del Municipio Anaco, Edo. Anzoategui. Las plantas de maíz de esta zona podrían tener a este hongo como endofito, y la cepa obtenida provenir de restos de cosecha de estas plantas. La forma como el hongo invade a la planta y su papel en la fisiología del cultivo, es un área que debería ser motivo de intenso estudio.

T. reesei. Es un hongo filamentoso de reproducción asexual, aislado inicialmente en las Islas Solomon durante la Segunda Guerra Mundial en carpas de algodón. Este hongo es muy reconocido por su gran capacidad de producir celulasas y representa un ejemplo de nuestra habilidad de predecir relaciones basados solo en la morfología (Kuhls *et al.*, 1996). *T. reesei* fue inicialmente separado de *Trichoderma viride* y *Trichoderma longibrachiatum*, sobre la base de su inusualmente alta capacidad de producir enzimas celulolíticas y en su morfología (Simmons, 1977; citado en Kuhls *et al.*, 1996).

T. spirale. Puede actuar reduciendo el ataque de *Phytophthora palmivora*, agente causal de la enfermedad de la pudrición negra del cacao, reduciendo significativamente la extensión de la necrosis causada por *P. palmivora*, siendo así este aislado inductor de la resistencia intrínseca de las vainas y las hojas del cacao (Joseph *et al.*, 2009).

T. virens. Se ha reportado como promotor de crecimiento radical lateral e incrementador de biomasa en *Arabidopsis* (Contreras-Cornejo *et al.*, 2009). También se ha utilizado en el control de enfermedades en plántulas de algodón (Howell y Puckhaber 2005) y en el control de malezas por la producción del compuesto fitotóxico viridiol (Hutchkinson, 1999; Héraux *et al.*, 2005).

De todos los aislados obtenidos en el presente estudio, sólo algunas especies han sido reportadas como biocontroladoras de *R. solani*: *T. asperellum* (Trillas *et al.*, 2006; Hoyos-Carvajal *et al.*, 2008); *T. atroviride* (Kullning *et al.*, 2000a); *T. harzianum* (Strashnov *et al.*, 1985; Shalini *et al.*,

2007); *T. reesei* (Grosch *et al.*, 2006); *T. virens* (Brewer y Larkin, 2005). En el Capítulo 2 se evaluarán algunas de ellas contra este fitopatógeno.

CAPÍTULO 2

CAPÍTULO 2. Biocontrol de *R. solani*.

2.1.- INTRODUCCIÓN.

2.1.1.- *Rhizoctonia solani* como agente fitopatógeno

Rhizoctonia spp. es un hongo fitopatógeno del suelo con un amplio intervalo de hospedadores, pudiendo afectar raíces, tallos, tubérculos, etc. A este género se le conoce como "hongos estériles" debido a que durante muchos años se pensó que eran incapaces de producir algún tipo de estructura reproductiva sexual o asexual (Agrios, 1998). De hecho algunas de las especies de este género producen esporas sexuales y otros conidios. En el caso específico de *Rhizoctonia solani* Kühn, éste es capaz de producir basidiosporas, por lo que se le asignó al teleomorfo el nombre de *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk 1956 (Basidiomycetes, Ceratobasidiales) (Cline *et al.*, 2005). Esta fase sexual se forma cuando hay suficiente humedad, teniendo aspecto de mildiú fino que se desarrolla sobre el suelo, hojas y tallos infectados. Los basidios tienen forma de barril con cuatro esterigmas, cada una de las cuales produce una basidiospora ovoide. El micelio estéril de *R. solani* que es incoloro en estado juvenil y amarillo a color café claro en estado maduro, consta de células largas y produce ramificaciones que crecen formando un ángulo recto con respecto a la hifa principal, estrechándose ligeramente a nivel de la bifurcación con un septo cerca de ésta (Agrios, 1998).

R. solani es una especie "colectiva" que consta de por lo menos cuatro grupos no emparentados, los cuales se distinguen entre si debido a que la fusión de hifas que entran en contacto, sólo se produce entre los aislados de un mismo grupo de anastomosis. El resultado de esta fusión es una hifa heterocariótica bajo ciertas condiciones. La mayoría de las células resultantes de la anastomosis quedan incluidas en la vacuola y mueren tomando la apariencia de una zona clara en el punto de unión de las dos colonias. Este proceso es la expresión de una incompatibilidad somática o vegetativa, la cual limita la exogamia a unos pocos apareamientos compatibles. La

existencia de los grupos de anastomosis en *R. solani* representa el aislamiento genético de las poblaciones de cada grupo (Agrios, 1998).

En Venezuela, se ha reportado en distintas zonas donde se cultiva el maíz en el estado Portuguesa una afección localizada en tallos, hojas y mazorcas de las plantas con incidencia desde 32 a 90 % y caracterizada por largas zonas decoloradas alternando con bandas oscuras. En algunos casos, en el tejido enfermo se manifiesta un micelio de color blanco y estructuras fúngicas alargadas de 2 a 3 mm de color marrón. El agente causal de esta sintomatología ha sido identificado como *R. solani* (Cardona *et al*, 1999; Perdomo *et al.*, 2007). Dentro del género *Rhizoctonia* existen dos especies capaces de atacar al maíz como lo son *R. solani* (esclerocios alargados, semi-esféricos, de 1 a 3 mm de diámetro y de color marrón oscuro) (Figura 2.1) y *Rhizoctonia zea* (esclerocios regulares, redondeados, de color salmón). De estas dos sólo *R. solani* ha sido reportada como patógeno de importancia en el cultivo. Así, se ha determinado que *R. solani* es el agente causal de las manchas bandeadas en las plantas de maíz. A pesar de que *R. solani* ha sido señalado como un patógeno de poca importancia en maíz, la intensidad de los daños observados en los campos objeto del muestreo sugieren pérdidas de considerable magnitud en siembras del estado Portuguesa (Cardona *et al.*, 1999).

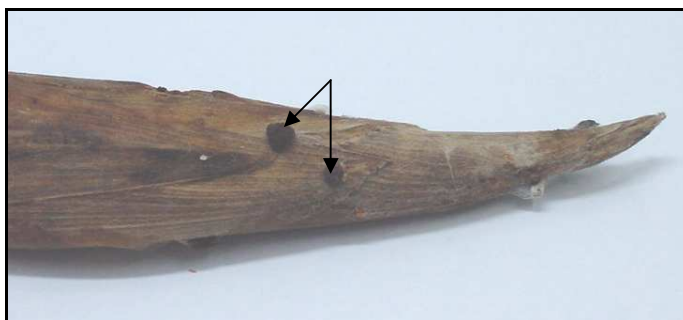


Figura 2.1. Esclerocios de *R. solani* sobre mazorca de maíz. Foto: D. Pavone.

Una de las técnicas utilizadas en Venezuela para el control de *R. solani* en maíz es el control biológico, con productos basados en cepas de *Trichoderma spp.* con resultados satisfactorios (García *et al.*, 2008;). Así, el hallazgo de nuevas cepas y su estudio exhaustivo para la obtención de productos más eficientes en el control de la enfermedad debe ser una premisa en las labores de investigación en esta área del control biológico.

Los ataques por *Rhizoctonia sp.*, al cultivo del maíz se han venido incrementando desde 1998, llegando a causar importantes daños económicos al infectar la mazorca (Cardona *et al.*, 1999; Perdomo *et al.*, 2007; García *et al.*, 2008).

En Venezuela, existen varias empresas que producen y comercializan microorganismos para su uso como controladores biológicos, entre los que se cuenta *Trichoderma spp.* (Anzola, 2003), que a pesar de no poseer registro ante el Instituto Nacional de Sanidad Agrícola Integral (INSAI), expenden productos con ciertos parámetros de calidad. Sin embargo, en el mercado existen varios productos comerciales producidos de forma semiartesanal que carecen, en la mayoría de los casos, de controles mínimos de calidad, utilizando cepas de hongos sin un estudio riguroso de su efectividad sobre el patógeno a controlar. El origen de la cepa es un factor muy importante que debe ser tomado en cuenta al momento de ser utilizada en los Programas MIPE, ya que lo que se busca con este tipo de prácticas es realizar aplicaciones aumentativas de los posibles biocontroladores existentes en una zona determinada y no introducir especies nuevas que podrían afectar el equilibrio ecológico. Además, las cepas autóctonas están más adaptadas a ese ambiente que otras provenientes de zonas con características climáticas distintas. Por lo tanto, un paso previo fundamental a este tipo de actividades es aislar los hongos biocontroladores existentes en las zonas con problemas fitosanitarios y estudiar su potencial como controlador.

2.1.2.- El cultivo de maíz.

El maíz, *Zea mays L.*, pertenece a la Familia *Poaceae* (alt. *Gramineae*) Subfamilia: *Panicoideae*, Tribu: *Andropogoneae*. (USDA, ARS, National Genetic Resources Program, 2006) y es originario de América, donde era el alimento básico de las culturas americanas muchos siglos antes de que los europeos llegaran al Nuevo Mundo. El origen de esta planta sigue siendo un misterio, aunque hay pruebas concluyentes, aportadas por los hallazgos arqueológicos y paleobotánicos, de que en el valle de Tehuacán al sur de México, ya se cultivaba maíz hace aproximadamente 4.600 años (Cagliani, 2006; Guzmán, 1991). El maíz silvestre primitivo no se diferenciaba mucho de la planta moderna en sus características botánicas fundamentales. En España empezó a cultivarse en 1604 y durante el siglo XVIII se difundió de forma gradual por el resto de Europa (Cagliani, 2006).

El cultivo de maíz se produce en todo el territorio nacional desde el nivel del mar hasta las zonas del pie de monte andino, bajo una gran diversidad de modalidades que incluyen formas de cultivo y variedades utilizadas. El maíz es uno de los alimentos básicos de la dieta del venezolano siendo consumido mayoritariamente en forma de harina precocida para la elaboración de la arepa. Para el año 2005 era el cereal más plantado en el mundo con un volumen de producción de 615.757.410 toneladas, superando al arroz (586.742.680 toneladas) y al trigo (537.978.442 toneladas) (cifras calculadas con base en los 20 países con mayor producción de cada rubro) (FAO, 2005); de allí la importancia básica a escala mundial del maíz. Estados Unidos es el mayor productor con cerca de 280.228.400 toneladas (45%) de la producción total mundial (FAO, 2005).

En Venezuela, para el año 2004 la superficie cultivada de maíz se ubicó en 601.498 Has., con un rendimiento de 3.439 Kg/Ha. (MAT, 2004) y una producción de 2.050.000 toneladas (FAO, 2005). En la Tabla 2.1 se puede apreciar la superficie cosechada, producción y rendimiento total y por Estado.

Tabla 2.1. Producción de maíz en Venezuela.

Entidad Federal	Superficie Cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (kg/ha)
Anzoátegui *	54.664	139.304	2.548
Apure *	23.258	87.131	3.746
Aragua *	16.482	57.006	3.459
Barinas *	79.212	265.191	3.348
Bolívar *	30.548	145.548	4.765
Carabobo	3.464	11.628	3.357
Cojedes	6.530	21.982	3.366
Delta Amacuro	39	83	2.135
Falcón	1.108	2.311	2.086
Guárico *	204.517	783.067	3.829
Lara	5.697	15.261	2.679
Mérida	849	1.860	2.191
Miranda	971	1.431	1.473
Monagas *	26.615	78.389	2.945
Nueva Esparta	10	18	1.865
Portuguesa *	110.183	324.139	2.942
Sucre	2.064	3.752	1.818
Trujillo	3.745	7.423	1.982
Yaracuy *	27.977	117.549	4.202
Zulia	3.565	5.395	1.513
TOTAL	601.498	2.068.465	3.439

Fuente: Dirección de Estadística. Ministerio de Agricultura y Tierras (MAT), 2004.

(*) Estados con mayor producción de maíz.

Con base en la información reportada en la Tabla 2.1, las dependencias Federales con mayor extensión de cultivos de maíz (*) son: Anzoátegui, Apure, Aragua, Barinas, Bolívar, Guárico, Monagas, Portuguesa y Yaracuy.

2.1.3.- Mecanismos de control de *Trichoderma* spp.

El control de fitopatógenos por parte de *Trichoderma* resulta de la competencia por nutrientes y espacio o como resultado de la habilidad de *Trichoderma* para producir metabolitos que: impidan la germinación de las esporas del patógeno (fungistasis), que mate sus células (antibiosis) o modifique la rizósfera (variando el pH, etc.) de tal forma que el patógeno no pueda crecer. El control también puede resultar de la interacción directa de tipo micoparasítica entre *Trichoderma* y el patógeno, la cual involucra el contacto físico, la síntesis de enzimas hidrolíticas, compuestos tóxicos y/o antibióticos que actúan sinérgicamente con las enzimas. *Trichoderma* también puede tener efectos positivos sobre el crecimiento de las plantas, incrementando la solubilización de algunos micronutrientes e incluso estimulando sus mecanismos de defensa (Harman, 2000; Benítez *et al.*, 2004).

2.1.3.1.- El micoparasitismo

La principal barrera en el ataque a hongos fitopatógenos por parte de *Trichoderma spp.* es la pared celular, la cual es una estructura compleja, compuesta generalmente por quitina, 1,3- β - y 1,6- β -glucano, manano y proteínas, pudiendo observarse variaciones en su composición en diferentes especies (Bartnicki-García, 1968).

Muchos carbohidratos se encuentran en la naturaleza en forma de polisacáridos, los cuales pueden contener un solo tipo de monómero (homopolisacáridos) o varios (heteropolisacáridos). Algunos homopolisacáridos sirven como almacenadores de energía (almidón y glucógeno), mientras que otros cumplen funciones estructurales en la pared celular de las plantas (celulosa) y la pared celular de la mayoría de los hongos y exoesqueleto de animales (quitina). Esta última está compuesta por residuos de N-acetilglucosamina y su única diferencia química con la celulosa es el reemplazo del grupo hidroxilo en el carbono 2 por un grupo amino acetilado (Nelson y Cox, 2004). La quitina es el segundo compuesto

más abundante en la naturaleza sólo superado por la celulosa (Cohen-Kupiec y Chet, 1998).

La pared celular en hongos filamentosos es una estructura altamente dinámica sujeta a constantes cambios, especialmente durante la germinación de las esporas, la ramificación de las hifas y la formación de los septos, dependiendo estos procesos de una amplia gama de enzimas hidrolíticas (quitinasas, glucanasas, proteasas, etc.) asociadas a la pared celular. Estas enzimas contribuyen a la ruptura y reformación de enlaces dentro y entre los polímeros, necesarios para la germinación, crecimiento y desarrollo del hongo (Adams, 2004). *Trichoderma spp.* es capaz de utilizar enzimas hidrolíticas para degradar la pared celular de otros hongos, lo cual le confiere en parte, su capacidad antagonista (Lorito *et al.*, 1993; 1994; 1996; Harman, 2000, Benítez *et al.*, 2004).

El micoparasitismo ejercido por *Trichoderma spp.* se basa en la producción de varios tipos de enzimas cuya función es digerir la pared celular del hongo fitopatógeno. De esta forma se permite la entrada de *Trichoderma spp.*, el cual utiliza el contenido celular como alimento y ejerce así su función de control (Cohen-Kupiec *et al.*, 1999). Entre las enzimas involucradas en estos procesos se han citado las quitinolíticas, las β -glucanasas o celulasas, las polisacárido liasas, las proteasas y las lipasas, aunque las dos primeras (quitinansas y glucanasas) se consideran las más importantes en el proceso de control (Harman *et al.*, 1993; Cohen-Kupiec *et al.*, 1999), pudiendo incluso actuar de forma sinérgica (Lorito *et al.*, 1993). También se ha determinado que algunas de estas enzimas que degradan la pared celular (quitinasas especialmente) inhiben la germinación de esporas de hongos que contienen quitina en su pared celular, más aun, mientras mayor sea el contenido de quitina en la pared celular, mayor el grado de inhibición (Lorito *et al.*, 1993).

Se ha detectado la presencia de actividad 1,4- β -N-acetilglucosaminidasa, en forma constitutiva en *T. harzianum* y *Sclerotium rolfsii* (Inbar & Chet, 1995). Una vez que estos hongos entran en contacto,

desaparece la actividad en *S. rolfsii* pero incrementa en gran medida en *T. harzianum*, asociada a una proteína con peso molecular de 102 KDa (CHIT102). Posteriormente la actividad de CHIT102 disminuye y aparece una actividad de tipo 1,4- β -N-acetilglucosaminidasa asociada a una proteína con peso molecular de 73 KDa (CHIT73). Este fenómeno no se observa cuando el micelio de *S. rolfsii* ha sido esterilizado en autoclave, lo que sugiere la participación de elementos vitales en el reconocimiento y/o activación de estas actividades enzimáticas. La inducción de enzimas quitinolíticas en *Trichoderma* es un evento temprano el cual es provocado por una señal de reconocimiento, como interacciones lectina-carbohidratos e incluso se ha postulado que este reconocimiento es el primer paso en una cascada de eventos antagónicos que disparan la respuesta parasítica (Inbar & Chet, 1995).

Las quitinasas pueden ser clasificadas en dos categorías principales:

- Endoquitinasas, que rompen quitina azarosamente en sitios internos, generando multímeros de N-acetilglucosamina solubles de bajo peso molecular, tales como quitotetraosa, quitotriosa y el dímero di-acetilquitobiosa.
- Exoquitinasas que pueden ser divididas en quitobiosidasas que liberan progresivamente diacetil quitobiosa comenzando en el extremo no reductor de la microfibrilla de quitina y 1,4- β -N-acetylglucosaminidasa, la cual rompe los productos oligoméricos de endoquitinasas y quitobiosidasa generando monómeros de N-acetilglucosamina.

La síntesis de quitinasas de *T. harzianum* es inducida por quitina y reprimida por glucosa (Carsolio *et al.*, 1994). En la interacción de *T. harzianum* y *B. cinerea*, el gen que codifica para la endoquitinasa *ech42* del antagonista está inhibido por la unión del represor catabólico Cre1 a las secuencias promotoras, cuando ambos hongos aún no están en contacto. Cuando el contacto ocurre se une un regulador distinto al promotor de

ech42, sugiriendo que este gen es reprimido cuando el hongo es cultivado en presencia de glucosa y positivamente regulado cuando hay contacto con el hongo hospedador (Lorito *et al.*, 1996).

2.2.2.- La antibiosis

La antibiosis es un proceso en el que están involucrados compuestos de bajo peso molecular con capacidad antibiótica y producidos por microorganismos. *Trichoderma* spp produce principalmente tres tipos de compuestos: peptaibols, poliketidos y terpenos (Vinale *et al.*, 2008), los cuales pueden ser volátiles o solubles, tales como: ácido harziánico, alameticina, tricolina, peptaiboles, antibióticos, 6-pentil- α -pirona, massoilactona, viridina, gliovirina, glisopreninas, ácido heptelidico, entre otros (Figura 2.2). Muchas de estas sustancias ejercen un mejor efecto de control cuando actúan sinérgicamente con las enzimas degradadoras de la pared celular; incluso se ha demostrado la necesidad de la actuación de las enzimas previo a los antibióticos sobre el patógeno para ejercer un control eficiente (Benítez *et al.*, 2004).

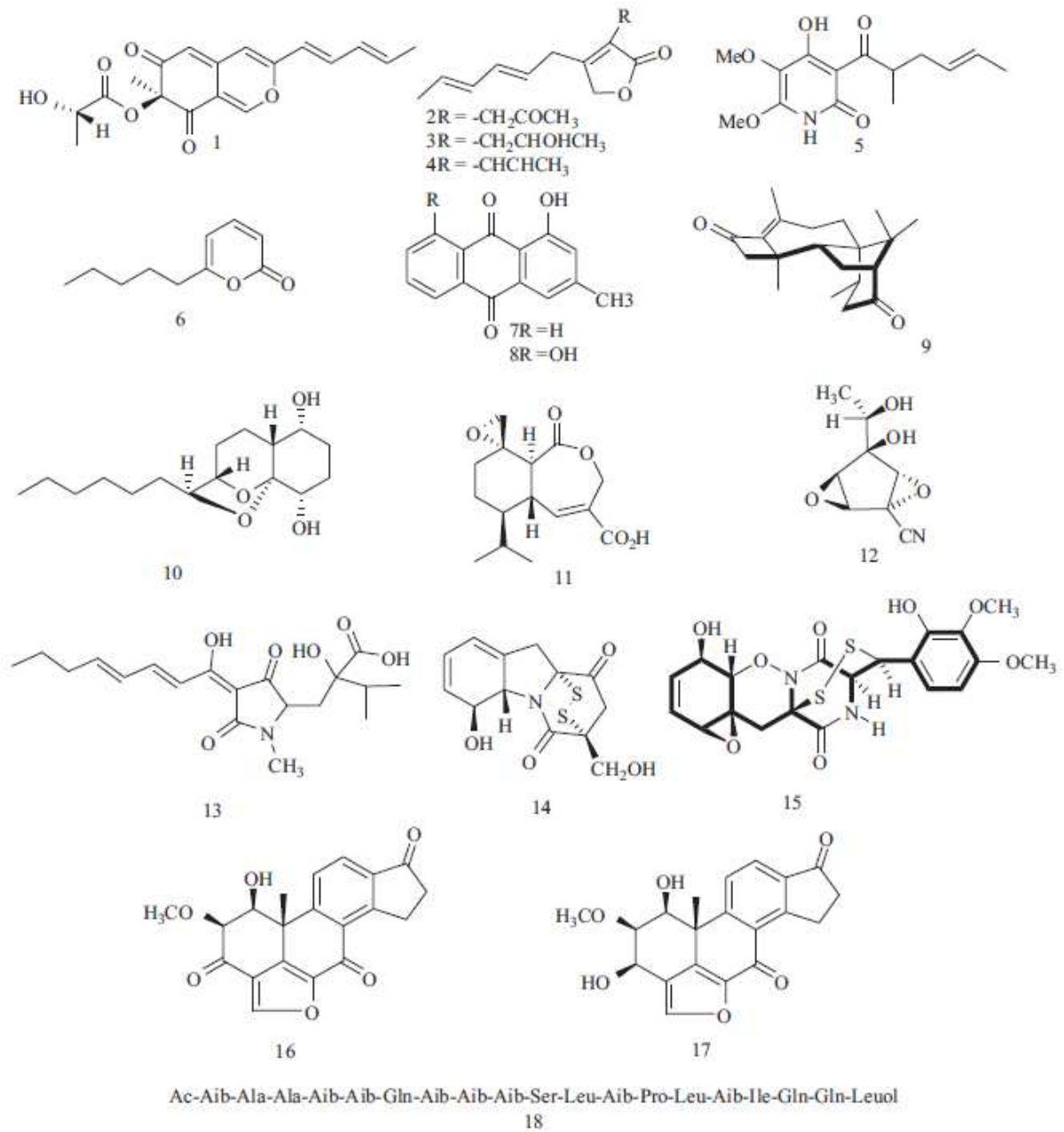


Figura 2.2. Estructuras químicas de metabolitos secundarios aislados de *Trichoderma* spp.
 1: T22azaphilone; 2: T39butenolide; 3: harzianolide; 4: dehydro harzianolide; 5: harzianopyridone; 6: 6-pentyl-a-pyrone; 7: 1-hydroxy-3-methyl-antraquinone; 8: 1,8-dihydroxy-3-methyl-antraquinone; 9: harziandione; 10: koniginin A; 11: heptelidic acid; 12: trichoviridin; 13: harzianic acid; 14: gliotoxin; 15: gliovirin; 16: viridin; 17: viridiol; 18: trichorzianines. Fuente: Vinale *et al.*, 2008.

2.2.3.- La competencia

La competencia comprende la fungistasis y la competencia propiamente dicha por espacio o nutrientes en detrimento de otros organismos (Benítez *et al.*, 2004). Esta última, aunque es muy difícil de probar, es considerada el mecanismo "clásico" de control de *Trichoderma* (Harman, 2000). La fungistasis se refiere a la capacidad del biocontrolador de sobrellevar el efecto fungistático del suelo, debido a la presencia de otros organismos y sobrevivir bajo condiciones de competencia extrema. *Trichoderma* es capaz de crecer rápidamente en el suelo, debido a que es resistente a varias sustancias tóxicas, incluyendo algunos plaguicidas. Al parecer la resistencia a estos compuestos está asociada a la presencia en *Trichoderma* de transportadores de membrana dependientes de ATP (ABC, *ATP-Binding Cassette*) (Benítez *et al.*, 2004). Los transportadores tipo ABC son bombas exportadoras y juegan un papel fundamental en la protección frente a compuestos tóxicos (Alvarez y Pulido, 2008).

Trichoderma posee una gran capacidad de movilizar y tomar nutrientes del suelo, en comparación con otros organismos. El uso eficiente de los nutrientes disponibles permite que *Trichoderma* obtenga fácilmente ATP a partir del metabolismo de diferentes azúcares, tales como aquellos derivados de polímeros (celulosa, glucano, quitina, etc) (Benítez *et al.*, 2004). La alta eficiencia de este sistema de metabolismo de glucosa es crucial en el proceso de competencia el cual depende de un transportador de glucosa de alta afinidad (Gtt1) en algunas cepas de *Trichoderma*, presentes en ambientes muy pobres en nutrientes, y que es expresado sólo en condiciones de muy baja concentración de glucosa (Delgado-Jarana *et al.*, 2003).

Sobre la base lo anteriormente expuesto, resulta de fundamental importancia realizar investigaciones que permitan sobrellevar los problemas asociados a la calidad de algunos productos biocontroladores comercializados en Venezuela que utilizan esporas de *Trichoderma spp.* como ingrediente activo y la generación de un protocolo integral que permita verificar la

capacidad biocontroladora de una cepa contra un determinado agente fitopatógeno.

3.- Objetivos

- Evaluar la capacidad biocontroladora de algunos aislados de *Trichoderma spp.* obtenidos en el presente estudio, a través de ensayos de laboratorio utilizando los parámetros competencia, antibiosis y parasitismo sobre *R. solani*.
- Desarrollar métodos alternativos a los ya existentes para la evaluación de la actividad antagónica de *Trichoderma spp.* sobre *R. solani*.

Materiales y Métodos.

La evaluación de la capacidad antagónica de los aislados obtenidos sobre *R. solani*, fue realizada a través de cultivos duales en sustratos sólidos y líquidos, con la respectiva medición de parámetros relacionados con la capacidad antagónica y sobre la base de ensayos de vivero. Se utilizaron 10 cepas escogidas a partir de las obtenidas y descritas en el Capítulo 1, representativas de las especies colectadas. Las cepas utilizadas fueron: TV21 (*T. harzianum*), TV30 (*T. asperellum*), TV35 (*T. erinaceum*), TV72 (*T. harzianum*), TV113 (*T. spirale*), TV118 (*T. virens*), TV147 (*T. harzianum*), TV165 (*T. koningiopsis*), TV190 (*T. asperellum*), TV219 (*T. reesei*). Algunas de estas especies han sido reportadas como biocontroladores de *R. solani* (ver Capítulo 1), mientras que otras no. Se decidió la inclusión ambos tipos para poder comparar mejor los parámetros evaluados.

2.3.1.- Crecimiento en sustrato sólido:

2.3.1.1.- Ensayos en placas con PDA. Diez aislados representativos de las especies de *Trichoderma* spp obtenidas en este trabajo fueron enfrentados a *R. solani* a través de cultivos duales. En placas con PDA por quintuplicado, se procedió a sembrar un esclerocio de *R. solani* en un extremo de la misma a 1 cm del borde y un disco de agar con micelio esporulado de *Trichoderma* spp en el lado opuesto. Se realizaron registros fotográficos de cada placa diariamente con una hoja de papel milimetrado como fondo para determinar las áreas de las colonias de cada hongo con el Programa *ImageTool for windows* v 3.0 (The University of Texas Health Science Center). Se tomaron muestras de micelio en la zona de confluencia de las colonias y en la periferia de las cepas cultivadas solas y se hicieron los respectivos montajes para su observación al microscopio óptico y así poder verificar enrollamientos característicos de procesos micoparasíticos y actividad quitinasa. Para esto último, la muestra fue resuspendida en 2 mL de bufer fosfato 50 mM pH 6,5, agitada en vortex por 1 minuto y esterilizada

en filtros de acetato de celulosa Millipore® de 0,45 µm. Las muestras fueron congeladas hasta su procesamiento.

2.3.1.2.- Ensayos en placas con suelo. Todas las muestras de suelo colectadas en el presente estudio fueron mezcladas. Alrededor de 25 g de cada una fueron colocadas en placas de vidrio, compactadas, esterilizadas en autoclave e hidratadas con 5 mL de agua destilada estéril. Se procedió a la colocación de un disco con micelio esporulado de *Trichoderma* spp desarrollados en medio PDA durante una semana. Se realizaron cinco repeticiones. Las placas fueron colocadas en bolsas de polietileno e incubadas a 25 °C y luz artificial continua durante 4 días. Finalmente se determinó el área de cada colonia tal como se describe en 2.3.1.1. La mezcla de material edáfico fue analizada por el Laboratorio de suelos de Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA-Yaracuy).

2.3.2.- Crecimiento en sustrato líquido. En fioles de 250 mL de capacidad se realizaron cultivos sumergidos inoculando esclerocios de *R. solani* en caldo papa dextrosa. Entre las 48 a 72 horas de crecimiento, se recolectó todo el micelio en forma de esferas contenido en cada fiola, el cual fue lavado en una solución de sales minerales estéril (Mg₂SO₄ (7H₂O) 0,2 g/L; K₂HPO₄ 0,6 g/L; KCl 0,15 g/L; NH₄NO₃ 1 g/L; FeSO₄ (7H₂O) 0,005 g/L; MnSO₄ (7H₂O) 0,005 g/L; ZnSO₄ (7H₂O) 0,005 g/L; CoCl₂, 0,002 g/L) durante una hora. El proceso de lavado fue repetido dos veces. Las esferas de micelio (aproximadamente 0,05 g de peso seco) fueron colocadas individualmente en frascos con 50 mL de sales minerales estéril, para finalmente inocular con esporas de *Trichoderma* spp (10⁶ esporas/mL). Se realizaron controles con *R. solani* y *Trichoderma* spp solos en sales minerales. Se tomaron muestras del sobrenadante del cultivo al inicio del proceso (Día 0) y cada 24 horas, durante cuatro días, esterilizándose en filtros de acetato de celulosa Millipore® con poros de 0,45 µm y congelados hasta su procesamiento. Finalmente, se determinó la cantidad de azúcares

reductores presente, N-acetil glucosamina y la actividad N-acetil glucosaminidasa (quitinasa).

2.3.3.- Determinación de los azúcares reductores. A 100 μL de cada una de las muestras de sobrenadante filtradas se le agregó 100 μL de reactivo Ácido Dinitro Salicílico (DNSA). Las preparaciones fueron calentadas en baño de agua hirviendo durante 5 minutos y dejadas enfriar. Se agregaron 300 μL de agua destilada y se determinó la DO a 540 nm. A cada tratamiento se le realizaron cinco repeticiones. Se realizó un curva patrón con glucosa (0,01-0,1 g/L).

2.3.4.- Determinación de N-acetil glucosamina. Se utilizó el método de Dryde y Drisdale (1972) modificado. A 100 μL de sobrenadante filtrado se le agregó 100 μL de NaNO_2 (5 %p/v) y 100 μL de KHSO_4 (5 %p/v) y se agitó durante 15 minutos. Se agregó 100 μL de sulfamidato de sodio (12,5 % p/v), se agitó durante 5 minutos y seguidamente se agregó 100 μL de *3-Methyl-2-benzothiazolinone hydrazone hydrochloride hydrate* (MBTH, SIGMA) (0,5 %p/v). Los tubos fueron calentados por 5 minutos en baño de agua hirviendo y luego se dejaron enfriar. Finalmente se agregó 100 μL de FeCl_3 (0,83 %p/v). Se dejó en reposo por 30 minutos y se determinó la DO a 650 nm. A cada tratamiento se le realizaron cinco repeticiones. Se realizó un curva patrón con glucosamina (1-30 mg/L).

2.3.5.- Determinación de la actividad N-acetil glucosaminidasa (quitinasa). Se determinó a través de la liberación de nitrofenol (NF) a partir del sustrato 4-nitrofenil N-acetil glucosaminide (NFNAG, SIGMA), el cual actúa como un sustrato dimérico cromogénico, con el grupo nitrofenol sirviendo como un monomero (Harman *et al.*, 1993). A 100 μL del sobrenadante filtrado se le agregó 50 μL de NFNAG 0,5 mM y 50 μL de bufer fosfato de sodio 50 mM pH 6,5. La mezcla se dejó incubar por 24 horas a temperatura ambiente y luego se midió la DO a 410 nm. Se realizó una

curva patrón de NF (0,01-0,1 mg/mL) y un blanco con todos los componentes de la fórmula excepto el NFNAG. A cada tratamiento se le realizaron cinco repeticiones. La actividad enzimática fue expresada como μg de NF liberado/mL.h.

2.3.6.- Evaluación de la actividad antagónica de *Trichoderma* spp frente a *R. solani* en plantas de maíz en condiciones de vivero. Se sembraron semillas de maíz blanco SEHIVECA H2020 sin tratamiento químico, suministrada por Semillas Híbridas de Venezuela C.A. (SEHIVECA), en bolsas de uso en vivero con suelo abonado adquirido en el mercado local. A los 8 días de crecimiento se le colocó un esclerocio de *R. solani* en el cogollo de la planta tan profundo como fuera posible. Posteriormente se agregó 200 μL de una suspensión de esporas en tween 80 al 0,1 % (10^6 esporas /mL) de cada una de las cepas de *Trichoderma* spp a ser evaluadas por separado. Se realizaron dos repeticiones de cada tratamiento con 10 plantas cada una y tres controles negativos: plantas sin esclerocios y plantas con esclerocios agregando una solución de tween 80 (0,1%) o agua destilada sin esporas. A las 96 horas de proceso se evaluó el efecto controlador tomando en cuenta la severidad de la enfermedad en cada tratamiento. Para ello se determinó el número de plantas enfermas y el tamaño de las manchas producidas por el patógeno.

2.3.7.- Análisis estadísticos. Se realizó una estadística descriptiva a cada uno de los resultados, reportando el promedio y el error estándar. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y de comparación de medias (Prueba de Tukey) para verificar diferencias significativas entre tratamientos. En los casos donde los datos no cumplieron con los supuestos del análisis de varianza, se aplicó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Para ello se utilizó el programa Statistix v 7.0.

2.4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.4.1.- Cultivos duales en sustratos sólidos.

Una vez obtenidas e identificadas las cepas de *Trichoderma* spp en plantaciones de maíz en Venezuela, se procedió evaluar su potencial biocontrolador sobre *R. solani*. Esta determinación se fundamentó en la evaluación de parámetros que podrían estar relacionados con la capacidad biocontroladora de *Trichoderma* spp sobre hongos fitopatógenos tales como cultivos duales en medio sólido y líquido, liberación de azúcares reductores, N-acetil glucosamina y enzimas quitinasa al medio, crecimiento en suelo, y ensayos de vivero.

Las condiciones y experimentos de laboratorio utilizados para la evaluación de *Trichoderma* como agente biocontrolador no se asemejan a las condiciones de campo, es por esta razón que cepas que en el laboratorio controlan muy bien al fitopatógeno, comúnmente fracasan en cultivos abiertos (Hoyos-Carvajal *et al.*, 2008; Anees *et al.*, 2010). De hecho, no existe una única prueba de laboratorio que pueda predecir con exactitud la capacidad biocontroladora de una cepa. El entendimiento de cómo los biocontroladores ejercen su efecto protector, es un prerequisite para su aplicación práctica efectiva. Este conocimiento permite una selección adecuada, producción, formulación y uso, así como su registro. La acción de estos mecanismos que resultan en un efecto protector es muy compleja, ya que existen muchas interacciones entre plantas, microorganismos, patógeno y el agente de biocontrol, todo esto bajo la influencia de las cambiantes condiciones ambientales (Massart y Jijakli, 2007). Por lo tanto, develar los mecanismos antagónicos que conllevan a un control efectivo en campo es sumamente difícil. Es por esto que este tipo de análisis debe ser un estudio multivariado, donde varias características del biocontrolador sean estudiadas, y finalmente comprobar su eficacia en ensayos de vivero y campo. Estos últimos ensayos son los que en definitiva lograrán identificar cual es la mejor cepa biocontroladora.

El hongo *Trichoderma* spp es un organismo abundante en la naturaleza (Druzhinina *et al.*, 2006), por lo cual, al hacer estudios de diversidad del mismo, es común obtener una gran cantidad de aislados. El estudio en campo de todas estas cepas para determinar su capacidad biocontroladora resultaría muy laborioso y engorroso, es por ello que se acude a la realización de ensayos *in vitro*, con el propósito de hacer una selección previa de las más efectivas y de esa manera reducir el número de cepas a ser llevadas a evaluaciones de campo.

Existen muchos trabajos en la literatura que describen la efectividad de cepas de *Trichoderma* contra *R. solani in vitro* existiendo una gran cantidad de metodologías propuestas (Elad *et al.*, 1983; Ruppel *et al.*, 1983; Magan y Lacey, 1984; Benhamou y Chet, 1993; Soares y Faull, 2000; Ulacio *et al.*, 2002; Szekeres *et al.*, 2006; Guedez *et al.*, 2009), siendo el cultivo dual una de las más utilizadas a escala mundial, donde en placas con medios agarizados, se enfrentan el biocontrolador y el fitopatógeno, de tal manera de observar el desarrollo de ambos hongos en el mismo nicho, pudiera dar evidencia de su interacción y posible biocontrol. En este trabajo, se utilizaron dos versiones del cultivo dual: en medios sólidos y en medios líquidos.

En el caso de los cultivos duales en medios sólidos, los patrones de crecimiento de cada hongo se observan en la Tabla 2.2 y en las Figuras 2.3 y 2.4. Una de las primeras observaciones realizadas fue la determinación del área de la colonia de *R. solani* a las 24 h de crecimiento, cuando los hongos aún no han entrado en contacto directo. Esta medición es importante debido a que puede dar indicios de inhibición del fitopatógeno por sustancias liberadas por *Trichoderma*, permeables en el agar y/o volátiles. A las 48 horas de crecimiento las colonias ya están en contacto directo (Figura 2.4) y no se podrían explicar las posibles reducciones en el crecimiento de *R. solani* sólo por producción de sustancias. Una ampliación de esta aproximación sería una medida del área de *R. solani* justo antes de entrar en contacto (entre las 24 y 48 h), determinación que no fue realizada en este experimento. Cabe destacar que mientras más separados sean colocados

ambos hongos en la placa, mayor será el tiempo que tardarán en encontrarse y de producir sustancias antagónicas y por lo tanto mayor la probabilidad de encontrar inhibición a través de este mecanismo.

Los resultados de la determinación del área de las colonias de *R. solani* a las 24 h (Tabla 2.2), demuestran que en comparación con el control (placa con *R. solani* solo), todas las cepas de *Trichoderma* ensayadas mostraron algún grado de inhibición, aunque ésta fue más marcada cuando *R. solani* fue enfrentado con las cepas TV21, TV35 y TV118. Este menor crecimiento de *R. solani*, podrían marcar una diferencia en los eventos de colonización de la placa que sucederán en los siguientes días. La cinética de crecimiento de *R. solani* enfrentado o no con *Trichoderma* spp (Figura 2.3), muestra que las cepas TV21 y TV118 alcanzaron a colonizar la totalidad de la placa desplazando a *R. solani* en el menor tiempo (cinco días). Sin embargo, la cepa TV35 no pudo desplazar a *R. solani* más allá del punto de encuentro entre ambos hongos.

Estos resultados sugieren que si bien los compuestos volátiles o permeables producidos al inicio del proceso son importantes para la colonización de la placa, no es garantía de que este evento ocurrirá; más aun, los procesos de interacción entre ambos hongos una vez ocurrido el encuentro, marcarán definitivamente el destino de la lucha entre ambos organismos por el espacio. El papel crucial de los antibióticos en el control de *R. solani* ya ha sido reportado en la literatura (Worasatit *et al.*, 1994; Cúndom *et al.*, 2003; Howell, 2003). Las otras cepas que lograron colonizar toda la placa desplazando a *R. solani* al sexto día fueron TV30, TV72, TV113, TV118, TV147 y TV190. En el caso de TV35, TV165 y TV219, éstas nunca lograron colonizar toda la placa al menos hasta el día 6, cuando culminó el ensayo. De todas las cepas, sólo TV219, permitió la formación de esclerorios en la colonia de *R. solani* entre los días 5 y 6 (Figura 2.4).

Tabla 2.2. Crecimiento de *R. solani* (Rs) y *Trichoderma* spp, (TV) en cultivos duales en medios sólidos (PDA). En cada caso se presenta el promedio de cinco repeticiones y el error estándar. En la columna Rs-24h (colonias sin contacto), se presenta la comparación de medias para las áreas de colonia de *R. solani*. Las áreas con la misma letra no presentan diferencias significativas entre si.

		Área colonia (cm ²)											
		24 h		48 h		72 h		96 h		120 h		144 h	
Cepa		TV	Rs	TV	Rs	TV	Rs	TV	Rs	TV	Rs	TV	Rs
Rs		-	6,01±	-	30,07±	-	56,69±	-	58,9±	-	60,41±	-	61,78±
			1,14 ^a		3,03		3,38		1,21		1,3		1,54
TV21		6,32±	2,53±	25,03±	19,66±	38,16±	24,59±	46,82±	12,3±	60,69±	2,6±	60,25±	0
		0,31	0,29b	0,24	1,49	1,49	2,58	1,37	1,4	1,41	0,40	1,33	
TV30		3,75±	4,53±	20,58±	24,28±	28,51±	29,51±	40,7±	17,3±	50,24±	9,98±	62,03±	0
		0,3	0,6ab	0,53	1,4	1,43	1,36	1,58	1,15	1,54	0,75	0,72	
TV35		5,08±	2,72±	20,23±	21,13±	33,93±	28,74±	32,69±	28,3±	33,74±	27,51±	31,46±	26,71±
		0,3	0,63ab	1,2	1,32	1,54	1,34	0,7	1,22	1,59	0,82	0,95	1,48
TV72		5,4±	6,24±	24,69±	22,8±	37,81±	23,27±	38,67±	19,7±	46,88±	13,61±	61,62±	0
		0,19	1,54ab	0,98	1,97	1,2	1,62	2,35	1,39	1,3	1,21	0,81	
TV113		5,02±	5,37±	19,62±	25,22±	30,13±	28,73±	43,47±	15,1±	50,59±	10,75±	62,53±	0
		0,14	0,56ab	0,45	1,39	1,43	1,03	1,2	0,39	2,68	1,46	0,77	
TV118		4,73±	3,78±	19,42±	22,83±	35,57±	25,32±	47,37±	11,7±	62,4±	0	62,28±	0
		0,19	0,52ab	0,62	1,62	1,01	0,75	1,8	0,6	1,5		0,66	
TV147		5,4±	5,92±	22,59±	21,95±	34,88±	25,06±	43,21±	20±	55,31±	9,5±	62,49±	0
		0,34	1,43ab	0,86	1,69	1	0,73	1,71	1,04	1,23	0,82	0,25	
TV165		6,05±	4,29±	25,43±	19,84±	38,36±	21,28±	36,56±	25±	37,29±	23,46±	37,59±	25,9±
		0,26	1,1ab	0,89	1,58	1,28	1,51	1,54	1,11	2,11	0,64	2,04	0,65
TV190		3,68±	4,8±	20,32±	19,62±	31,44±	25,22±	38,67±	20,9±	52,62±	9,41±	61,38±	0
		0,18	0,58ab	0,43	3,01	2,3	1,8	1,25	1,96	2,86	1,31	0,79	
TV219		13,24±	6,27±	40,05±	17,14±	44,63±	18,44±	43,97±	17,2±	44,02±	18,39±	45,24±	18,07±
		0,52	1,47ab	2,27	1,98	1,32	2,3	1,6	1,69	1,89	1,68	2,16	1,47

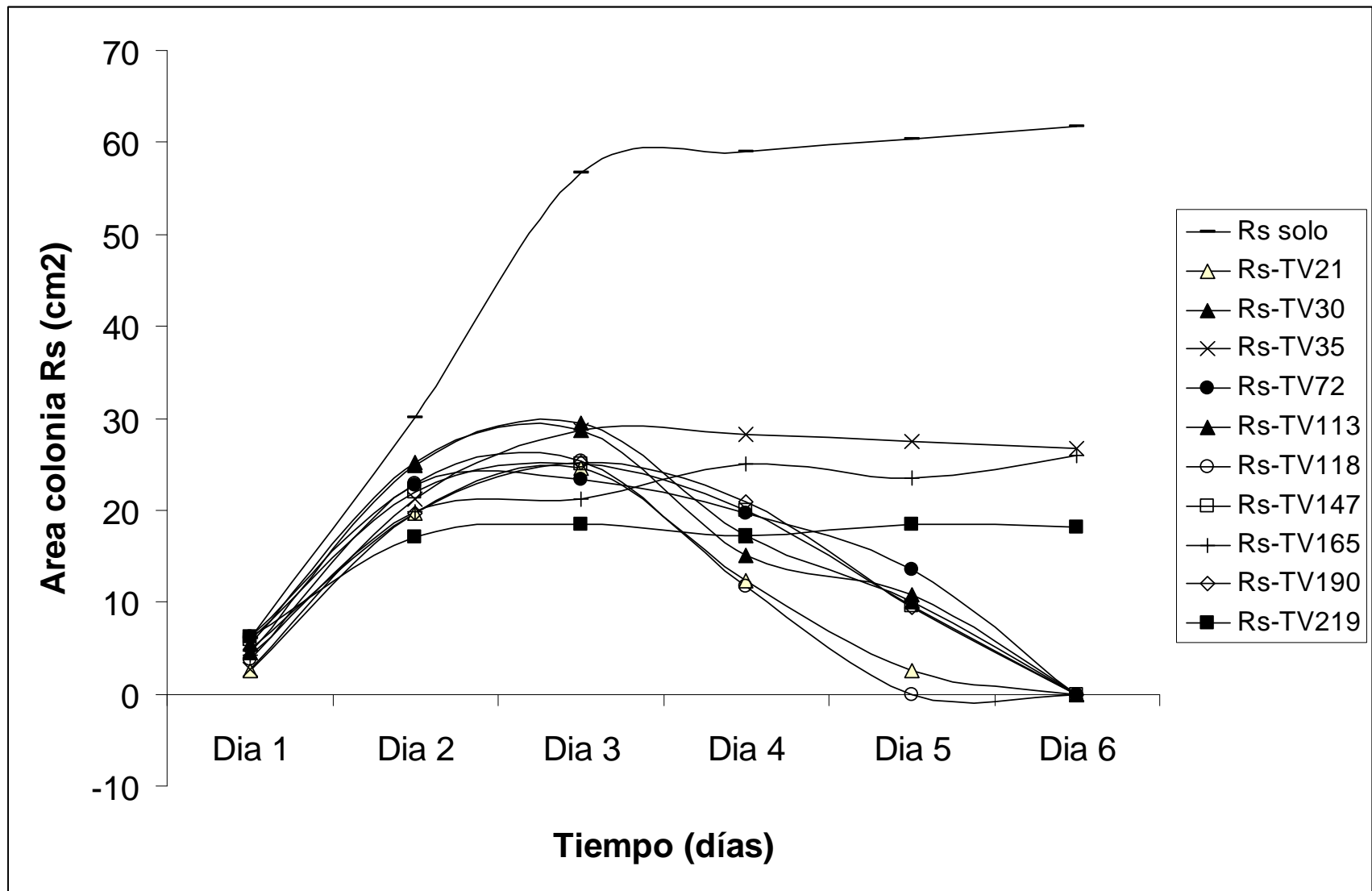






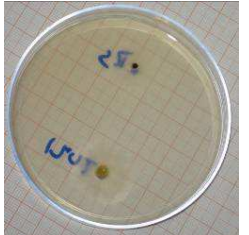
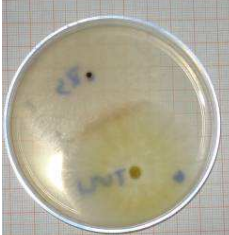



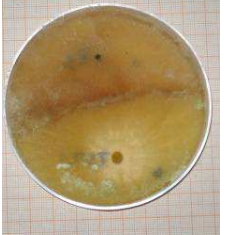

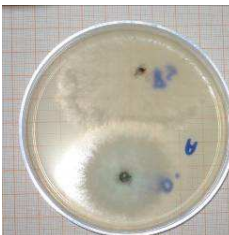
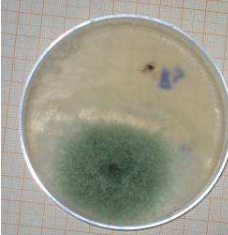

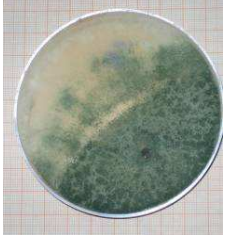



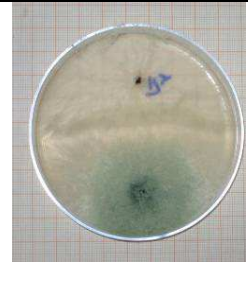



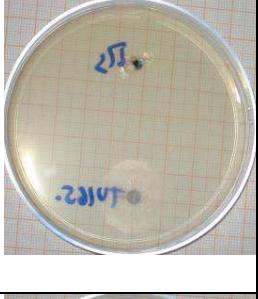





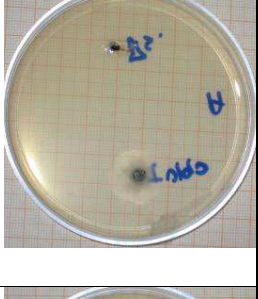
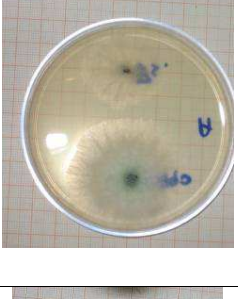
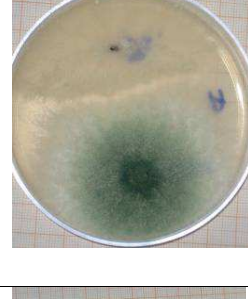



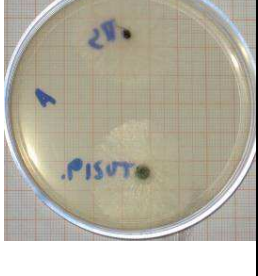


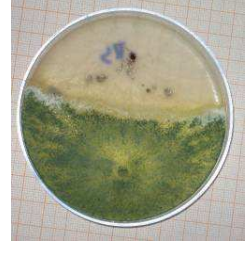




Figura 2.3. Cinética de crecimiento de *R. solani* (Rs) en cultivos duales sólidos con *Trichoderma* spp. La Figura fue realizada con base en los datos promedio presentados en la Tabla 2.2.

Figura 2.4. Crecimiento secuencial de los cultivos duales en medio PDA entre *Trichoderma* spp y *R. solani*. En la Figura se presenta la fotografía de una de las cinco repeticiones realizadas en el experimento.

Cepa	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
<i>R. solani</i>						
TV21						
TV30						

TV35						
TV72						
TV113						
TV118						

TV147						
TV165						
TV190						
TV219						

Para el estudio de los cultivos duales se suele emplear el análisis del índice de dominancia (ID), propuesto por Magan y Lacey (1984). En este tipo de estudios se utiliza la siguiente asignación de valores: intermezclado mutuo (1), antagonismo mutuo en el contacto (2), antagonismo mutuo con distancia (3), dominancia de especies al contacto (para la especie dominante (4), para la inhibida (0)), dominancia de una especie con distancia (para la dominante (5), para la inhibida (0)). También se ha propuesto un método para la evaluación de la capacidad antagónica de cepas de *Trichoderma*, basado en la medición de áreas de colonias fúngicas con un software, la cual es característica de cada cepa antagónica (Szekeres *et al.*, 2006). Este Índice provee una herramienta útil para describir las habilidades de biocontrol del hongo. El Índice de Biocontrol (IBC), se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación: $IBC = \text{Área de la colonia de } Trichoderma / \text{Total del área ocupada por las dos colonias} \times 100$.

Estas metodologías poseen visiones distintas de cómo deben analizarse los resultados de un cultivo dual. La primera, se basa en realizar un análisis cualitativo y asigna valores con base en una escala predeterminada, mientras que la segunda hace determinaciones cuantitativas de las áreas de la colonia. Obviamente que la segunda metodología presenta una gran ventaja, que es la posibilidad de analizar estadísticamente los datos del ensayo, gracias a la obtención de una variable discreta; esta fue la aproximación realizada en el presente trabajo. Sin embargo, a pesar de que se hicieron las determinaciones del área de la colonia de ambos organismos, toda la discusión se basó en las colonias de *R. solani*, a diferencia de lo propuesto por Szekeres *et al.*, 2006, que se basa en las colonias de *Trichoderma*, ya que la conclusión sería la misma, independientemente del organismo seleccionado para hacer el análisis. Se escogió a *R. solani*, ya que nuestro estudio del cultivo dual comenzó con la determinación de este organismo a las 24 h, para observar su posible inhibición. Los subsiguientes análisis continuaron con este organismo para llevar un hilo coherente en la discusión.

Otras variantes del cultivo dual se han propuesto a través del método de placa precolonizada (Krauss *et al.*, 1998; citado en Tondje *et al.*, 2007), para determinar micoparasitismo de cepas de *T. asperellum* sobre *Phytophthora megakarya*, haciendo crecer al patógeno por varios días y posteriormente inocular al biocontrolador en el centro de la colonia. De esta forma se determina el grado de crecimiento en el tiempo, asignándole los siguientes valores: 3+, todo el cultivo de *P. megakarya* fue colonizado en menos de 14 días; colonización total entre 14 y 21 días; 1+, colonización total después de 21 días; - sin colonización. Este tipo de análisis desde nuestro punto de vista posee un inconveniente, ya que no hay garantía de que los nutrientes (Ej. fuente de carbono) han sido agotados en el medio agarizado. De tal manera que una colonización completa pudiera deberse a un crecimiento a expensas del medio de cultivo y no del fitopatógeno, lo cual sería un indicio de que este último no inhibe el crecimiento del biocontrolador, pero no demuestra por si solo que exista micoparasitismo. Estos ensayos deben acompañarse de otras evidencias que lo demuestren. Este mismo análisis puede ser utilizado en los cultivos duales de este trabajo. El hecho de que *Trichoderma* spp. haya colonizado toda la placa, no es un indicio de micoparasitismo. De esta forma, los resultados basados en cultivos duales en medios agarizados, son importantes para observar interacciones, pero deben manejarse con precaución y no hacer conclusiones solo con base en estos experimentos.

En todas estas interacciones, la fungistasis es un proceso importante, que consiste en la inhibición del crecimiento fúngico por parte de otros organismos. Se han planteado dos posibles mecanismos para explicar la fungistasis, la limitación por carbono y la producción de compuestos antifúngicos (De Boer *et al.*, 2003). En el caso de las mediciones de la colonia de *R. solani* a las 24 h realizadas en esta investigación, no parece probable un agotamiento de la fuente de carbono, debido a la distancia entre ambos organismos y a que el proceso apenas llevaba 24 h. Además, posterior a este tiempo, los hongos continuaron su crecimiento. De esta

forma, el evento más probable que pudiera explicar la inhibición observada, es la producción de sustancias antifúngicas. Algunos estudios sugieren que en condiciones de campo, la composición de la comunidad microbiana es fundamental para el desarrollo de la fungistasis (De Boer *et al.*, 2003). Así, la sola demostración de que hay producción de sustancias inhibitoras en cultivos duales *in vitro* no es evidencia de que el biocontrolador se base en esta característica para ejercer su efecto de control en condiciones de campo. Como ya se mencionó, la interacción con otros organismos presentes resulta fundamental y es la que finalmente determinará en gran medida el grado de control. Es por esta razón que se ha sugerido la inclusión del efecto del ambiente sobre la actuación de *Trichoderma* como criterio para la selección de cepas utilizadas en biocontrol (Avila *et al.*, 2006).

En cultivos duales similares a los realizados en este trabajo (Asram-Amal *et al.*, 2005), pero haciendo las determinaciones sólo en el día 4, impidieron observar posibles inhibiciones antes del contacto entre ambas cepas. Si en nuestro trabajo se hubieran hecho conclusiones con base sólo en el día 4, no se hubiera podido conocer cuales cepas de *Trichoderma* colonizan la placa completa más rápido (observación al día 5) y cuales colonizan por completo al patógeno en el día 6. Por otro lado, los cálculos en el trabajo de Asram-Amal *et al.*, (2005) se realizaron con base en el radio de las colonias y no en el área real de la misma, lo cual puede conllevar a errores en la medición, ya que es probable que las colonias de hongo no crezcan como una circunferencia perfecta. La forma más exacta de medir estos parámetros es a través de la determinación del área real de la colonia. La información aportada por la cinética de colonización (Figura 2.3) resultó de gran importancia para obtener conclusiones con respecto a la capacidad biocontroladora de *Trichoderma* spp. Por esta razón, es importante realizar este tipo de análisis tomando en cuenta la cinética completa de colonización, más que un dato puntual del ensayo, para poder así obtener la mayor cantidad de información del mismo.

En otros trabajos con cultivos duales entre *Trichoderma* spp y *R. solani* (Grosch *et al.*, 2006), se permitió el crecimiento de ambos hongos hasta el día 7 y el ensayo fue evaluado observando al microscopio las zonas de inhibición y sobreposición. Las cepas donde no se observara un efecto visible sobre el micelio de *R. solani*, eran descartadas para subsiguientes análisis. Otra evidencia interesante de la actividad biocontroladora de *Trichoderma* spp en el trabajo de Grosch *et al.*, (2006), fue el estudio de la viabilidad de esclerocios de *R. solani* expuestos a esporas del biocontrolador. También se ha propuesto el estudio del crecimiento de micelio de fitopatógenos y la germinación de esporas en presencia de sobrenadantes de cultivos de *Trichoderma* spp (Imtiaj y Lee, 2008). Este tipo de ensayos a pesar de no haber sido realizado en el presente trabajo, pudiera ser muy informativo, debido al papel crucial de estas estructuras (esclerocios) en la ecología y sobrevivencia de *R. solani* en campo. Próximos estudios en nuestro Laboratorio ahondarán en este tema.

Para conocer más de cerca los eventos que ocurren en el cultivo dual en medios agarizados, se realizó una determinación de actividades enzimáticas tipo quitinasa en la zona de interacción entre ambas colonias comparándolas con las provenientes de *R. solani* o *Trichoderma* spp creciendo solas, para obtener evidencias que permitieran sugerir alguna actividad micoparasítica. Estudios basados en la manipulación de la actividad de enzimas relacionadas con el micoparasitismo en mutantes sobreproductores, mutantes no productores y en plantas transgénicas que expresan la enzima, han demostrado su papel fundamental en el micoparasitismo, siendo las quitinasas las que han recibido la mayor atención (Whipps, 2001).

Los resultados de estas determinaciones se muestran en la Tabla 2.3. Los valores presentados permiten comparar la actividad quitinasa presente en colonias en crecimiento de *Trichoderma* spp, *R. solani* y la intersección entre ambas. Las cepas al estar en desarrollo poseen una actividad basal de quitinasa, que les permite desmontar la pared celular y continuar con su

crecimiento (Adams, 2004). De esta forma, este tipo de comparación permite determinar si el encuentro entre ambos hongos dispara la producción de estas enzimas que pudieran ser usadas en actividades micoparasíticas. La menor actividad encontrada fue en *R. solani* con apenas 1,12 µg de NF/L.h. Al comparar la actividad de cada cepa de *Trichoderma* spp sola con respecto a ésta enfrentada con *R. solani* en su intersección, solo se encontraron diferencias significativas en la cepa TV190 ($p=0,02$), siendo en *Trichoderma* (TV190) de solo 2,14 µg de NF/L.h y en la intersección con *R. solani* de 3,71 µg de NF/L.h.

Tabla 2.3. Actividad quitinasa a partir de suspensiones de micelio de las zonas de confluencia entre las colonias de *R. solani* y *Trichoderma* spp en cultivos duales en medios agarizados. Los valores presentados son el promedio de cinco repeticiones y el error estándar. La comparación estadística se realizó sólo entre una cepa de *Trichoderma* creciendo sola en una placa y la interacción entre ésta con *R. solani* en otra. Los valores con la misma letra no poseen diferencias significativas entre si.

Cepa	Actividad quitinasa (µg de NF/L.h)		Valor de <i>p</i> (ANOVA)
	Solo TV	Con <i>R. solani</i>	
<i>R. solani</i> solo	-	1,12±0,14	-
TV21	2,53±0,047a	2,6±0,5a	0,91
TV30	2,53±0,28b	1,9±0,063b	0,07
TV35	2,13±0,035c	2,25±0,017c	0,08
TV72	1,7±0,21d	1,75±0,19d	0,65
TV113	2,16±0,17e	3,11±0,012e	0,25
TV118	2,05±0,024f	1,59±0,072f	0,09
TV147	2,26±0,19g	2,55±0,39g	0,49
TV165	2,52±0,054h	2,02±0,17h	0,06
TV190	2,14±0,23i	3,71±0,089j	0,02
TV219	2,72±1,2k	2,16±0,071k	0,66

Si bien se observó una actividad quitinasa acrecentada en la intersección en la cepa TV190, ésta no fue muy efectiva en la inhibición de *R. solani* a las 24 h (Tabla 2.2), lo cual es un indicio de la poca o ninguna producción de sustancias inhibitoras contra el fitopatógeno. Sin embargo, esta cepa fue capaz de colonizar la placa completa en seis días. El hallazgo de una actividad quitinasa acrecentada en la zona de intersección entre ambas colonias, sugiere una posible relación micoparasítica presente entre estos dos hongos. Las dos cepas que colonizaron más rápidamente la placa de agar (TV21 y TV118), no presentaron diferencias significativas en la actividad quitinasa cuando fueron crecidas con *R. solani* o solas. De esta forma, los datos sugieren que la colonización total de la placa por parte de *Trichoderma* spp, incluso en la zona donde está presente *R. solani*, no necesariamente es indicativo de una relación parasítica entre ambas cepas, requiriéndose la determinación de otros parámetros (Ej. actividad quitinasa) que permitan asegurarlo.


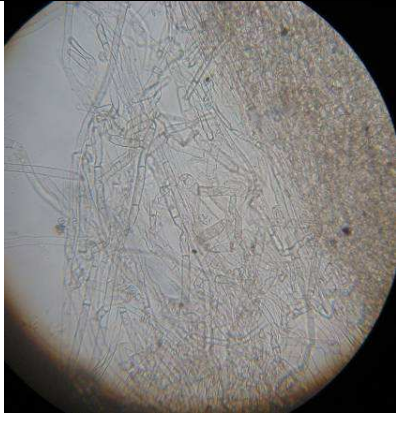

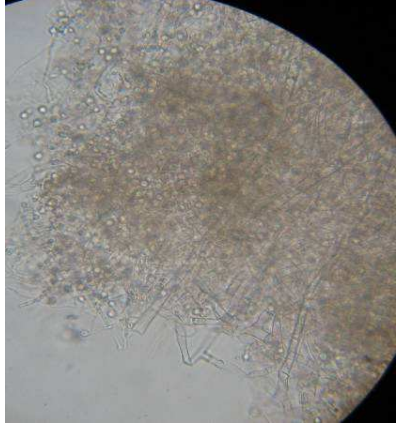
Existen muchos trabajos en la literatura en los que utilizan cultivos duales para predecir la capacidad biocontroladora de *Trichoderma* spp, siendo los resultados en general, muy variables en cuanto a las especies capaces de controlar a un fitopatógeno en particular. Esto muy probablemente se deba a la gran diversidad genética y metabólica presente en *Trichoderma*, especialmente en especies como *T. harzianum* o *T. asperellum* (Hoyos-Carvajal *et al.*, 2008).






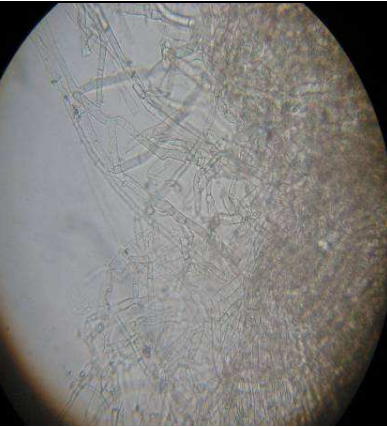
2.4.2.- Cultivos duales en medio líquido.


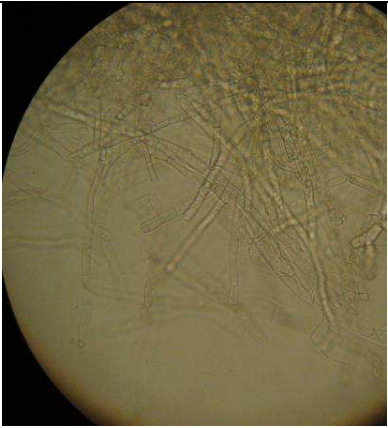

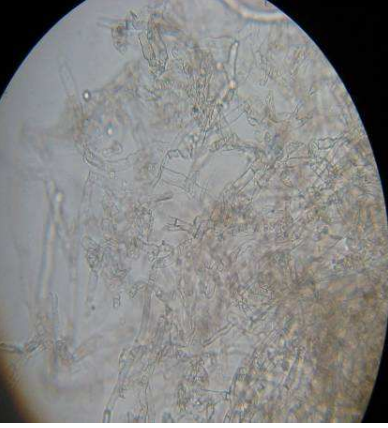


Otra metodología propuesta para determinar la interacción entre *Trichoderma* spp y *R. solani*, fue su enfrentamiento en cultivos sumergidos. La intención de este experimento era la de comparar algunos parámetros como actividad quitinasa y productos de enzimas líticas en general, que pudieran evidenciar alguna relación micoparasítica entre ambos hongos. La presencia de *Trichoderma* spp en medios con sales minerales y micelio vivo de *R. solani* como única fuente de carbono, podría disparar señales que

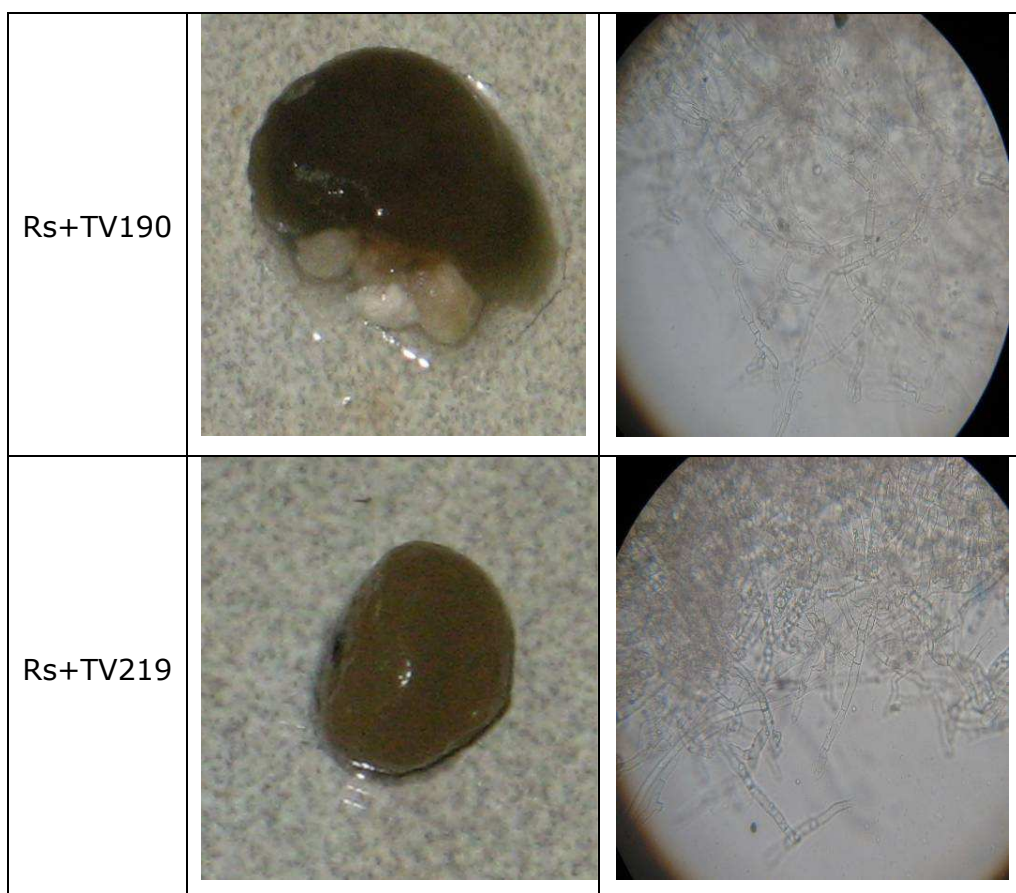
inicien una respuesta parasítica. En este caso se determinó la cantidad de azúcares reductores totales y N-acetilglucosamina (provenientes de reacciones enzimáticas como quitinasas, glucanasas, etc) y la actividad quitinasa propiamente dicha. Si hubiere alguna actividad degradadora aumentada de este tipo, en comparación con el cultivo de *R. solani* o *Trichoderma* spp solos, se pudieran liberar estas sustancias al medio de cultivo. Esto podría sugerir una actividad parasítica. El aspecto del micelio de *R. solani* cultivado en estos medios durante siete días con o sin *Trichoderma* spp, se muestra en la Figura 2.5.

Figura 2.5. Aspecto del micelio de *R. solani* enfrentado o no con *Trichoderma* spp en cultivos duales sumergidos.

Cepa	Esfera de micelio de <i>R. solani</i>	Vista microscópica (400X) de muestra de esfera de micelio de <i>R. solani</i>.
<i>R. solani</i> solo		
Rs+TV21		

Rs+TV30		
Rs+TV35		
Rs+TV72		

Rs+TV113		
Rs+TV118		
Rs+TV165		



Las esferas de micelio de *R. solani* cambiaron de aspecto, dependiendo de la cepa de *Trichoderma* spp con la cual fue enfrenatada. Nótese que las cepas TV21, TV30, TV118 y TV190, fueron las que provocaron mayor cambio en la coloracion de la esfera, en comparación con el micelio de *R. solani* crecido sin *Trichoderma* spp. Sólo la cepa TV113, permitió la formación de un esclerocio sobre la esfera de micelio de *R. solani*. No se detectó evidencia de micoparasitismo en las observaciones al microscopio.

A pesar de esta diferencia en el aspecto de las esferas de micelio que en principio indicarían alguna actividad antagónica, no fue posible detectar azúcares reductores, N-acetilglucosamina o actividad quitinasa en el sobrenadante de los cultivos duales sumergidos, en ninguna de las repeticiones realizadas (datos no mostrados). Incluso en el día 0, no pudo detectarse azúcares reductores, lo cual es indicativo que la única fuente de carbono era el micelio de *R. solani* y no glucosa remanente del cultivo, lo

cual descarta la inhibición de la actividad quitinasa por la presencia de glucosa. Obviamente que con los resultados obtenidos no es posible asegurar que haya actividad parasítica. Estos resultados no concuerdan con los reportados en la literatura, ya que se han detectado actividades N-acetilglucosaminidasa y laminarasa inducidas por micelio inactivo de *Lentinula edodes* en cultivos líquidos y en el agar de cultivos duales sólidos (Hatvani *et al.*, 2002) y presencia de N-acetil glucosamina en sobrenadantes de cultivos de *Trichoderma* sp y paredes celulares esterilizadas en autoclave de *Fusarium oxysporum* (Chérif y Benhamou, 1990).

Las condiciones del ensayo permiten que tanto *Trichoderma* como *R. solani* (al estar ambos vivos), consuman las unidades de glucosa o glucosamina liberadas. En todo caso, si la velocidad de disolución de estos monómeros desde el micelio de *R. solani* por la acción de las enzimas extracelulares de *Trichoderma* es menor que la velocidad de consumo, no podrían detectarse en el medio de incubación. Si ocurre lo contrario, entonces los monómeros se acumularán y podrán ser determinados, siempre y cuando se encuentren en niveles detectables por el método utilizado.

Es posible mejorar el diseño de este experimento, aumentando la cantidad de micelio de *R. solani* agregada al medio, ya que de existir alguna actividad parasítica, ésta se verá acrecentada al haber mayor cantidad de micelio siendo parasitado, lo cual pudiera aumentar la cantidad de azúcares reductores o N-acetil glucosamina en el medio a niveles detectables. Adicionalmente, se pudiera determinar la actividad quitinasa en un extracto del micelio de *R. solani* (fracción intracelular y paredes celulares), ya que estas enzimas pudieran estar asociadas muy cerca del micelio del fitopatógeno y en muy pocas cantidades en el sobrenadante. Estas modificaciones al ensayo son objeto de estudio en nuestro Laboratorio para verificar la posibilidad de utilizar este tipo de análisis en la predicción de la actividad biocontroladora de *Trichoderma* spp sobre *R. solani*.

La mayoría de los estudios realizados en este sentido, utilizan paredes celulares aisladas del fitopatógeno en medios líquidos con sales minerales

(Bruce *et al.*, 1995; Tondje *et al.*, 2007). Las mayores actividades enzimáticas son reportadas cuando *Trichoderma* spp es crecido en bajas concentraciones de nutrientes y agregando paredes celulares de patógenos. Se ha propuesto que la regulación de la degradación de la pared celular, ya sea para el crecimiento o para el micoparasitismo, no es debido a una especiación de quitinasas individuales, sino que está regulada por la accesibilidad al sustrato debido a la protección de la pared celular en hifas sanas en contraposición a su desprotección durante un ataque micoparasítico, envejecimiento de la hifa o la autólisis (Gruber y Seidl-Seiboth, 2012). Al utilizar en este trabajo hifas vivas y sanas, pudiera haber ocurrido algún evento de protección por parte de *R. solani* que impidió o retrasó el inicio de eventos parasíticos por parte de *Trichoderma* spp. La forma y estructura del micelio vivo de *R. solani* utilizados en este trabajo, son motivo de observaciones para identificar posibles impedimentos espaciales para que *Trichoderma* spp ejerza su acción parasítica. La estandarización de esta técnica utilizando micelio vivo del fitopatógeno en lugar de micelio seco o paredes celulares aisladas para predecir actividades de biocontrol por parte de *Trichoderma* spp., podría ofrecer una visión más real de la interacción entre estos hongos y predecir con mayor exactitud su actuación en campo.

2.4.3.- Crecimiento de *Trichoderma* spp en suelo.

Otro parámetro evaluado para determinar la capacidad biocontroladora de *Trichoderma* fue su crecimiento en suelo. Esta información podría resultar útil, ya que predeciría la capacidad de cada cepa de utilizar los nutrientes presentes en el suelo y de colonizar el ambiente edáfico, lo cual es fundamental para la competencia de estos agentes de biocontrol. Obviamente que esta aproximación posee una limitante y es que evalúa la capacidad de crecer de *Trichoderma* en suelo, sin la presencia de otros organismos. Por otro lado, en nuestro ensayo *Trichoderma* creció en la superficie de un suelo compactado y no en los intersticios de un suelo poroso,

donde limitaciones en la transferencia de calor metabólico y gases (O_2 y CO_2 , principalmente) o limitaciones al crecimiento debido a una baja disponibilidad de espacios intersticiales, pueden estar operando. Sin embargo, este tipo de ensayos podría ser de gran importancia, cuando *Trichoderma* spp debe ejercer su función biocontroladora o permanecer como reservorio en el suelo. De esta forma, la cantidad de nutrientes, granulometría, pH, entre otros factores, determinarán si *Trichoderma* es capaz de utilizar ese suelo para su desarrollo.

En la Tabla 2.4 se presentan los resultados del análisis del suelo con el cual se realizó este ensayo, donde puede observarse el análisis físico y químico del mismo, con fines de comparación con otros trabajos.

Tabla 2.4. Análisis de suelo realizado a la mezcla de todas las muestras de material edáfico obtenidas en el presente estudio. Los análisis fueron realizados por el Laboratorio de suelos del INIA-Yaracuy.

Tipo de análisis	Parámetro	Valor
Físico	Arena (%)	65,2
	Limo (%)	21,2
	Arcilla (%)	13,6
	Textura	Fa
Químico	Fósforo (ppm)	29
	Potasio (ppm)	141
	Calcio (ppm)	782
	Materia Orgánica (%)	3,23
	pH	6,2
	Conductividad eléctrica (dS/m)	0,16
	Zinc (ppm)	2,0
	Cobre (ppm)	0,8
	Hierro (ppm)	60,4
Manganeso (ppm)	16,1	

Las áreas de las colonias crecidas en suelo estéril se presentan en la Tabla 2.5. En la misma puede apreciarse que las cepas con mayor capacidad para crecer a expensas del suelo fueron TV35, TV72, TV118, TV147, TV165, TV190 y TV219. No se observó crecimiento de *Trichoderma* spp en placas con suelo no estéril, ni de *R. solani* en suelo estéril o no, en el tiempo de estudio (datos no mostrados). La Figura 2.6, muestra el aspecto de algunas colonias de *Trichoderma* spp, creciendo en suelo estéril.

Tabla 2.5. Desarrollo de *Trichoderma* spp en placas con suelo estéril con cuatro días de incubación. Los valores presentados son el promedio de cinco repeticiones y el error estandar. Los tratamientos con la misma letra no presentan diferencias significativas entre si.

Cepa	Area (cm²)
TV21	9,93±1,59c
TV30	29,73±3,45b
TV35	59,05±3,24a
TV72	60,81±1,6a
TV113	23,51±1,53b
TV118	62,65±0,93a
TV147	58,21±4,06a
TV165	60,81±1,6a
TV190	61,74±1,84a
TV219	60,81±1,6a

En algunos ensayos similares se ha determinado la velocidad de colonización en restos vegetales por especies individuales para predecir el potencial competitivo del hongo (Garret, 1963, 1965; citado en Wardle *et al.*, 1993), aunque se ha advertido que una limitante en este tipo de ensayos es que usan solo una densidad inicial de los hongos, en vez de un intervalo de densidades (Wardle *et al.*, 1993), proponiéndose la preparación de cultivos puros de los dos hongos en sustratos naturales esterilizados (suelo mineral o

restos vegetales). Después de cierto periodo de tiempo, los sustratos con los hongos son mezclados en diferentes proporciones, estudiando así la colonización por ambos hongos.

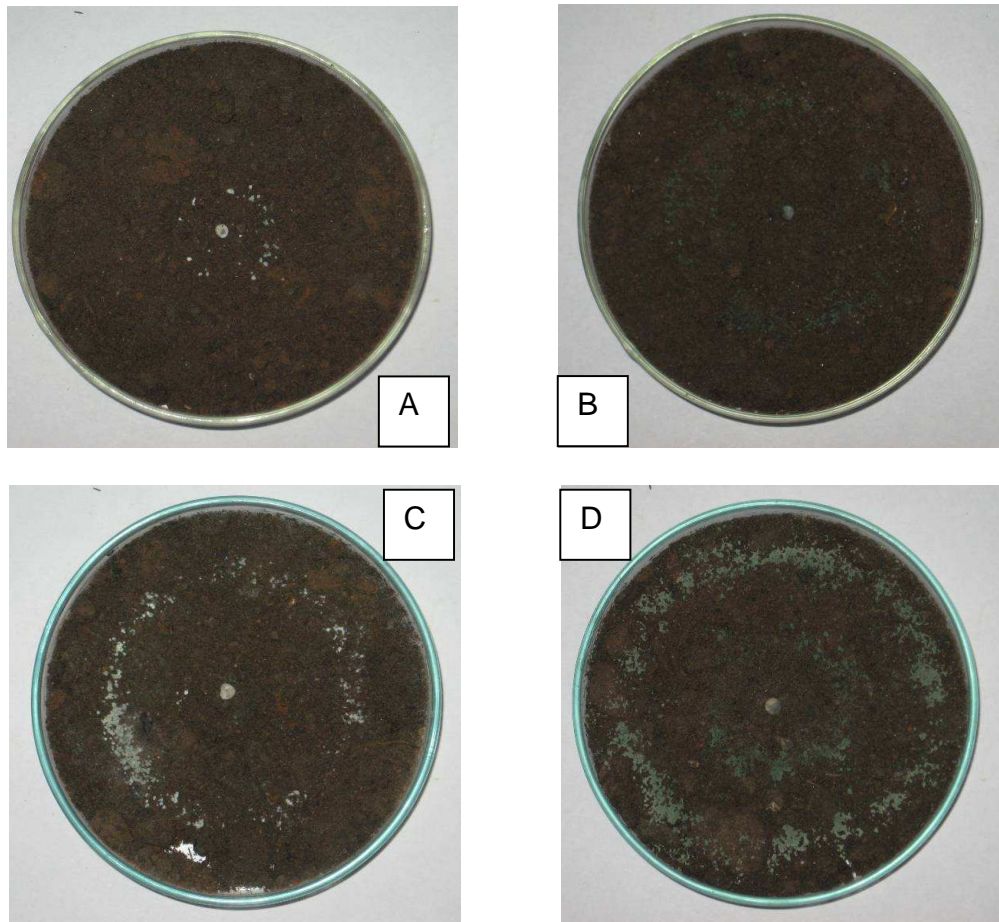


Figura 2.6. Crecimiento de *Trichoderma* spp en placas con suelo estéril. En la Figura se muestra el aspecto de algunas cepas utilizadas en el experimento. TV21 (A), TV30 (B), TV190 a los dos (C) y cuatro (D) días de crecimiento.

El efecto de las condiciones edáficas sobre el desarrollo de micoparásitos de *Rosellinia* spp fue estudiado por Mendoza-García *et al.*, (2003), especialmente el pH del suelo, la materia orgánica y la cantidad de fósforo. La capacidad biocontroladora fue mayor cuando: se realizaban mezclas de hongos y a pH del suelo alrededor de 6 en comparación con suelos más ácidos. Un hallazgo importante fue que una mayor cantidad de materia orgánica (12%) favoreció el desarrollo del fitopatógeno, mientras

que la cantidad de fósforo en el suelo no pareció tener efecto en el biocontrol. En nuestro trabajo, el pH del suelo fue de 6,2, mientras que el contenido de materia orgánica fue de alrededor del 3 % (Tabla 2.4).

El efecto del tipo de sustrato sobre las habilidades biocontroladoras de *Trichoderma* spp ha sido destacado por Widden y Hsu (1987), quienes sugieren que este factor en conjunto con la humedad, la disponibilidad de nutrientes, el pH, la descomposición del sustrato y la competencia con otras especies (hongos, bacterias, fauna, etc) posee una gran importancia en la distribución de la comunidad microbiana.

En estudios de biocontrol de *R. solani* con *Trichoderma* spp (Asran-Amal *et al.*, 2005), realizaron cultivos duales *in vitro* y de vivero, entre los cuales no se encontró correlación para poder predecir la capacidad biocontroladora de *Trichoderma* spp., sugiriéndose que esto podría deberse a los efectos de la planta hospedadora y los factores edáficos químicos y físicos, los cuales no están presentes en los cultivos duales. Por ello, resulta importante el estudio de la capacidad de crecer de *Trichoderma* spp en el suelo donde será aplicado, ya que estos factores edáficos, aunados a la posible presencia de residuos de agroquímicos y acumulación de elementos raros por el uso de fertilizantes donde están presentes o deposición de aguas contaminadas (D'aquino *et al.*, 2009), podrían inhibir el desarrollo y afectar la sobrevivencia de *Trichoderma* spp.

2.4.4.-Ensayos de vivero.

Para completar el estudio de *Trichoderma* spp como agente biocontrolador, se realizaron ensayos de vivero (Figura 2.7). De todos los experimentos realizados, los ensayos de vivero son los que más pueden asemejarse a las condiciones de campo. De tal forma que la información aportada por éstos, es crucial para la elección de las mejores cepas biocontroladoras contra *R. solani*. Los resultados de estos ensayos se

expresaron como plantas infectadas y tamaño de la mancha producida por *R. solani* (Tabla 2.6).

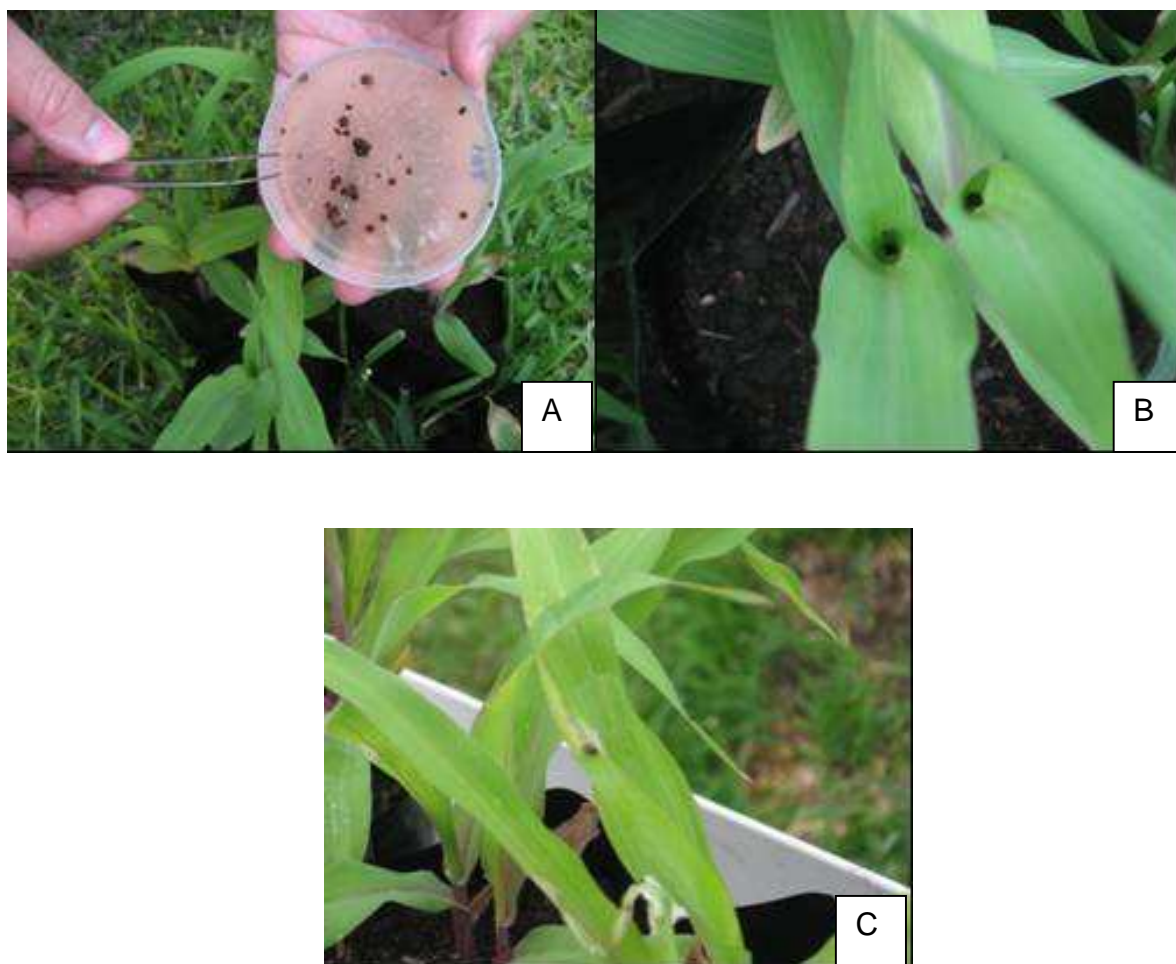


Figura 2.7. Ensayo de vivero. Se muestra el momento de la inoculación de las plantas (A); las plantas inoculadas con la ubicación del esclerocio de *R. solani* (B) y el aspecto de las manchas producidas por *R. solani* en plantas de maíz a las 96 horas después de la inoculación (C).

Tabla 2.6. Efecto de *Trichoderma* spp sobre *R. solani* en condiciones de vivero. El ensayo se realizó con 10 repeticiones en dos ensayos independientes. Los valores presentados para el tamaño de la mancha provienen de un número variable de datos, ya que sólo se tomaron en cuenta las plantas con manchas en cada tratamiento. CST: Control sin Tween 80; CCT: Control con Tween 80.

Tratamiento	Tamaño de la mancha promedio (cm) p=0,071 (Kruskal-Wallis)	Plantas infectadas (%) p=0,0054 (ANOVA)
CST	0,95±0,21 a	85±5 a
CCT	0,98±0,17 a	65±5 abc
TV21	1,3±0,22 a	30±10 c*
TV30	1,29±0,1 a	75±5 ab
TV35	0,8±0,09 a	70±10 abc
TV72	1,2±0,18 a	80±10 ab
TV113	1,04±0,19 a	65±15 abc
TV118	1,38±0,21 a	40±0 bc*
TV147	1,29±0,22 a	75±5 ab
TV165	1,33±0,12 a	70±0 abc
TV190	0,5±0,1 a	40±10 bc*
TV219	0,69±0,1 a	55±5 abc

El análisis estadístico para el % de plantas infectadas arrojó un valor de $p=0,0054$, lo cual indica que existen diferencias significativas en al menos uno de los tratamientos. El análisis a posteriori (Prueba de Tukey), mostró que la cepa de *Trichoderma* spp que logró la mayor disminución en el número de plantas de maíz infectadas por *R. solani* fue TV21 con 35% de reducción (única cepa que se diferencia significativamente de las otras y del control, (c)), seguida de TV118 y TV190 (20%) (bc). A pesar de que el menor valor de tamaño de mancha encontrado fue al aplicar la cepa TV190, el análisis estadístico a través de una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (datos sin homogeneidad de varianza), muestran que no existen

diferencias significativas entre los distintos tratamientos para este parámetro. Aunque el análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre los controles con y sin Tween 80, la diferencia entre éstos de 25% de plantas infectadas, parece indicar que este producto posee algún efecto adverso sobre *R. solani*.

Para que los ensayos de vivero aporten una información predictiva de lo que ocurrirá definitivamente en campo, éste debe ser planificado tratando de imitar en lo posible una aplicación en un cultivo comercial. En nuestro caso, se debieron realizar aplicaciones artificiales de esclerorios de *R. solani* en el cogollo de la planta para poder generar focos de infección y observar el efecto controlador de *Trichoderma* spp. Esta condición es difícil de encontrar en campo, ya que lo que normalmente ocurre en la naturaleza es que el inóculo de *R. solani* se encuentra en el suelo y éste coloniza el tallo y hojas de la planta hasta alcanzar la mazorca en los casos más graves (García *et al.*, 2008). Si bien la metodología utilizada en los ensayos de vivero, no imitan de forma fidedigna lo que ocurrirá en campo, si permiten acercarnos a esta condición, en el sentido de observar las interacciones del proceso biocontrolador entre *Trichoderma* spp, *R. solani*, la planta y el ambiente. El entendimiento de todos estos procesos resultará en aplicaciones más exitosas y seguras (Vinale *et al.*, 2008). Por otro lado, la forma de inocular a *Trichoderma* spp, se asemeja a lo que ocurriría en campo, al estar el esclerorio en la planta y realizar la aplicación con equipo convencional. Lo que hay que asegurar en las aplicaciones en campo, es que éstas se realicen de tal forma que *Trichoderma* spp sea aplicado en los sitios donde se encuentre el fitopatógeno, lo cual requiere de un conocimiento de cómo ataca *R. solani* a la planta de maíz y del avance de la enfermedad en el momento de la aplicación. La condición de la cepa de *R. solani* también es un factor esencial, ya que su subcultivo en medio PDA podría hacer que pierda parte de sus cualidades como fitopatógeno, aunque en nuestro ensayo se observó un alto porcentaje de infección en las plantas control de 65 y 85 % (Tabla 2.6).

La efectividad de cepas de *Trichoderma* en controlar a *R. solani* en condiciones de vivero ha dado como resultado un aumento en la sobrevivencia de plantas de maíz entre 70 y 90 % en comparación con el control (Lopez *et al.*, 2010). En estos ensayos, las semillas de maíz fueron inoculadas con esclerorios de *R. solani* y se agregó sobre éstas el inóculo de *Trichoderma* spp.

La aplicación de sustratos compostados en suelo de ensayos de vivero, es una metodología que ha dado excelentes resultados. Así, se ha logrado controlar a *R. solani* con *T. asperellum* usando esta técnica (Trillas *et al.*, 2006). El grado con que el compost suprime al fitopatógeno depende de la naturaleza del material y del tiempo de madurez del mismo. Por su parte, Huang *et al.*, (2011), reportan una mayor eficiencia en el control de *R. solani* por *Trichoderma* spp al agregar un fertilizante orgánico.

En los resultados obtenidos, no existe una correlación entre el grado de control y una especie en particular, al haber diferencias en este parámetro entre cepas de la misma especie. En pruebas de eficacia de *Trichoderma* para controlar hongos fitopatógenos, se han encontrado diferencias en la actividad biocontroladora de cepas de la misma especie de *T. asperellum* contra *Sclerotium rolfsii* y *R. solani*, concluyendo que no es posible extrapolar la actividad antagónica en condiciones de invernadero basándose en experimentos *in vitro*, y tampoco por taxones particulares como normalmente se realiza (Hoyos-Carvajal *et al.*, 2008). Una conclusión similar obtuvieron Anees *et al.*, (2010), cuando evaluaron cepas de *Trichoderma* spp contra *R. solani* *in vivo* e *in vitro*, no encontrándose correlación positiva entre la producción de sustancias inhibidoras solubles en agua o enrollamiento de hifas de *R. solani*, con la reducción de la enfermedad *in vivo*.

Entre los organismos que se han estudiado para el control de *Rhizoctonia solani* en papa, destacan: *Paenibacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp. y *Rhizoctonia zae*; además de los conocidos biocontroladores *Laetisaria arvalis*, *Verticillium biguttatum*, *Cladorrhinum foecundissimum* y *Stilbella aciculosa*; productos comerciales

con base en *Bacillus subtilis* (Kodiak), *Trichoderma virens* (SoilGard) y *T. harzianum* (RootShield). Ninguno de estos aislados logró un control completo de la enfermedad, sin embargo, los tratamientos más efectivos (*B. subtilis*, *R. zae*, *S. aciculosa*, y el control químico) redujeron la enfermedad entre 40-49%. La combinación de *B. subtilis* y *T. virens*, demostró tener un control más eficiente que las cepas por separado, sugiriendo que las aplicaciones de mezclas de microorganismos puede mejorar la eficacia del control (Brewer y Larkin 2005). En cacao también se han probado mezclas de micoparásitos para controlar hongos fitopatógenos (Krauss y Soberanis, 2001).

Finalmente, la prueba que definirá la eficacia del biocontrolador sobre el fitopatógeno son los ensayos de campo; en los cuales, se enfrentan las condiciones definitivas y reales que marcará el grado de control. Hasta ahora, en todos los ensayos realizados (*in vitro* y vivero), han habido variables controladas que impiden asegurar que el grado de eficiencia de *Trichoderma* spp observado en estos ensayos será el mismo en las pruebas de campo. Por esta razón toda prueba de organismos biocontroladores contra un fitopatógeno en particular, debe complementarse con este tipo de ensayo antes de iniciar la producción comercial del biocontrolador.

En las pruebas de campo publicadas en Venezuela para el control de *R. solani* utilizando *Trichoderma* spp, se logró disminuir la incidencia de la enfermedad en maíz en un 50 % (García *et al.*, 2008); mientras que en arroz, se ha obtenido un control del 30% (Rodríguez *et al.*, 1999). En estos momentos nuestro laboratorio planifica ensayos de campo para completar la evaluación de las cepas de *Trichoderma* spp.

DISCUSIÓN GENERAL

El estudio de la diversidad de *Trichoderma* spp es un paso fundamental para el desarrollo de productos comerciales más eficientes, ya que esta diversidad es la fuente de las cepas que se usan en estos productos. Mientras más se conozca la distribución y cantidad de especies en Venezuela, mayor será la probabilidad de encontrar cepas biocontroladoras eficientes para ser utilizadas en nuestros cultivos. En Venezuela existen muy pocos estudios publicados de la diversidad de *Trichoderma* spp., siendo el único reporte con base en secuencias de ADN de las regiones ITS del rDNA, el trabajo de Rivas y Pavone (2010). Resulta fundamental hacer énfasis en este tipo de estudio de diversidad, ya que es muy poco lo que se conoce de este tema, lo cual la convierte en un área muy productiva de investigación.

La forma en como son identificadas las cepas también es un punto importante. En el Capítulo I se discutió la inconveniencia de basar la identificación de *Trichoderma* spp solo en caracteres morfológicos, debido a la homoplasia existente (Druzhinina *et al.*, 2006). De esta forma, la manera más fidedigna de realizar la identificación es a través de análisis moleculares (Druzhinina *et al.*, 2004; Druzhinina y Kubicek, 2005). La Subcomisión Internacional para la Taxonomía de *Trichoderma* e *Hypocrea*, ha facilitado mucho este tipo de análisis con el aporte de las secuencias necesarias para las comparaciones y la disponibilidad en línea de los programas gratuitos TrichOKEY, TrichoMARK y TrichoBLAST. Si bien la inversión inicial para realizar este tipo de análisis es muy elevada, una vez adquiridos los equipos fundamentales, el análisis es relativamente económico en tiempo y dinero, además de ser la forma más confiable de identificar cepas de *Trichoderma*. Los genes utilizados en este trabajo para identificar a *Trichoderma* spp, fueron los ITS y *tef1*. De forma general ITS es capaz de identificar a la mayoría de cepas aunque en ocasiones la falta de polimorfismo, hace que no sea posible una identificación definitiva. En este punto otros genes como *tef1* son utilizados. De no lograr una identificación con estos dos genes, se deben estudiar otros como quitinasas, calmodulina, etc, para verificar la

identificación. Esta es la secuencia de pasos lógicos para la caracterización de especies nuevas.

La diversidad encontrada en plantaciones de maíz de Venezuela resultó ser más baja que las reportadas en la literatura. Una de las razones para explicar este hecho, es el manejo agronómico que se le dan a estos campos, con perturbaciones constantes y aplicaciones de plaguicidas que podrían estar disminuyendo la biodiversidad de *Trichoderma* spp. Dentro de las especies encontradas, *T. harzianum* resultó ser la más abundante en todas las zonas estudiadas. Se ha reportado una alta variabilidad morfológica y metabólica para esta especie, lo cual explicaría su amplia distribución en diferentes habitats (Kullning *et al.*, 2000b; Kubicek *et al.*, 2003). Las especies obtenidas en este trabajo permiten iniciar una serie de estudios y aplicaciones biotecnológicas entre las que están, el biocontrol de hongos fitopatógenos, resistencia sistémica inducida en plantas contra fitopatógenos, aumento de la biomasa en plantas, producción de antibióticos, polisacaridos con capacidad terapéutica, celulasas, bioremediación de compuestos fenólicos, entre otros. Su estudio y aplicación es objetivo de nuestro laboratorio. Todas las cepas de *Trichoderma* spp obtenidas en este trabajo están depositadas en el Centro Venezolano de Colecciones de Microorganismos CVCM (Nodo LPF).

Como se mencionó en el Capítulo 2, la determinación de la capacidad de *Trichoderma* spp o de cualquier otro antagonista para controlar a un fitopatógeno, debe ser un proceso metódico que conste de varios ensayos que permitan predecir lo que ocurrirá en campo. La elección de los métodos de medición de características biocontroladoras, dependerá de los hongos a estudiar, la planta hospedadora y su capacidad de crecer en diferentes sustratos. De forma general, los trabajos que realizan este tipo de actividades basan sus estudios en dos tipos de experimentos: los cultivos duales y los ensayos de vivero. Cada metodología tiene sus ventajas y desventajas, lo importante a la hora de la elección de cada método es estar conciente de los alcances de cada una de ellas. Por ejemplo, los ensayos *in*

vitro (cultivos duales, etc) poseen la gran desventaja de que no imitan en ningun sentido las condiciones ambientales de los campos comerciales. Sin embargo, puede predecir relaciones entre ambos hongos, además de su capacidad de inhibir, al menos bajo estas condiciones, al fitopatógeno. En los cultivos duales realizados en este trabajo, se sugiere que las cepas TV21, TV35 y TV118, poseen la capacidad de producir sustancias que retrasan el crecimiento de *R. solani*, este hallazgo es muy importante, ya que esto podría ser una ventaja en campo. De estas tres cepas TV21 y TV118 fueron las que colonizaron más rápidamente la totalidad de la placa. En el trabajo también se evaluó la cinética de colonización, siendo las cepas capaces de colonizar toda la placa además de TV21 y TV118: TV30, TV72, TV113, TV118, TV147, y TV190. Un estudio de la capacidad de producir quitinasas en la intersección de los cultivos duales en PDA, arrojó que solo en la placa con la cepa TV190 se detectaron niveles elevados de actividad quitinasa, en comparación con cada hongo creciendo por separado. Otro de los ensayos realizados fue el crecimiento en suelo, donde las cepas TV35, TV72, TV118, TV147, TV165, TV190 y TV219, colonizaron la mayor extensión de placa en cuatro días. Cabe destacar que TV21, una de las cepas que más rápidamente desplazó a *R. solani* y colonizó toda la placa con PDA, no fue capaz de colonizar la placa con suelo. Por su parte TV219, que no logró colonizar la totalidad de la placa de PDA si lo hizo en suelo. Los ensayos de vivero arrojaron que las cepas con mayor control fueron TV21, TV118 y TV190, en cuanto al número de plantas infectadas. Un resumen de los resultados obtenidos en la determinación de la capacidad biocontroladora de *Trichoderma* spp sobre *R. solani* se presenta en la Tabla 2.7, en la cual se asignan valores según su actuación (un punto para aquellas cepas que presentaron mejor desempeño y diferencias significativas del resto en cada ensayo), para determinar cual o cuales cepas poseen las mejores perspectivas para iniciar ensayos de eficacia en siembras comerciales. De esta forma, las cepas de *Trichoderma* con mayor puntuación fueron TV118

(5), seguida de TV190 (4) y TV21 (3). El resto de las cepas obtuvieron entre 1 y 2 puntos.

Tabla 2.7. Resumen de los resultados obtenidos en los ensayos de cultivos duales, crecimiento en suelo y vivero. La última columna presenta el cálculo del Índice de Capacidad Biocontroladora (IBC), asignando un punto a la(s) cepa(s) con mejor actuación y diferencias significativas del resto en cada ensayo.

Ensayo	Variable evaluada	Cepa seleccionada	Puntuación acumulada IBC
	Inhibición crecimiento <i>R. solani</i> 24 h	TV21, TV35, TV118	TV21, TV35 TV118: 1.
	Capacidad de colonizar toda la placa en 5 días	TV21, TV118	TV21 y TV118: 2. TV35: 1.
Cultivo dual PDA	Capacidad de colonizar toda la placa en 6 días	TV30, TV72, TV113, TV118, TV147, TV190	TV118: 3. TV21: 2. TV30, TV35, TV72, TV113, TV147 y TV190: 1.
	Producción de quitinasa en intersección con <i>R. solani</i>	TV190	TV118: 3. TV21 y TV190: 2. TV30, TV35, TV72, TV113 y TV147: 1.
Crecimiento en suelo	Área de la colonia al día 4.	TV35, TV72, TV118, TV147, TV165, TV190, TV219.	TV118: 4. TV190: 3. TV21, TV35, TV72 y TV147: 2. TV30, TV113, TV165 y TV219: 1.
Ensayo de vivero	Porcentaje de plantas infectadas	TV21, TV118, TV190	TV118: 5. TV190: 4. TV21: 3. TV35, TV72 y TV147: 2. TV30, TV113, TV165 y TV219: 1.

Este sistema de asignación de puntos supone que todos los ensayos poseen la misma importancia para determinar la capacidad biocontroladora, lo cual no necesariamente es así. Esta propuesta tiene la intención de sugerir un primer acercamiento a lo que se daría en llamar el Índice de Capacidad Biocontroladora (ICB), el cual requiere de estudios más profundos, en el sentido de determinar cuales experimentos poseen la mayor incidencia sobre el índice, dependiendo de su capacidad de predecir biocontrol en campo, además de incluir otros ensayos. Por ejemplo, las pruebas en vivero son las que más se asemejan a las condiciones de campo, por ende, deben tener una mayor valoración que el ensayo de crecimiento en suelo, especialmente cuando la acción biocontroladora ocurre en las hojas. Nótese que a pesar de que TV21 recibió menor valoración que TV118 y TV190, fue la que mejor actuó en vivero contra *R. solani*. Las diferentes ponderaciones y la inclusión de nuevos ensayos deben ser objeto de intenso estudio.

De esta forma, las cepas a escoger para ensayos de campo son: TV21 (*T. harzianum*), TV118 (*T. virens*) y TV190 (*T. asperellum*), incluyendo las mezclas entre éstas. El hecho de aplicar en conjunto a las cepas seleccionadas, aprovecharía las cualidades de cada una en pro de un control más eficiente. Las aplicaciones en campo de *Trichoderma* y otros hongos biocontroladores, deben estar acompañadas de un estudio de formulaciones, ya que se ha reportado que las formulaciones apropiadas es una metodología fundamental para obtener un efecto de control adecuado en campo (Lewis y Lumsden, 2001; Verma *et al.*, 2007). De esta forma, el tipo de formulación dependerá de la metodología de aplicación, sitio de actuación, condiciones ambientales, entre otros factores.

El efecto de *Trichoderma* spp no se limita exclusivamente al biocontrol, ya que pudieran darse interacciones y producción de sustancias que induzcan resistencia a patógenos en plantas, mayor crecimiento, entre otras cualidades (Harman, 2000). De las cepas utilizadas en este trabajo, TV30 (*T. asperellum*) logró actuar como inductor de resistencia a *R. solani* y aumentar la tolerancia a sequías moderadas en plantas de maíz y TV140 (*T.*

harzianum, proveniente del cepario de este trabajo, pero no incluida en los estudios de capacidad biocontroladora) aumentó la biomasa de plantas de maíz (Tortolero y Pavone, Fitopatología Venezolana, en arbitraje). Así, al realizar los ensayos de vivero y campo se deben evaluar este tipo de parámetros para mejorar la capacidad predictiva del ICB y conocer de forma integral, el efecto de *Trichoderma* sobre *R. solani* y plantas de maíz.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de las secuencias de diferentes genes para la identificación de especies de *Trichoderma* con los Programas TrichOKEY, TrichoMARK y TrichoBLAST, es una herramienta muy útil y rápida para lograr este objetivo, además de ser el método más confiable reportado hasta ahora en la literatura para identificar especies de *Trichoderma*.

La diversidad de *Trichoderma* spp en plantaciones de maíz de Venezuela, resultó ser más baja en comparación con otros valores reportados en la literatura. Las especies encontradas fueron: *T. asperellum*, *T. atroviride*, *T. erinaceum*, *T. harzianum*, *T. koningiopsis*, *T. pleurotum*, *T. reesei*, *T. spirale* y *T. virens*; siendo la más abundante *T. harzianum*.

Los estudios de diversidad de *Trichoderma* en Venezuela son muy escasos, habiendo poca información que permita comparar los resultados obtenidos en este trabajo. Mayores esfuerzos en este sentido son necesarios, ya que esta información es fundamental para la conservación de la diversidad y el desarrollo biotecnológico del país.

Las aplicaciones biotecnológicas recomendadas para las cepas obtenidas en el presente trabajo comprenden: el biocontrol de hongos fitopatógenos, resistencia sistémica inducida en plantas contra fitopatógenos, aumento de la biomasa en plantas, producción de antibióticos, polisacáridos con capacidad terapéutica, celulasas, bioremediación de compuestos fenólicos, entre otros. Sin embargo, a pesar de ser ésta un área poco atendida desde el punto de vista científico e industrial en Venezuela, el estudio de estas propiedades y la forma de obtener productos biotecnológicos a partir de éstos, puede convertirse en un área económicamente competitiva.

Las cepas de *Trichoderma* con mayor capacidad de inhibir el crecimiento de *R. solani* fueron TV21, TV35 y TV118; con mayor capacidad de colonizar la placa del cultivo dual con *R. solani* fueron TV21, TV30, TV35, TV72, TV113, TV118, TV147 y TV190; con capacidad de producir quitinasas en cultivos duales con *R. solani* fue TV190; con mayor capacidad de crecer

en suelo: TV35, TV72, TV118, TV147, TV165, TV190 y TV219; y con mejor control de *R. solani* en vivero: TV21, TV118 y TV190.

Las cepas elegidas para realizar ensayos de campo, con base en los resultados obtenidos en este trabajo son TV21, TV118 y TV190. Se recomienda realizar combinaciones de estas cepas para aprovechar sus cualidades en una sola aplicación.

El estudio de las propiedades biocontroladoras de *Trichoderma* spp, sobre hongos fitopatógenos a través de cultivos duales en medios sólidos, es una herramienta muy útil, recomendándose utilizar la cinética de colonización, el crecimiento del fitopatógeno antes del contacto con *Trichoderma* y variables discretas (áreas de colonias) para obtener la mayor cantidad de información posible del ensayo.

Los cultivos duales en medio líquido, a pesar de no haber aportado información acerca de la capacidad biocontroladora de *Trichoderma*, son recomendados para estudios futuros debido a las ventajas que posee en cuanto al desarrollo de ambos hongos en ausencia de fuentes de carbono distintas al micelio del fitopatógeno.

Las determinaciones de crecimiento en suelo estéril, permitieron conocer la capacidad de desarrollo de *Trichoderma* spp en este ambiente, aportando información valiosa que podría redundar en mejoras de la actuación de biocontroladores en campo.

Los ensayos de vivero, corroboraron la información aportada en los ensayos *in vitro*. Lejos de desestimar uno en función del otro, se recomienda conducir ambos tipos de ensayos para predecir la capacidad biocontroladora de *Trichoderma*, debido a la importancia que ambos poseen en el análisis.

El cálculo del Índice de Capacidad Biocontroladora (ICB), puede convertirse en una herramienta útil para determinar las cepas a utilizar en ensayos de campo. Este tipo de cálculo requiere de mayores estudios, proposición de nuevos ensayos y modelos para obtener el máximo provecho del mismo.

2.7.- Referencias bibliográficas

1. Adams D. 2004. Fungal cell wall chitinases and glucanases. *Microbiology* 150: 2029-2035.
2. Agrios G. 1998. Fitopatología. Editorial LIMUSA S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. Balderas, Mexico. 838 p.
3. Aljanabi S., Martínez I. 1997. Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques. *Nucleic Acids Resarch* 25: 4692-4693.
4. Altschul S., Gish W., Miller W., Myers E., Lipman D. 1990. Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology* 215: 403-410.
5. Álvarez A., Pulido M. 2008. Transportadores de tipo ABC: Consecuencias de su interacción con flavonoides. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 7(6): 296-311.
6. Anees M., Tronsmo A., Edel-Hermann V., Gordon-Hjeljord L., Heraud C., Steinberg C. 2010. Characterization of field isolates of *Trichoderma* antagonistic against *Rhizoctonia solani*. *Fungal Biology* 114: 691-701.
7. Anzola L. 2003. Índice Agropecuario XXVII Edición. Maracay, Estado Aragua. www.indiceagropecuario.com.
8. Askew D., Laing M. 1994. The *in vitro* screening of 118 *Trichoderma* isolates for antagonism to *Rhizoctonia solani* and an evaluation of different environmental sites of *Trichoderma* as sources of aggressive strains. *Plant and soil* 159: 277-281.
9. Asran-Amal A., Abd-Alsalam K., Omar M., Aly A. 2005. Antagonistic potential of *Trichoderma* spp against *Rhizoctonia solani* and use of M13 microsatellite-primed PCR to evaluate the antagonistic genetic variation. *Journal of Plant Disease and Protection* 112(6): 550-561.
10. Avila M., Herrera A., Peña J. 2006. Colonization of the rhizosphere, rhizoplane and endorhiza of garlic (*Allium sativum* L.) by strains of *Trichoderma harzianum* and their capacity to control allium white-rot under field conditions. *Soil Biology & Biochemistry* 38: 1823-1830.
11. Bartnicki-Garcia S. 1968. Cell wall chemistry, morphogenesis and taxonomy of fungi. *Annual Review of Microbiology* 22: 87-108.
12. Benhamou N., Chet I. 1993. Hyphal interaction between *Trichoderma harzianum* and *Rhizoctonia solani*: Ultrastructure and gold cytochemistry of the mycoparasitic process. *Phytopathology* 83(10): 1062-1071.

13. Benítez T., Rincón A., Limón M., Codón A. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International Microbiology* 7: 249-260.
14. Bissett J. 1984. A revision of the genus *Trichoderma*. I. Section *Longibrachiatum* sect. nov. *Canadian Journal of Botany* 62: 924-931.
15. Bissett J. 1991a. A revision of the genus *Trichoderma*. II. Infrageneric classification. *Canadian Journal of Botany* 69: 2357-2372.
16. Bissett J. 1991b. A revision of the genus *Trichoderma*. III. Section *Pachybasium*. *Canadian Journal of Botany* 69: 2373-2417.
17. Bissett J. 1991c. A revision of the genus *Trichoderma*. IV. Additional notes on section *Longibrachiatum*. *Canadian Journal of Botany* 69: 2418-2420.
18. Bissett J. 1992. *Trichoderma atroviride*. *Canadian Journal of Botany* 70: 639-641.
19. Brewer M., Larkin R. 2005. Efficacy of several potential biocontrol organisms against *Rhizoctonia solani* on potato. *Crop Protection* 24: 939-950.
20. Bruce A., Srinivasan U., Staines H., Highley T. 1995. Chitinase and laminarinase production in liquid culture by *Trichoderma* spp. and their role in biocontrol of wood decay fungi. *International Biodeterioration & Biodegradation* 35(4): 337- 353.
21. CABI Biosciences Databases. 2004. [En línea].
Disponible en: <http://www.indexfungorum.org/Names/fundic.asp>.
Accesado: 17 de julio de 2006.
22. Cagliani M. 2006. Historia del maíz. [En línea].
Disponible en: <http://www.saber.golwen.com.ar/hmaiz.htm>.
Accesado: 15 de septiembre de 2006.
23. Cardona R., Rodríguez H., Nass H. 1999. Manchas bandeadas en maíz causadas por *Rhizoctonia solani* en el Estado Portuguesa, Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 12(3): 32-33.
24. Carsolio C., Gutierrez A., Jiménez B., Montagu M., Herrera-Estrella A. 1994. Characterization of *ech-42*, a *Trichoderma harzianum* endochitinase gene expressed during mycoparasitism. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 91: 10903-10907.

25. Chakroun H., Mechichi T., Martinez M., Dhouib A., Sayadi S. 2010. Purification and characterization of a novel laccase from the ascomycete *Trichoderma atroviride*: Application on bioremediation of phenolic compounds. *Process Biochemistry* 45(4): 507-513.
26. Chérif M., Benhamou N. 1990. Cytochemical aspects of chitin breakdown during the parasitic action of a *Trichoderma* sp. on *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Phytopathology* 80(12): 1406-1414.
27. Clavijo S; 1993. Fundamentos en Manejo de Plagas. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH). Caracas, Venezuela p 205.
28. Cline E., Farr D., Rossman A., Palm M., McCray E. 2005. Fungal Nomenclature Database, Systematic Botany & Mycology Laboratory, ARS, USDA.
Accesado: Septiembre 13, 2006.
En: <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/nomen/Nomenclature.cfm>
29. Cohen-Kupiec R., Chet I. 1998. The molecular biology of chitin digestion. *Current Opinion in Biotechnology* 9: 270-277.
30. Cohen-Kupiec R., Broglie K., Freiesem D., Broglie R., Chet I. 1999. Molecular characterization of a novel β -1,3-exoglucanase related to mycoparasitism of *Trichoderma harzianum*. *Gene* 226: 147-154.
31. Contreras-Cornejo H., Macías-Rodríguez L., Cortés-Penagos C., López-Bucio J. 2009. *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. *Plant Physiology* 149:1579-1592.
32. Cotxarrera L., Trillas-Gay M., Steinberg C., Alabouvette C. 2002. Use of sewage sludge compost and *Trichoderma asperellum* isolates to suppress Fusarium wilt of tomato. *Soil Biology and Biochemistry* 34(4): 467-476.
33. Cúndom M., Mazza S., Gutierrez S. 2003. Short Communication. Selection of *Trichoderma* spp. isolates against *Rhizoctonia solani*. *Spanish Journal of Agricultural Research* 1(4): 79-82.
34. Da Silva P., Sanchez C., Ribeiro M., Freitas S., Da Cruz J. 2011. Use of a new *Trichoderma harzianum* strain isolated from the Amazon rainforest with pretreated sugar cane bagasse for on-site cellulase production. *Bioresource Technology*. En prensa.
Enlace DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbr.2011.03.031>
35. D'Aquino L., Morgana M., Carboni M., Staiano M., Antisari M., Re M., Lorito M., Vinale F., Abadi K., Woo S. 2009. Effect of some rare elements

- on the growth and lanthanide accumulation in different *Trichoderma* strains. *Soil Biology and Biochemistry* 41(12): 2406-2413.
36. De Boer W., Verheggen P., Klein P., Kowalchuk G., van Veen J. 2003. Microbial community composition affects soil fungistasis. *Applied and Environmental Microbiology* 69(2): 835-844.
 37. Delgado-Jarana J., Moreno-Mateos M., Benítez T. 2003. Glucose uptake in *Trichoderma harzianum*: role of gtt1. *Eukariotic Cell* 2: 708-717.
 38. Druzhinina I., Kopchinskiy A. 2004. *Trichoderma* Morphology. International Subcommittee on *Trichoderma* and *Hypocrea* Taxonomy. [En línea]. Disponible en: <http://www.isth.info/morphology.php>. Accesado: 03 Noviembre de 2005.
 39. Druzhinina I., Kopchinskiy A., Komon M., Bissett J., Szakacs G., Kubicek C. 2005. An oligonucleotide barcode for species identification in *Trichoderma* and *Hypocrea*. *Fungal Genetics and Biology* 42: 813-828.
 40. Druzhinina I., Kubicek C. 2005. Species concepts and biodiversity in *Trichoderma* and *Hypocrea*: from aggregate species to species clusters?. *Journal of Zhejiang University SCIENCE* 6B(2): 100-112.
 41. Druzhinina I., kopchinskiy A., Kubicek C. 2006. The first 100 *Tichoderma* species characterized by molecular data. *Mycoscience* 47: 55-64.
 42. Druzhinina, I. 2009. PCR protocols for amplification of *Trichoderma* phylogenetic markers. En línea: <http://www.isth.info/methods/method.php?methodid=10>. Accesado: 11 de Mayo de 2011.
 43. Elad Y., Chet I., Boyle P., Henis Y. 1983. Parasitism of *Trichoderma* spp. on *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* – Scanning electron microscopy and fluorescens microscopy. *Phytopathology* 73(1): 85-88.
 44. Ezziyyani, M., Pérez, C., Sid-Ahmed, A., Requena, M. & Candela, M. 2004. *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Anales de Biología* 26: 35-45.
 45. FAO, 2005. Economic and Social Department. The Statistic Division. [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/es/ess/top/commodity.html?lang=en&item=56&year=2005>. Accesado: 22 de septiembre de 2006.

46. García P., Cabrera S., Sanchez J., Perez A. 2008. Evaluación de un biofungicida para el control de la mancha bandeada del maíz causada por *Rhizoctonia solani* Kühn en siembras comerciales en Portuguesa, Venezuela. *Agronomía Tropical* 58(4): 383-390.
47. Geiser D. 2004. Practical molecular taxonomy of fungi. En: Tkacz J., Lange L. (Eds.). *Advances in fungal biotechnology for industry, agriculture and medicine*. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York pp 1-13.
48. Grosch R., Scherwinski K., Lottmann J., Berg G. 2006. Fungal antagonists of the plant pathogen *Rhizoctonia solani*: selection, control efficacy and influence on the indigenous microbial community. *Mycological Research* 110(12): 1464-1474.
49. Gruber S., Seidl-Seiboth V. 2012. Self vs. non-self: Fungal cell wall degradation in *Trichoderma*. *Microbiology* 158(1): 26-34.
50. Guédez C., Cañizález L., Castillo C., Olivar R. 2009. Efecto antagónico de *Trichoderma harzianum* sobre algunos hongos patógenos postcosecha de la fresa (*Fragaria* spp). *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología* 29: 34-38.
51. Guzman J. 1991. El cultivo de la cañote y el maíz. Espasande Editores, Tercera Edición. Caracas, Venezuela. 312 p.
52. Harman G., Hayes C., Lorito M., Broadway R., Di Pietro A., Peterbauer C., Trosno A. 1993. Chitinolytic enzymes of *Trichoderma harzianum*: Purification of chitobiosidase and endochitinase. *Phytopathology* 83(3): 313-318.
53. Harman G., 2000. Myths and dogmas of Biocontrol, Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. *Plant Disease* 84(4): 377-393.
54. Hatvani N., Kredics L., Antal Z., Mécs I. 2002. Changes in activity of extracellular enzymes in dual cultures of *Lentinula edodes* and micoparasitic *Trichoderma* strains. *Journal of Applied Microbiology* 92: 415-423.
55. Héraux F., Hallett S., Weller S. 2005. Combining *Trichoderma virens*-inoculated compost and a rye cover crop for weed control in transplanted vegetables. *Biological Control* 34(1): 21-26.
56. Hoon J., Yun J. 2005. Structural and molecular characterization of extracellular polysaccharides produced by a new fungal strain, *Trichoderma erinaceum* DG-312. *Journal of Microbiology and Biotechnology* 15: 1250-1257.

57. Howell C. 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases. The history and evolution of current concepts. *Plant Disease* 87(1): 4-10.
58. Howell C., Puckhaber L. 2005. A study of the characteristics of "P" and "Q" strains of *Trichoderma virens* to account for differences in biological control efficacy against cotton seedlings diseases. *Biological Control*: 33(2) 217-222.
59. Hoyos-Carvajal L., Chaparro P., Abramsky M., Chet I., Orduz S. 2008. Evaluación de aislamientos de *Trichoderma* spp. contra *Rhizoctonia solani* y *Sclerotium rolfsii* bajo condiciones *in vitro* y de invernadero. *Agronomía Colombiana* 26(3): 451-458.
60. Hoyos-Carvajal L., Orduz S., Bissett J. 2009. Genetic and metabolic biodiversity of *Trichoderma* from Colombia and adjacent neotropics regions. *Fungal Genetics and Biology* 46(9): 615-631.
61. Hoyos-Carvajal L., Bissett J. 2011. Biodiversity of *Trichoderma* in Neotropics. En: Grillo O., Venora G. (Eds.). The dynamical processes of biodiversity-Case of studies of evolution and spatial distribution. Intech. 366 pp.
62. Huang X., Chen L., Ran W., Shen Q., Yang X. 2011. *Trichoderma harzianum* strain SQR-T37 and its bio-organic fertilizer could control *Rhizoctonia solani* damping-off disease in cucumber seedlings mainly by the mycoparasitism. *Applied Microbiology and Biotechnology* 91(3): 741-755.
63. Hutchkinson C. 1999. *Trichoderma virens*-inoculated composted chicken manure for biological weed control. *Biological Control* 16(2) 217-222.
64. Imtiaj A., Lee T. 2008. Antagonistic effect of three *Trichoderma* species on the *Alternaria porri* pathogen of onion blotch. *World Journal of Agricultural Sciences* 4(1): 13-17.
65. Inbar J., Chet I. 1995. The role of recognition in the induction of specific chitinases during mycoparasitism by *Trichoderma harzianum*. *Microbiology* 141: 2823-2829.
66. ISTH. 2012. How to identify *Trichoderma* in a nut shell. En línea. http://www.isth.info/content.php?page_id=94. Accesado: 06 de enero de 2012.

67. Jaimes Y., Moreno C., Cortes A. 2009. Inducción de resistencia sistémica contra *Fusarium oxysporum* en tomate por *Trichoderma koningiopsis* TH003. *Acta Biológica Colombiana* 3: 2-9.
68. Joseph M., Issali A., Kébe I., Kouame B., Konan J., Allou K., Zakra N., Aké S. 2009. Effects of climatic parameters on the expression of the black pod disease on *Theobroma cacao* in Cote d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 20: 1183-1193.
69. Kexiang G., Xiaoguang L., Yonghong L., Tianbo Z., Shuliang W. 2002. Potential of *Trichoderma harzianum* and *T. viridae* to control *Botryosphaeria berengeriana* f. sp. *piricola*, the cause of apple ring rot. *Journal of Phytopathology* 150: 271-276.
70. Komon-Zelazowska M., Bissett J., Zafari D., Hatvani L., Manczinger L., Woo S., Lorito M., Kredics L., Kubicek C., Druzhinina I. 2007. Genetically Closely Related but Phenotypically Divergent *Trichoderma* Species Cause Green Mold Disease in Oyster Mushroom Farms Worldwide. *Applied and Environmental Microbiology* 73(22): 7415-7426.
71. Kopchinskiy A., Komon M., Kubicek C., Druzhinina I. 2005. TrichoBLAST: A multilocus database for *Trichoderma* and *Hypocrea* identifications. *Mycological Research* 109(6): 657-660.
72. Krauss U., Soberanis W. 2001. Biocontrol of cocoa pod diseases with micoparasites mixtures. *Biological Control* 22: 149-158.
73. Kubicek C., Bözlbauer U., Kovacs W., Mach R., Kuhls K., Lieckfeldt E., Börner T., Sameuls G. 1996. Cellulase formation by species of *Trichoderma* sect. *Longibrachiatum* and of *Hypocrea* spp. with anamorphs referable to *Trichoderma* sect. *Longibrachiatum*. *Fungal Genetics and Biology* 20: 105-114.
74. Kubicek C., Bissett J., Druzhinina I., Gradinger C., Szakacs G. 2003. Genetic and metabolic diversity of *Trichoderma*: A case study on South-East Asian isolates. *Fungal Genetics and Biology* 38: 310-319.
75. Kuhls K., Lieckfeldt E., Samuels G., Kovacs W., Meyervii W., Petrini O., Gams W., Börner T., Kubicek C. 1996. Molecular evidence that the asexual industrial fungus *Trichoderma reesei* is a clonal derivative of the ascomycete *Hypocrea jecorina*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 93: 7755-7760.
76. Kullning C., Mach R., Lorito M., Kubicek C. 2000a. Enzyme diffusion from *Trichoderma atroviride* (= *T. harzianum* P1) to *Rhizoctonia solani* is a prerequisite for triggering of *Trichoderma* ech42 gene expression before

- mycoparasitic contact. *Applied and Environmental Microbiology* 66(5): 2232-2234.
77. Kullning C., Szakacs G., Kubicek C. 2000b. Molecular identification of *Trichoderma* species from Russia, Siberia and the Himalaya. *Mycological Research* 104(9): 1117-1125.
 78. Latorre B., Agosin E., San Martin R., Vasquez G. 1997. Effectiveness of conidia of *Trichoderma harzianum* produced by liquid fermentation against *Botrytis* bunch rot of table grape in Chile. *Crop Protection* 16(3): 209-214.
 79. Leuchtman A., Petrini O., Samuels G. 1996. Isozyme subgroups in *Trichoderma* section *Longibrachiatum*. *Mycologia* 88(3): 384-394.
 80. Lewis J., Lumsden R. 2001. Biocontrol of damping-off of greenhouse-grown crops caused by *Rhizoctonia solani* with a formulation of *Trichoderma* spp. *Crop Protection* 20: 49-56.
 81. Lopez Y., Pineda J., Hernandez A., Ulacio D. 2010. Efecto de seis aislamientos de *Trichoderma* sobre la severidad de *Rhizoctonia solani*, desarrollo radical y crecimiento de plantas de maíz. *Bioagro* 22(1): 37-42.
 82. Lorito M., Harman G., Hayes C., Broadway R., Tronsmo A., Woo S., Di Pietro A. 1993. Chitinolytic enzymes produced by *Trichoderma harzianum*: Antifungal activity of purified endochitinase and chitobiosidase. *Phytopathology* 83(3): 302-318.
 83. Lorito M., Hayes C., Di Pietro A., Woo S., Harman G. 1994. Purification, characterization, and synergistic activity of a glucan 1,3- β -glucosidase and an N-acetyl- β -glucosaminidase from *Trichoderma harzianum*. *Phytopathology* 84(4): 398-405.
 84. Lorito M., Mach R., Sposato P., Strauss J., Peterbauer C., Kubicek C. 1996. Mycoparasitic interaction relieves binding of the Cre1 carbon catabolite repressor protein to promoter sequences of the *ech42* (endochitinase-encoding) gene in *Trichoderma harzianum*. *Proceedings of the National Academic of Sciences* 93: 14868-14872.
 85. Magan N., Lacey J. 1984. Effect of water activity, temperature and substrate on interactions between field and storage fungi. *Transactions of the British Mycological Society* 82: 83-93.
 86. Massart S., Jijakli H. 2007. Use of molecular techniques to elucidate the mechanisms of action of fungal biocontrol agents: A review. *Journal of Microbiological Methods* 69: 229-241.

87. MAT; 2004. Dirección de Estadística, Ministerio de Agricultura y Tierras. Caracas, Venezuela.
88. Mendoza-García R., Ten Hoopen M., Kass D., Sánchez-Garita V., Krausse U. 2003. Evaluation of mycoparasites as biocontrol agents of *Rosellinia* root rot in cocoa. *Biological Control* 27: 210-227.
89. Migheli Q., Balmas V., Zelazowska M., Scherm B., Fiori S., Kopchinskiy A., Kubicek C., Druzhinina I. 2009. Soils of a Mediterranean hot spot of biodiversity and endemism (Sardinia, Tyrrhenian Islands) are inhabited by pan-European, invasive species of *Hypocrea/Trichoderma*. *Environmental Microbiology* 11(1): 35-46.
90. Nelson D., Cox M. 2004. Lehninger Principles of Biochemistry. Fourth edition. Worth Publishers. New York. pp 1119.
91. Perazzolli M., Dagostin S., Ferrari A., Elad Y., Pertot I. 2008. Induction of systemic resistance against *Plasmopara viticola* in grapevine by *Trichoderma harzianum* T39 and benzothiadiazole. *Biological Control* 47(2): 228-234.
92. Perazzolli M., Benedetta R., Bozza E., Pertot I. 2011. *Trichoderma harzianum* T39 induces resistance against downy mildew by priming for defense without costs for grapevine. *Biological Control* 58(1): 74-82.
93. Perdomo R., Hernández A., González A., Pineda J., Alezones J. 2007. Caracterización y evaluación de virulencia en aislamientos de *Rhizoctonia solani* Kühn, causante de la mancha bandeada en maíz. *Interciencia* 32(1): 48-55.
94. Prasad R., Rangeshwaran R., Hegde S., Anuroop C. 2002. Effect of soil and seed application of *Trichoderma harzianum* on pigeonpea wilt caused by *Fusarium udum* under field conditions. *Crop protection* 21(4): 293-297.
95. Ride J., Drysdale R. 1972. A rapid method for the chemical estimation for of filamentous fungi in plant tissue. *Physiological Plant Pathology* 2: 7-15.
96. Rifai M. 1969. A Revision of the Genus *Trichoderma*. *Mycological Papers* 116: 1-56.
97. Rivas M., Pavone D. 2010. Diversidad de *Trichoderma* spp. en plantaciones de *Theobroma cacao* L. del estado Carabobo, Venezuela, y su capacidad biocontroladora sobre *Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer. *Interciencia* 35(10): 777-783.

98. Rodríguez A., Nass H., Cardona R., Alemán I. 1999. Alternativas para controlar el añublo de la vaina causado por *Rhizoctonia solani* en arroz. *Fitopatología Venezolana* 12(1): 18-21.
99. Ruppel E., Baker R., Harman G., Hubbard J., Hecker R., Chet I. 1983. Field tests of *Trichoderma harzianum* Rifai agr. as biocontrol agent of seedling disease in several crops and *Rhizoctonia* root rot of sugar beet. *Crop Protection* 2(4): 399-408.
100. Sahebani N., Hadavi N. 2008. Biological control of root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. *Soil Biology and Biochemistry* 40(8): 2016-2020.
101. Samuels G., Chaverri P., Farr D., McCray E. 2005. *Trichoderma* Online, Systematic Botany & Mycology Laboratory, ARS, USDA. Retrieved December 2, 2005. En: <http://nt.ars-grin.gov/taxadescriptions/keys/TrichodermaIndex.cfm>.
102. Santamarina M., Roselló J. 2006. Influence of Temperature and water activity on the antagonism of *Trichoderma harzianum* to *Verticillium* and *Rhizoctonia*. *Crop Protection* 25(10): 1130-1134.
103. Schickler H., Danin-Gehali B., Haran S., Chet I. 1998. Electrophoretic characterization of chitinases as a tool for the identification of *Trichoderma harzianum* strains. *Mycological Research* 102(3): 373 – 377.
104. Schuster A., Schmoll M. 2010. Biology and biotechnology of *Trichoderma*. *Applied Microbiology and Biotechnology* 87: 787-799.
105. Shalini S., Kotasthane A. 2007. Parasitism of *Rhizoctonia solani* by strains of *Trichoderma* spp. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry* 6(8): 2272-2281.
106. Sivan A., Chet I. 1993. Integrated control of *Fusarium* crown and root rot of tomato with *Trichoderma harzianum* in combination with methyl bromide or soil solarization. *Crop Protection* 12(5): 380-386.
107. Soares I., Faull J. 2000. Parasitism of *Rhizoctonia solani* by strains of *Trichoderma* spp. *Scientia Agricola* 57(1). Enlace DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162000000100010>.
108. Strashnov Y., Elad Y., Sivan A., Rudich Y., Chet I. 1985. Control of *Rhizoctonia solani* fruit rot of tomatoes by *Trichoderma harzianum* Rifai. *Crop Protection* 4(3): 359-364.

109. Szekeres A., Leitgeb B., Kredics L., Manczinger L., Vágvölgyi C. 2006. A novel, image analysis-based method for the evaluation of *in vitro* antagonism. *Journal of Microbiological Methods* 65: 619–622.
110. Taylor J., Jacobson D., Kroken S., Kasuga T., Geiser D., Hibbett D., Fisher M. 2000. Phylogenetic species recognition and species concepts in fungi. *Fungal Genetic Biology* 31: 21-32.
111. The Regents of the University of California; 2011. *Trichoderma atroviride* v2.0. En Línea: <http://genome.jgi.doe.gov/Triat2/Triat2.home.html>. Accesado: 29 noviembre de 2011.
112. Thraen U., Poulsen S., Nirenberg H., Lieckfeldt E. 2001. Identification of *Trichoderma* strains by image analysis of HPLC chromatograms. *FEMS Microbiology Letters* 203: 249-255.
113. Tondje P., Roberts D., Bon M., Widmer T., Samuels G., Ismaiel A., Begoude A., Tchana T., Nyemb-Tshomb E., Ndoumbe-Nkeng M., Bateman R., Fontem D., Hebbar K. 2007. Isolation and identification of mycoparasitic isolates of *Trichoderma asperellum* with potential for suppression of black pod disease of cacao in Cameroon. *Biological Control* 43(2): 202-212.
114. Trillas M., Casanova E., Cotxarrera L., Ordovás J., Borrero C., Avilés M. 2006. Composts from agricultural waste and the *Trichoderma asperellum* strain T-34 suppress *Rhizoctonia solani* in cucumber seedlings. *Biological Control* 39(1): 32-38.
115. Ulacio D., Salas J., Querales P., Sanabria M. 2002. Micobiota del suelo de zonas productoras de papa del Estado Mérida y su relación con *Rhizoctonia solani*. *Bioagro* 14(1): 11-16.
116. USDA, ARS, National Genetic Resources Program (2006). *Germplasm Resources Information Network - (GRIN)* [Online Database]. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. URL: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?42207> Accesado: 15 Septiembre de 2006.
117. Verma M., Brar S., Tyagi R., Surampalli R., Valéro J. 2007. Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: Panoply of biological control. *Biochemical Engineering Journal* 37(1): 1-20.
118. Vinale F., Sivasithamparam K., Ghisalberti E., Marra R., Woo S., Lorito M. 2008. *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. *Soil Biology and Biochemistry* 40(1): 1-10.

119. Vizcaíno J., Sanz L., Basilio A., Vicente F., Gutiérrez S., Hermosa M., Monte E. 2005. Screening of antimicrobial activities in *Trichoderma* isolates representing three *Trichoderma* sections. *Mycological Research* 109(12): 1397-1406.
120. Wardle D., Parkinson D., Waller J. 1993. Interspecific competitive interactions between pairs of fungal species in natural substrates. *Oecologia* 94: 165-172.
121. White T., Bruns T., Lee S., Taylor J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications. Academic Press. p 315-322.
122. Wijesinghe C., Wilson R., Samarasekara J., Wijesundera R. 2011. Development of a formulation of *Trichoderma asperellum* to control black rot disease on pineapple caused by (*Thielaviopsis paradoxa*). *Crop Protection* 30(3): 300-306.
123. Whipps J. 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany* 52: 487-511.
124. Widden P., Hsu D. 1987. Competition between *Trichoderma* species: Effects of temperature and litter type. *Soil Biology and Biochemistry* 19(1): 89-93.
125. Worasatit N., Sivasithamp K., Ghisalberti E., Rowland C. 1994. Variation in pyrone production, lytic enzymes and control of *Rhizoctonia* root rot of wheat among single-spores isolates of *Trichoderma koningii*. *Mycological Research* 98(12): 1357-1363.
126. Yedidia I., Shores M., Kerem Z., Benhamou N., Kapulnik Y., Chet I. 2003. Concomitant Induction of Systemic Resistance to *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* in Cucumber by *Trichoderma asperellum* (T-203) and Accumulation of Phytoalexins. *Applied and Environmental Microbiology* 69: 7343- 7353.
127. Zhang C., Druzhinina I., Kubicek C., Xu T. 2005. *Trichoderma* biodiversity in China: Evidence for a north to south distribution of species in east Asia. *FEMS Microbiology Letters* 251(2): 251-257.

APENDICE 1. Secuencias e identificación de los genes ITS1 e ITS2 de algunas de las especies estudiadas. Por razones de espacio, solo se muestra el análisis que arroja el programa TrichoKEY para los aislados TV1 y TV3, las secuencias obtenidas y la identificación correspondiente para las restantes.

TV1

Analysing sequence: **Non-fasta_sequence**

First anchor (GSH) was found in position **68**

Second anchor (GSH) was found in position **89**

Third anchor (GSH) was found in position **235**

Fourth anchor (GSH) was found in position **393**

Fifth anchor (GSH) was found in position **493**

Found **5** genus-specific hallmarks (Anchors):



Genus Identification: *Hypocrea/Trichoderma*, Hypocreaceae, Hypocreales, Ascomycota

region 1 (8nt) was detected; region 2 (140nt) was detected; region 3 (186nt) was detected; 5.8S RNA gene was removed

Section Identification: [Section Trichoderma](#)

Section Identification: [XII Rufa Clade](#)

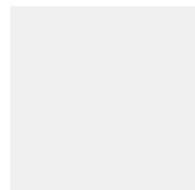


Species identification:

Trichoderma koningiopsis

Identification reliability: high

barcode was developed on the basis of 20 vouchered sequences which showed 1 ITS 1 and 2 alleles



Query sequence: TTGGTGACAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAAGTGTGCTCGGCGGG [GTCACG] CCCCXXX [TGGTGGCAG] CCCCXAAACAGGCGCCCGCCGGAGGAACCAACCA [AACTCTTTCTGTA] GTCCCCTCGCGGACGTATTTCTTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCATAAATGAATCAAAACTTTCAACAAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGGG [GATCGGG] ACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGC [CTCTCCTGCG] CAGTAGTTTGACAACTCGCACCGGGAGCGGGCGGTCCACGTCCGTAAAAACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

Type Sequence: TGTTGCCTCGGCGGG [GTCACG] CCCCXXX [TGGTGGCAG] CCCCXAAACAGGCGCCCGCCGGAGGACCAACCA [AACTCTTTCTGTA] GTCCCCTCGCGGACGTATTTCTTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAAATGAATCAAAACTTTCAACAAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGGG [GATCGGG] AACCCCTAAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGC [CTCTCCTGCG] CAGTAGTTTGACAACTCGCACCGGGAGCGGGCGGTCCACGTCCGTAAAAACCCAACTTTCTGATAAGTGTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGA

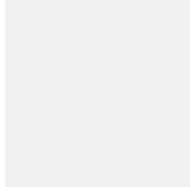


Species identification:

Trichoderma ovalisporum

Identification reliability: standard

barcode was developed on the basis of 0 vouchered sequences which showed 0 ITS 1 and 2 alleles



Query sequence: TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTCAAACTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACGT
 TGCCTCGGCGGG [GTCACG] CCCC GGG [TGCGTGCAG] CCCC GAAACAGGCGCCCGCCGGAGGA
 ACCAACCA [AACTCTTTCTGTA] GTCCCTCGCGGACGTATTTCTTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCA
 AAATGAATCAAACTTTCAACAA CGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGAT
 AAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCT
 GCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCA TTTCAACCCCTGAAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGGG [GATCG
 GG] ACCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGC [CTCTCCTGCG] C
 AGTAGTTTGCAAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAAC TTTCTGAAATG
 TTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTAAGCATATCAA

Type Sequence: CCGAGTTTCAAACTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACGTTCCTCGGCGGG [GTCACG] CCC
 CGGG [TGCGTGCAG] CCCC GAAACAGGCGCCCGCCGGAGGGACCAACCA [AACTCTTTCTGTA]
 GTCCCTCGCGGACGTATTTCTTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
 GATCTTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAG
 TGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCA
 TTTCAACCCCTGAAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGGG [GATCGGG] AACCCCTAAGACGGGATCCCG
 GCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGC [CTCTCCTGCG] CAGTAGTTTGCAAACTCGCACCCG
 GGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAAC TTTCTGAAATG



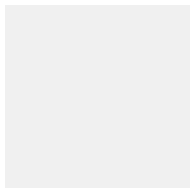
Species identification:

Trichoderma asperellum



Identification reliability: high

barcode was developed on the basis of 40 vouchered sequences which showed 1 ITS 1 and 2 alleles



Query sequence: TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTCAAACTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACGT
 TGCCTCGGCGGG [GTCACG] CCCC GGG [TGCGTGCAG] CCCC GAAACAGGCGCCCGCCGGAGGA
 ACCAACCA [AACTCTTTCTG] TAGTCCCTCGCGGACGTATTTCTTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCA
 AAATGAATCAAACTTTCAACAA CGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGAT
 AAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCT
 GCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCA TTTCAACCCCTGAAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGGG [GATCG
 GGAC] CCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCTGCGCAGTA
 GTTTGCAAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAAC TTTCTGAAATGTTGA
 CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTAAGCATATCAA

Type Sequence: CCGAGTTTCAAACTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACGTTCCTCGGCGGG [GTCACG] CCC
 CGGG [TGCGTGCAG] CCCC GAAACAGGCGCCCGCCGGAGGAACCAACCA [AACTCTTTCTG] TA
 GTCCCTCGCGGACGTATTTCTTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
 GATCTTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAG
 TGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCA
 TTTCAACCCCTGAAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGGG [GATCGGGAC] CCCTCACACGGGTGCCGGC
 CCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCAAACTCGCACCGGGAGCG
 CGGCGCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAAC TTTCTGAAATG

TV3

Analysing sequence: **Non-fasta_sequence**

First anchor (GSH) was found in position **73**

Second anchor (GSH) was found in position **95**

Third anchor (GSH) was found in position **256**

Fourth anchor (GSH) was found in position **414**

Fifth anchor (GSH) was found in position **513**

Found **5** genus-specific hallmarks (Anchors):



Genus Identification: *Hypocrea/Trichoderma*, Hypocreaceae, Hypocreales, Ascomycota

region 1 (9nt) was detected; region 2 (155nt) was detected; region 3 (187nt) was detected; 5.8S RNA gene was removed

Section Identification: I Lixii-Catoptron Clade

Section Identification: Section Pachybasium

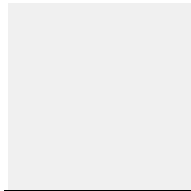


Species identification:

Trichoderma pleurotum

Identification reliability: standard

barcode was developed on the basis of 10 vouchered sequences which showed 1 ITS 1 and 2 alleles



Query sequence: **TCTCGTTGGTGACAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAAC**TCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAA
ACTGTTGCCTCGGCGG [**GATCTCTG**] CCCCgggTgCGTcGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCGCGGGAG
GACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCCTCGCGG [**GTTTTTATAATCT**] GAGCCTTCTCGGCG [
CCCCTGTGGG] CGTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATG
AAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCA
CATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGG
GGGTcGGcGTTGGGGATCGGCCCTCCCTCTGCGGGGGCCGTCTCCGAAATCCAGTGGCGGTCTGCGCGCA
GCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGCACTCGCACCGGGAGCGCGGCGGTCCACAGCCGTTAAACACCCAA
CTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCATAA

>TV1 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperelum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAAC TCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAA ACTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTcGCAGCCCCGGAACCGAGGCGCCGCGGAGGAACCAACCAAACTCTTCTGTAGTCCCCT
CGCGGACGTATTTCTTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGC
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGG
GGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCCTCCTGCGCAGTAGTTTGC
CAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV2 *T. virens*, incomplete

TCTCCGTTGGTGACCAGCGGAGGGAtCATTACCGAGTTTACAAC TCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAA ACTGTTGCC
TCGGCGGATCTCTGCCCGGGTgCGTcGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTA
TACCCCTCGCGGGTTTTTACTATCTGAGCCATCTCGGCGCCCTCGTGGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAA
CAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAAT
CATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGG

>TV3 *T. pleurotum*

TCTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCT
CGGCGGGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTAT
ACCCCTCGCGGGTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCCTCGTGGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAAC
AACGGATCTCTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATC
ATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTATTTCAACCCTCGAACC
CCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTCTGCGGGGGCCGTCTCCGAAAATCCAGTGGCGGTCTCGCCGAGC
CTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCACCAGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATG
TTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCATAA

>TV4 *T. harzianum*

TCTCGCTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCC
TCGGCGGGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCTAAAACCTTTATTGT
ATACCCCTCGCGGGTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGGCTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCA
ACAACGGATCTCTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAA
TCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTATTTCAACCCTCGAA
CCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGC
AGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAA
TGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCATAA

>TV5 *T. reesei*

TCTCCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAATCTGTTGC
CTCGGCGGGATCTCTGCCCCGGGCGCGTCGCAGCCCCGGATCCCATGGCGCCCGCGGAGGACCAACTCAAACCTTTTT
TTCTCTCCGTTCGGCTTCCGTTCGGCTCTGTTTTACCTTGTCTGTAGCCTTCTCGGGCACCCTAGCGGGCGTCTCG
AAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGA
GAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGA
GCGTCATTTCAACCCTCGAACCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCACCGGGCCGCCCCGAAATACAGT
GGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCACCAGGAGCGCGGCGGCGCCACAGCCGTAACCA
CCCCAACTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGGCGG

>TV6 *T. pleurotum*

TGGATGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCC
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCC
CTCGCGGGTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCCTCGTGGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGG
ATCTCTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGA
ATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTATTTCAACCCTCGAACCCTCC
GGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTCTGCGGGGGCCGTCTCCGAAAATCCAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCACCAGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGGCGG

>TV8 *T. pleurotum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCC
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCC
CTCGCGGGTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCCTCGTGGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGG
ATCTCTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGA
ATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTATTTCAACCCTCGAACCCTCC
GGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTCTGCGGGGGCCGTCTCCGAAAATCCAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCACCAGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGGCGGA

>TV9 *T. vires*

TCTCCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCC
TCGGCGGGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTA
TACCCCTCGCGGGTTTTTACTATCTGAGCCATCTCGGCGCCCTCGTGGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAA
CAACGGATCTCTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAAT
CATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTATTTCAACCCTCGAAC
CCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTTACGGGGCCGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTG
ACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAG

>TV10 *T. vires*

ACTCCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCC
TCGGCGGGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTA
TACCCCTCGCGGGTTTTTACTATCTGAGCCATCTCGGCGCCCTCGTGGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAA
CAACGGATCTCTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAAT
CATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTATTTCAACCCTCGAAC
CCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTTACGGGGCCGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTG
ACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAA

>TV11 *T. harzianum*

TGGTGACCAGCGGAGGGAtCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCGG
GATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCCC
TCGCGGGTTTTTTTTATAAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAAACCTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAGGCGGAG

>TV12 *T. virens*

TCTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGAtCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCT
CGGCGGGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTAT
ACCCCTCGCGGGTTTTTACTATCTGAGCCATCTCGGCGCCCCCTCGTGGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAAACCTTTCAAC
AACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATC
ATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCC
CCTCCGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTTACGGGGCCGGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTC
CTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAaT

>TV13 Unidentified Incomplete

AACCAGCGGAAGGGAtCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGA
TCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCCTC
CGGGTTTTTTTTATAAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCCCCTCGTGGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAAACCTTTCAACAACGGATC
TCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATC
TTTGAACGCACATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCGGG
GGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTCTGCGGGGGCCGTCTCCGAAATCC

>TV14 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

TCTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGAtCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCT
CGGCGGGGTTCACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCCGCGGAGGAACCAACCAAACCTTTTCTGTAGT
CCCCTCGCGGACGATTTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAAATGAATCAAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTT
TGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGC
ACATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCGGGGGATCGGCG
TTGGGGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGT
GTTGCAACCTCGACCCGGGAGCGCGGCGGCGTCCCGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAG

>TV15 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

TCTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGAtCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCT
CGGCGGGGTTCACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCCGCGGAGGAACCAACCAAACCTTTTCTGTAGT
CCCCTCGCGGACGATTTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAAATGAATCAAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTT
TGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGC
ACATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCGGGGGATCGGCG
TTGGGGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACTCGACCCGGGAGCGCGGCGGCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAaT

>TV16 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

TCTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGAtCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCT
CGGCGGGGTTCACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCCGCGGAGGAACCAACCAAACCTTTTCTGTAGT
CCCCTCGCGGACGATTTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAAATGAATCAAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTT
TGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGC
ACATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCGGGGGATCGGCG
TTGGGGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACTCGACCCGGGAGCGCGGCGGCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAG
GTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCATA

>TV17 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

TCTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGAtCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCT
CGGCGGGGTTCACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCCGCGGAGGAACCAACCAAACCTTTTCTGTAGT
CCCCTCGCGGACGATTTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAAATGAATCAAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTT
TGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGC
ACATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCGGGGGATCGGCG
TTGGGGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACTCGACCCGGGAGCGCGGCGGCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAaT

>TV21 *T. harzianum*

TCTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGAtCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCT
CGGCGGGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTTGTAT

ACCCCTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCA
ACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAA
TCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAA
CCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGC
AGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTCTGAAA
TGTTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCATAA

>TV22 *T. harzianum*

TCTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCT
CGGCGGGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTTTGTAT
ACCCCTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCA
AACACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGA
ATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGA
ACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCG
CAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTCTGA
AATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAaTAA

>TV23 *T. harzianum*, incomplete

ATCTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCC
TCGGCGGGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTCTTATTGTA
TACCCCTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCCTCTCGTGGGCGTTTT

>TV25 *T. pleurotum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCCTCTGGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGG
ATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGA
ATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCC
GGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTCTGCGGGGGCCGTCTCCGAAATCCAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTC
TGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCACCGGGAGCGCGGCGGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCA

>TV26 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTTTTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAA
CGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCAT
CGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
TCCGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCC
TCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGT
TGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAAT

>TV27 *T. Incomplete*

TTGGTGAAACAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGG
CGGGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTTTACTGTAGTCC
CCTCGCGGACGTTATTTCTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCT
TGCA

>TV28 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTTTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAAAGCG

>TV30 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCCGCGGAGGAACCAACCAAACCTTTCTGTAGTCCCCT
CGCGGACGATTTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCA
TCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATT
GCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGGG
GATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGA
CAACTCGACCCGGAGCGGCGGCGGTCCACGTCCGTAACCAACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGA
ATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAAGCGGAG

>TV32 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCCGCCGAGGACCAACCAAACTCTTTTTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCCTGAACCCCTC
CGGGGGGTGCGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAaAGGCGGAGG

>TV34 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCCGCCGAGGACCAACCAAACTCTTTTTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCCTGAACCCCTC
CGGGGGGTGCGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAaAGGCGGAGG

>TV35 *T. erinaceum*

TTGGGTGAACAGGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGG
CGGGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCCGCCGAGGGACCAACCAAACTCTTTACTGTAGTCC
CCTCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTT
TGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGC
ACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCCTCGAACCCCTCGGGGGGTGCGCG
TTGGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCTGCGCAGTA
GTTTGCACAACCTGCACCGGGAGCGCGCGCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCA
GGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAA

>TV36 *T. erinaceum*, Incomplete

TCTCCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCC
TCGGCGGGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCCGCCGAGGGACCAACCAAACTCTTTACTGTA
GTCCCTCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTG
GTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGA
ACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCCTCGAACCCCTCGGGGGGTG
GGCGTTGGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCTGCGC
AGTAGTTTGCACAACCTGCACCGGGAGCGCGCGCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCG
GCGCAGTAGTTTGCACAACCTGCACCGGGAGCGCGCGCGT

>TV38 *T. erinaceum*

TCTCCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCC
TCGGCGGGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCCGCCGAGGGACCAACCAAACTCTTTACTGTA
GTCCCTCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTG
GTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGA
ACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCCTCGAACCCCTCGGGGGGTG
GGCGTTGGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCTGCGC
AGTAGTTTGCACAACCTGCACCGGGAGCGCGCGCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCG
ATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCA

>TV39 *T. erinaceum*

TCTCcGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCC
TCGGCGGGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCCGCCGAGGGACCAACCAAACTCTTTACTGTA
GTCCCTCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAAAAACGGATCTCTTG
TCTGGCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTG
AACGCACATTGCGCCCGCCAGTTTTCTGGGGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCCTCGAACCCCTCGGGGGGT
CGGCGTTGGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCTGCG
CAGTAGTTTGCACAACCTGCACCGGGAGCGCGCGCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCG
GATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCATAA

>TV42 *T. harzianum*

TTGGATGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCCGCCGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCC
CCTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAA
CGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCAT
CGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCCTGAACCCCT
TCCGGGGGTGCGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCT
CTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTG
ACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAAAGGCGGAGGA

>TV44 *T. erinaceum*

GTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGC

GGGGTCACGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTTTACTGTAGTCCC
CTCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTTTGGTTCT
GGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCA
CATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGT
TGGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAG
TTTGCACAACCTCGACCCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAG
GTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAA

>TV45 *T. erinaceum* Incomplete ?

CTCCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCT
CGGCGGGGTACGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGAACCAACCAAACCTTTCTGTAGT
CCCCTCGCGGACGTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACCAACGATTTCTTTGGTT
TCCGGGCATCGATGAAAAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAA
CGACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCG
GCGTTGGGGATCGGGACCCCTCA

>TV47 *T. harzianum* Incomplete

TCTCCGATTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGC
CTCGGCGGGATCTCTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTTGT
ATACCCCTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACCTTT
AACAAACGGATCTTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGA
ATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGA
ACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGGCGGTCTCGCC
GCAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTG

>TV48 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAAC
GGATCTCTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGGCGGTCTCGCCGCGAGCCT
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAAGCGGAGG

>TV49 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAAC
GGATCTCTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGGCGGTCTCGCCGCGAGCCT
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAAGCGGAGG

>TV50 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAAC
GGATCTCTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGGCGGTCTCGCCGCGAGCCT
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAAGCGGAGG

>TV52 *T. harzianum* Incomplete

TCTCCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCC
TCGGCGGGATCTCTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGT
ATACCCCTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAACCTTT
AACAAACGGATCTTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGA
ATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGA
ACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGGCGGTTCCTCC
CACCTCTCCCGGGCAGAAATTTGACCCCTCCGCTCCGGGGGAGCGGGGCGCTCCACACCCCTTAAACACCCAACCTTCTG
AAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCATAGAGCGGAGGACCACCCAACCTTCTGAA
TGTTGACCTCGGATCAGTAGGATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAGCGGAGGA

>TV54 *T. erinaceum*

TCTCCGATTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGC
CTCGGCGGGGTACGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTACTGT
AGTCCCTCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTT

GGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTG AACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCGGGGGGT CGGGCTTGGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTCGC CAGTAGTTTGCACAACTCGACCCGGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCG GATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV55 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATAACAACTGTTGCCTCGGCG GGGTCACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACCCAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACTCTTTACTGTAGTCCCC TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTGGTTCTG GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC ATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTGGCGTT GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGT TTGCACAACTCGACCCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAAGCGGAGG

>TV58 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

TCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACAACTGTTGCCTCG GCGGGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACCCAGGCGCCCGCGGAGGAACCAACCAAACTCTTTCTGTAGTCC CCTCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTGGTTCT GGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCA CATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGT TGGGGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTT TGACAACTCGACCCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGT AGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV59 *T. harzianum*

TCTCCGATTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACAACTGTTGC CTGCGGGGATCTCTGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCTAAAACCTTTTTG TATACCCCTCGCGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCA AACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGA ATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGA ACCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCG CAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAACACCCAACTTTCTGAA ATGTTGACCTCGGATCAG

>TV60 *T. erinaceum*

ACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATAACAACTGTTGCCTCGGCGGGTCA CGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGAACCCAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACTCTTTACTGTAGTCCCCTCGCGG ACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCG ATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCG CCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGAT CGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCAC AACTCGCACCCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAA TACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGGAG

>TV61 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATAACAACTGTTGCCTCGGCG GGGTCACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACCCAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACTCTTTACTGTAGTCCCC TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC ATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTT GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGT TTGCACAACTCGACCCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV62 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACAACTGTTGCCTCGGCG GGGTCACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACCCAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACTCTTTCTGTAGTCCCC TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGC ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC ATGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTT GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGT TTGCACAACTCGACCCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG AATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAAGCGGGAG

>TV63 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

GTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACAACTGTTGCCTCGGC GGGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACCCAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACTCTTTCTGTAGTCCCC

TCGCGGACGTATTTCTTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGG
CATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACA
TTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCTCCGGGGGATCGGCGTTG
GGGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTG
CACAACCTCGACCGGGAGCGCGGCGCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAG
GAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAAGGCGGAG

>TV66 *T. harzianum*

ACTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCT
CGGCGGGATCTCTGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTAT
ACCCCTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAAACTTTCAA
CAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAAT
CATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAAC
CCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAG
CCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTGAAATG
TTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCA

>TV67 *T. harzianum* Incomplete

CATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGATCTCTGCCCCGGGTGCG
TCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCCTCGCGGGTTTTTTTATAAT
CTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATC
GATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGC
GCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGA
TCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGC

>TV68 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATAACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCTCCGGGGGGTTCGGCGTT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGT
TTGCAAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAAGCGGGAGGAA

>TV70 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCTC
CGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAA

>TV71 *T. harzianum* Incomplete

TCTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCT
CGGCGGGATCTCTGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTAT
ACCCCTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAAACTTTCAA
CAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAAT
CATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAAC
CCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAG
CCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCAT

>TV72 *T. harzianum*

ATCTCCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGC
CTCGGCGGGATCTCTGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGT
ATACCCCTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAAACTTT
CAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGT
AATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCG
AACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCG
CAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAA
ATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAaTAA

>TV73 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCTAAACCTTTTTGTATACCC
CCTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAAACTTTCAACAACG

GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTGCGGCTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAATTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV73A *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAATGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCGGAGGAACCAACCAAATCTTTCTGTAGTCCCT
CGCGGACGTATTTCTACAGCTCTGAGCAAAAATCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCA
TCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATT
GCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGGG
GATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGA
CAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAATTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGA
ATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA

>TV74 *T. harzianum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAATGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAATCTTTATGTATACCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAAC
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTGCGGCTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAATTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCA

>TV75 *T. harzianum*
TCTCCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAATGTTGCC
TCGGCGGGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAATCTTTATGTATACCC
TACCCCTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCA
ACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGA
TCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAA
CCCCTCCGGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCA
GCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAATTTCTGAAAT
GTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCA

>TV76 *T. erinaceum*
TCTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAATGTTGCCT
CGGCGGGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAATCTTTACTGTAG
TCCCTCGCGGACGTTATTTCTACAGCTCTGAGCAAAAATCAAATAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTG
GTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGA
ACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGT
GGCGTTGGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTCTGCGC
AGTAGTTTGCACAACTCGCACCGGAGCGCGGCGCTCCACAGTCCGTAACACCCAATTTCTGAAATGTTGACCTCGG
ATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAaTAA

>TV77 *T. erinaceum*
GACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAATGTTGCCTCGGCGGGGT
ACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAATCTTTACTGTAGTCCCTCGCG
GACGTTATTTCTACAGCTCTGAGCAAAAATCAAATAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCAT
GATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGC
GCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTGGCGGTTGGGA
TCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGA
CAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAATTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGA
ATACCCGCTGAACTTAAGCATATCATAAG

>TV79 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAATGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAATCTTTCTGTAGTCCCT
CGCGGACGTATTTCTACAGCTCTGAGCAAAAATCAAATAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGC
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTGGCGGTTGG
GGATCGGGAAACCCCTAAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTT
GCACAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAATTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAG
GAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGGAGGAAT

>TV80 *T. harzianum*
ATCTCCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAATGTTGC
CTCGGCGGGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAATCTTTATGT
ATACCCCTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTT

AACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGA
ATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGA
ACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCG
AGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAA
TGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCA

>TV81 *T. virens*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCCGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTACTATCTGAGCCATCTCGGCCCCCTCGTGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGG
ATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGA
ATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCC
GGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTTACGGGGCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCG
CAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCCAAACCTTCTGAAATGTTGACCTCG
GATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAA

>TV82 Unidentified, Incomplete

TCTCCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCC
TCGGCGGGGTACGCCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCCGAGGGACCAACCAAACCTTTTCTGTGA
CCCCCTCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGG
TTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAA
CGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTCCG
GCGTTGGGGATCGGGAACCCCTAAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTG

>TV82B *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*

TCTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCT
CGGCGGGGTACGCCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCCGAGGGACCAACCAAACCTTTTCTGTAGT
CCCCTCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGT
CTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACG
CACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTCCG
GTTGGGGATCGGGAACCCCTAAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGT
AGTTTGCACAACCTCGACCCGGAGCGCGCGCGTCCACGTCCGTAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCA
GGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAA

>TV83 Unidentified

TCTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCT
CGGCGGGATCTCTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCCGAGGGACCAACCTAAAACCTTTATTGTGA
TACCCCTCGCGGGTTTTTAAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTT
AACAAACGGATCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGA
ATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGA
ACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCG
CAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAA
ATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAA

>TV84 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*

TCTCCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCC
TCGGCGGGGTACGCCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCCGAGGGACCAACCAAACCTTTTCTGTAG
TCCCCTCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGT
TCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAAC
GCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGG
CGTTGGGGATCGGGAACCCCTAAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAG
TAGTTTGCACAACCTCGACCCGGAGCGCGCGCGTCCACGTCCGTAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGACCTCGGATC
AGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCATA

>TV85 *T. erinaceum*

TTGGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGGTACGCCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCCGAGGGACCAACCAAACCTTTTACTGTAGTCCC
CTCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCT
GGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCA
CATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGT
TGGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAG
TTTGCACAACCTCGACCCGGAGCGCGCGCGTCCACGTCCGTAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAG
GTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAAG

>TV85B *T. erinaceum*

TCTCCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCC
TCGGCGGGGTACGCCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCCGAGGGACCAACCAAACCTTTTACTGTA
GTCCCCTCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGG
GTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGA
ACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTC

GGCGTTGGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCAGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGACGCTCTCCTGCGC
AGTAGTTTGCACAACCTCGACCCGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTAACACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGG
ATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV86 T. harzianum

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTTCGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGACGCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGA

>TV87 T. harzianum

GTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGA
TCTCTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCTAAAACCTTTTTGTATACCCCT
CGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGAT
CTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT
CTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCGG
GGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGACGCTC
TGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGACCT
CGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGG

>TV88 T. harzianum

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCTAAAACCTTTTTGTATACCC
CCTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTTCGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGACGCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAAG

>TV89 T. koningiopsis, T. ovalisporum, T. asperellum

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGAAACCAACCAAACTCTTTCTGTAGTCCCT
CGCGGACGTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGC
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGG
GGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGACGCTCTCTGCGCAGTAGTTTGC
CAAACTCGACCCGGAGC

>TV90 T. erinaceum

TCTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCT
CGGCGGGGTACGCCCCGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTACTGTAG
TCCCTCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGG
TTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAA
CGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCG
GCGTTGGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCAGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGACGCTCTCTGCGCA
GTAGTTTGCACAACCTCGACCCGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTAACACACCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGA
TCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCaTA

>TV91 T. harzianum

GCGGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGATCTCTG
CCCCGGTGCCTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCTAAAACCTTATTGTATACCCCTCGCGGG
TTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTT
GGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTG
AACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGT
CGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGACGCTCTCTGCGC
AGTAGTTTGCACAACCTCGACCCGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTAACACACCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGAT
CAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV91B T. harzianum Incomplete

ACTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCC
TCGGCGGGATCTCTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTTTTGTA
TACCCCTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACTTTG
AACACCGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGA
ATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGA
ACCCCTCCGGGGGGTTCGG

>TV92 T. harzianum

TCTCCGTTGGTGACCAGCGGAGGGAtCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCC
TCGGCGGGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTCTTTTTGTA
TACCCCTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAACCTTC
AACACGGATCTCTTGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGA
ATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGA
ACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCG
CAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTCTGAA
ATGTTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCATAA

>TV93 T. harzianum

TCTCCGTTGGTGACCAGCGGAGGGAtCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCC
TCGGCGGGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTCTTTTTGTA
TACCCCTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAACCTTCA
ACAACGGATCTCTTGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGA
TCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAA
CCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCG
AGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTCTGAAA
TGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCA

>TV95 T. harzianum

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCC
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTCTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAACCTTCAACAAC
GATCTCTTGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA

>TV96 T. harzianum

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCC
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTCTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAACCTTCAACAAC
GATCTCTTGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA

>TV97 T. harzianum

ACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGATCT
CTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTCTTTTTGTATACCCCTCGCG
GGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAACCTTCAACAACGGATCTCT
TGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTT
GAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGG
TCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCG
CAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTCTGAAATGTTGACCTCGGA
TCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAA

>TV98 T. harzianum

TCTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGAtCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCT
CGGCGGGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTCTTTTTGTAT
ACCCCTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAACCTTCAAC
AACGGATCTCTTGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATC
ATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAAC
CCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAG
CCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTCTGAAATG
TTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAA

>TV99 T. harzianum

ACTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGAtCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCT
CGGCGGGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTCTATTGTAT
ACCCCTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAACCTTCAA
CAACGGATCTCTTGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAAT
CATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAAC
CCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAG
CCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTCTGAAATG
TTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAA

>TV100 *T. harzianum*

GACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGATC
TCTGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGGGAGGACCAACCAAACCTTTTTGTATACCCCTCGC
GGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCT
CTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCT
TTGAACGCACATTGCGCCCCGAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGG
GGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTG
CGAGTAGTTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGACCTCG
GATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGA

>TV101 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*, Incomplete

tcTCTCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGC
CTCGGGGGGTGACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGGGAGGAACCAACCAAACCTTTTCTGTA
GTCCCTCGCGGACGTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGT
TCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAAC
GCAC

>TV103 *T. koningiopsis*, *T. asperellum*

AGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGGTGACGC
CCCCGGTGCCTGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGGGAGGGACCAACCAAACCTTTTCTGTAGTCCCCTCGCGGACGT
TATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAA
GAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCG
CAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGGA
ACCCCTAAGACGGATCCCGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGCACAACCTC
GCACCGGAGCGCGGCGCGTCCACGTCCGTAATAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGACCTCGGGATCAGGTAGGAATACCC
GCTGAACTTAAGCAATATCAATAAGCGGA

>TV104 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

TCTCCGTTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCC
TCGGCGGGGTGACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGGGAGGAACCAACCAAACCTTTTCTGTAG
TCCCCTCGCGGACGTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGT
TCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAAC
GCACATTGCGCCCCGAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGG
CGTTGGGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTA
GTTTGACAACCTCGCACCGGGAGCGCGGCGCGTCCACGTCCGTAATAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCA
GGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAA

>TV108 *T. harzianum*

TTGGATGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGATCTCTGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCC
CCTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAAC
GGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCGAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV109 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCC
CTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCGAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV113 *T. spirale*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGGGAGGACCAACCAAACCTTTTGTATACCC
CTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACG
TCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAA
TCTTTGAACGCACATTGCGCCCCGAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCG
GGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTTACGGGGCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGC
AGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCGTCCATTGCCGTAATAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGA
TCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAA

>TV115 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG

GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTCTTTCTGTAGTCCCCT
CGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGC
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGG
GGATCGGGAACCCCTAAGACGGGATCCCGGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTT
GCACAACCGCACCAGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAG
GAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAG

>TV116 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGAACCAACCAAACCTCTTTCTGTAGTCCCCT
CGCGGACGTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCA
TCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATT
GCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGGG
GATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGA
CAACTCGCACCGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGA
ATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAA

>TV117 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*
ACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGGTCA
CGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGAACCAACCAAACCTCTTTCTGTAGTCCCCTCGCGGA
CGTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATG
AAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCC
GCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGGGGATCGG
GACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGCACAAC
GCACCGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCC
GCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGGAGGAAA

>TV118 *T. vires*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTACTATCTGAGCCATCTCGGCGCCCCTCGTGGGCGTTTCGAAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGG
ATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGA
ATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCC
GGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTTTACGGGGCCGGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCG
CAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCCAAACCTCTGAAATGTTGACCTCG
GATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAA

>TV119 *T. vires*
GACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGATC
TCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTCTTATTGTATACCCCCTCG
GGGTTTTTACTATCTGAGCCATCTCGGCGCCCCTCGTGGGCGTTTCGAAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGGATCTC
TTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTT
TGAACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGG
GTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTTTACGGGGCCGGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTA
GTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCCAAACCTCTGAAATGTTGACCTCGGATCA
GGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGA

>TV120 *T. vires*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTACTATCTGAGCCATCTCGGCGCCCCTCGTGGGCGTTTCGAAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGG
ATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGA
ATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCC
GGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTTTACGGGGCCGGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCG
CAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCCAAACCTCTGAAATGTTGACCTCG
GATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV121 *T. vires*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTACTATCTGAGCCATCTCGGCGCCCCTCGTGGGCGTTTCGAAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGG
ATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGA
ATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCC
GGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTTTACGGGGCCGGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCG
CAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCCAAACCTCTGAAATGTTGACCTCG
GATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGA

>TV122 *T. vires*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG

GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTACTATCTGAGCCATCTCGGCGCCCTCGTGGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGG
ATCTCTTGGTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGA
ATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCC
GGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTTTACGGGGCCGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCGAGCCTCTCCTGCG
CAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGGTCCACAGCCGTTAAACACCCCAAACTTCTGAAATGTTGACCTCG
GATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAAG

>TV123 *T. virens*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTACTATCTGAGCCATCTCGGCGCCCTCGTGGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGG
ATCTCTTGGTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGA
ATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCC
GGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTTTACGGGGCCGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCGAGCCTCTCCTGCG
CAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGGTCCACAGCCGTTAAACACCCCAAACTTCTGAAATGTTGACCTCG
GATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV124 *T. virens*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTACTATCTGAGCCATCTCGGCGCCCTCGTGGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGG
ATCTCTTGGTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGA
ATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCC
GGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTTTACGGGGCCGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCGAGCCTCTCCTGCG
CAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGGTCCACAGCCGTTAAACACCCCAAACTTCTGAAATGTTGACCTCG
GATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV126 *T. virens*

GACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGATC
TCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCCCTCG
GGTTTTTTACTATCTGAGCCATCTCGGCGCCCTCGTGGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTC
TTGGTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTT
TGAACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTACCCTCGAACCCCTCC
GGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTTTACGGGGCCGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCGAGCCTCTCCTGCGCAGT
AGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGGTCCACAGCCGTTAAACACCCCAAACTTCTGAAATGTTGACCTCGGATC
AGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAA

>TV127 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCTAAACTCTTATTGTATACCCC
CCTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAAC
GGATCTCTTGGTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTCTAGCGGGGGCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCGAGCCT
CTCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGGTCCACAGCCGTTAAACACCCCAAACTTCTGAAATGTTG
ACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV129 *Incompleta*

ACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGGTCA
CGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGAAACAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTTACTGTAGTCCCTCGCGG
ACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTTCAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTCTGGCATCG
ATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCG
CCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTGGGGTTGGGGG
ATCGGAAACCCCTCAAACGGGGATCCGGCATCCCGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCGAGCCTCTCCTGCGCAG
TAGTTTGCACAACCTCGACCCGGGAGCGCGGCGGTCCACGTCCGTTAAACACCCCAAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGAT
CAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGG

>TV130 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGAAACAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTTCAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTCTG
GCATCTGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTGGCGTT
GGGGATCGGAAACCCCTCAGACGGGATCCCGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGT
TTGCAACAACCTCGACCCGGGAGCGCGGCGGTCCACGTCCGTTAAACACCCCAAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV134 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG

GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTGCGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV135 *T. erinaceum*

TGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACTGTTGCCTCGGCGGGGT
CACGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGAACCAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTTACTGTAGTCCCTCGC
GGACGTTATTTCTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCAT
CGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTG
CGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCGGGGGGTGCGGCGTTGGGG
ATCGGAAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGC
ACAACTCGACCCGGGAGCGGCGCGCTCCACGTCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCCGGAGGA

>TV138 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTGCGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV140 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAAC
GGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CGGGGGGTGCGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
TCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV142 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTTTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGG
ATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGA
ATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCC
GGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV147 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTGCGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV148 *T. virens*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTACTATCTGAGCCATCTCGGCGCCCTCGTGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACGG
ATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGA
ATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCC
GGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTTACGGGGCCGGCCCGGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGC
CAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGACCTCG
GATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV150 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACTGTTGCCTCGGCG

GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCGGAGGAACCAACCAAACTCTTTCTGTAGTCCCCT
CGCGGACGTATTTCTTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGC
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGG
GGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGC
ACAACTCGACCGGGAGCGGGCGCGTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAA

>TV151 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*
GGATGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTAACTCCCAAACCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCGG
GGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCGGAGGAACCAACCAAACTCTTTCTGTAGTCCCCTC
GCGGACGTATTTCTTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCA
TCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
GCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGGG
GATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGA
CAACTCGACCGGGAGCGGGCGCGTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGA
ATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAA

>TV152 *T. erinaceum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTAACTCCCAAACCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTTACTGTAGTCCCCTC
TCGCGGACGTATTTCTTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTT
GGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACCTCGACCGGGAGCGGGCGCGTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAA

>TV153 *T. harzianum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTAACTCCCAAACCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTTTTGTATACCCCT
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAAC
GGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGGTGGCGTTGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCT
CTCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGGGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACTTTCTGAAATGTTG
ACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAA

>TV155 *T. harzianum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTAACTCCCAAACCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTTTTGTATACCCCT
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTGGCGTTGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGGGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAA

>TV156 *T. harzianum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTAACTCCCAAACCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTTTTGTATACCCCT
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTGGCGTTGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGGGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAG

>TV157 *T. harzianum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTAACTCCCAAACCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTTTTGTATACCCCT
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAAC
GGATCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGGTGGCGTTGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
CTCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGGGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACTTTCTGAAATGTTG
ACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAA

>TV158 *T. harzianum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTAACTCCCAAACCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG

GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGGAGGACCAACCAAACTCTTTTTGTATACCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTGCGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV159 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACTCTTTCTGTAGTCCCT
CGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGG
CATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACA
TTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTG
GGGATCGGGAACCCCTAAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTT
TGCACAACTCGCACCCGGAGCGCGGCCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTA
GGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCCGGAGG

>TV161 *T. harzianum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACTCTTTTTGTATACCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTGCGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAAG

>TV162 *T. erinaceum*
TGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGGT
CACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACTCTTTACTGTAGTCCCTCGC
GGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCAT
CGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTG
CGCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGG
ATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGC
ACAACTCGCACCCGGAGCGCGGCCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCCGGA

>TV163 *T. harzianum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACTCTTTTTGTATACCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAAC
GGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCT
CTCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTT
GACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAAG

>TV164 *T. erinaceum*
GGATGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCGG
GGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACTCTTTACTGTAGTCCCT
CGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGG
CATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACA
TTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTG
GGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTT
TGCACAACTCGCACCCGGAGCGCGGCCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGT
AGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV164B *T. erinaceum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACTCTTTACTGTAGTCCCT
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACA
ATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTG
GGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTT
TGCACAACTCGCACCCGGAGCGCGGCCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGT
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV165 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG

GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTCTTTCTGTAGTCCCCT
CGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGC
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGG
GGATCGGGAACCCCTAAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTT
GCACAACCTGCACCGGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAG
GAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV167 *T. atroviridae*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTCTTTCTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGG
CATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACA
TTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTG
GGGACCTCGGGAGCCCCTAAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCTGCGCAGTAG
TTTGCACAACTCGACCGGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAG
GTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV168 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTCTTTCTGTAGTCCCC
CGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGC
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGG
GGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGCCCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGC
ACAACTCGACCGGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV169 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTTCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTCTTTTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGTTCGGCGTTGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTC
TCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV171 *T. erinaceum*

GACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGT
ACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTCTTTACTGTAGTCCCCTCGCG
GACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATC
GATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTG
CGCCGCGATATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGA
TCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGA
CAACTCGACCGGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGA
ATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAA

>TV172 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTCTTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACCTGCACCGGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV173 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTCTTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACCTGCACCGGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV174 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG

GGGTCACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGGGAGGGACCAACCAAACCTCTTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACCTCGACCCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV175B *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTCACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGGGAGGGACCAACCAAACCTCTTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACCTCGACCCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV177 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGAACAGGCGCCCGGGAGGACCAACCAAACCTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCATAA

>TV178 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGAACAGGCGCCCGGGAGGACCAACCAAACCTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAG

>TV179 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGAACAGGCGCCCGGGAGGACCAACCAAACCTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAAGCGGAGGA

>TV180 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTCACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGGGAGGGACCAACCAAACCTCTTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACCTCGACCCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV181 *T. erinaceum*

TGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGGT
CACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGGGAGGGACCAACCAAACCTCTTTACTGTAGTCCCCTCGC
GGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCAT
CGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTG
CGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGGGGCGTGCCTGtCCGA_gcgTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGC
GTTGGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCTGCGCAGT
AGTTTGACAACCTCGACCCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATC
AGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV182 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGACCAAGGCGCCCCGCCGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCCTCGAACCCCTC
CGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV187 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGACCAAGGCGCCCCGCCGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCCTCGAACCCCTC
CGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV189 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGACCAAGGCGCCCCGCCGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCCTCGAACCCCTC
CGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV190 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGAACCAAGGCGCCCCGCCGAGGACCAACCAAACTCTTCTGTAGTCCCT
CGCGGACGTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCA
TCGATGAAAAACGCAGCAAAATGCGATAAAGTAATGGAAATGGCAAAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
TGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCCTCGAACCCCTCGGGGGTTCGGCGTTGG
GGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGC
ACAACTCGCACCCGGGAGCGCGCGCGTCCACGTCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACTTAAGCATATCATAG

>TV192 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGAACCAAGGCGCCCCGCCGAGGACCAACCAAACTCTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCAAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCCTCGAACCCCTCGGGGGGTTCGGCGTT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACTCGCACCCGGGAGCGCGCGCGTCCACGTCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV193 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGAACCAAGGCGCCCCGCCGAGGACCAACCAAACTCTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCAAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCCTCGAACCCCTCGGGGGGTTCGGCGTT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACTCGCACCCGGGAGCGCGCGCGTCCACGTCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV194 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGACCAAGGCGCCCCGCCGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCCTCGAACCCCTC
CGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV197 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCCGGAGGGACCAACCAAACCTCTTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGGATCTCTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCCGCAAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTGGCGGT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACCTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCAGTCCGTAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV198 *T. virens*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCCGGAGGACCAACCAAACCTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTACTATCTGAGCCATCTCGGCGCCCTCGTGGGCGTTTCGAAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGG
ATCTCTTGGTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGA
ATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCC
GGGGGGTGGCGTGGGGATCGGCCCTTACGGGGCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGC
CAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAACACCCCAACTTCTGAAATGTTGACCTCG
GATCAGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAAT

>TV199 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCCGGAGGACCAACCAAACCTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCC
CGGGGGTGGCGTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAACACCCCAACTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV200 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCGATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCCGGAGGACCAACCAAACCTTTTTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAAACTTTCAACAACG
ATCTCTTGGTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGA
ATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCC
GGGGGGTGGCGTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAACACCCCAACTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV200V *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCGATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCCGGAGGACCAACCAAACCTTTTTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAAACTTTCAACAACG
ATCTCTTGGTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGA
ATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCC
GGGGGGTGGCGTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAACACCCCAACTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV201 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCCGGAGGACCAACCAAACCTTTTTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAAACTTTCAACAAC
GGATCTCTTGGTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGGTGGCGTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAACACCCCAACTTCTGAAATGTTG
ACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV202 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCCGGAGGACCAACCAAACCTCTTTCTGTAGTCCCCCT
CGCGGACGATTTTTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTCTGGC
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGATCGGCGTGG
GGATCGGGAACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGC
ACAACCTGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV204 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCCGGAGGGACCAACCAAACCTTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGGATCTCTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTGGCGGT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAG
TTGCACAACCTCGACCGGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTAAAAACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV204B *T. erinaceum*

TTGGATGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCCGGAGGGACCAACCAAACCTTTACTGTAGTCCC
CTCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGGATCTCTGGTTCT
GGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCA
CATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTGGCGGT
TGGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAG
TTTGCACAACCTCGACCGGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTAAAAACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAG
GTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV206 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCCGGAGGGACCAACCAAACCTTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGGATCTCTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTGGCGGT
TGGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAG
TTGCACAACCTCGACCGGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTAAAAACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV207 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAAACTTTCAACAACG
GATCTTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV208 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAAACTTTCAACAACG
GATCTTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV209 Incomplete

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGAGC
GGGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCCGGAGGGACCAACCAAACCTTTACTGTAGTCCC
CTCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGGATCTCTGGTTCT
GGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCA
CATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTGGCGGT
TGGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAG
TTTGCACAACCTCGACCGGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTAAAAACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAG
GTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAA

>TV210 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCC
CTCGCGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAAACTTTCAACAAC
GGATCTTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV212 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCGAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCCTCGAACCCCTC
CGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV215 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCGAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCCTCGAACCCCTC
CGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV217 *T. reesei*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAATCTGTTGCCTCGGC
GGGATTCTCTGCCCGGGCGCTCGCAGCCCCGGATCCCATGGCGCCCGCGGAGGACCAACTCAAACCTTTTTTCTCT
CCGTGCGGGCTTCCGTGCGGGCTCTGTTTTACCTTTGCTCTGAGCCTTTCTCGGCGACCCTAGCGGGCGTCTCGAAAATG
AATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTG
CAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCA
TTTTCAACCCCTCGAACCCCTCGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCACCGGGCGCCCGGAAATACAGTGGCGGT
CTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCGGCCACAGCCGTTAAACACCCCAA
ACTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGGCGGA

>TV218 *T. reesei*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAATCTGTTGCCTCGGC
GGGATTCTCTGCCCGGGCGCTCGCAGCCCCGGATCCCATGGCGCCCGCGGAGGACCAACTCAAACCTTTTTTCTCT
CCGTGCGGGCTTCCGTGCGGGCTCTGTTTTACCTTTGCTCTGAGCCTTTCTCGGCGACCCTAGCGGGCGTCTCGAAAATG
AATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTG
CAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCA
TTTTCAACCCCTCGAACCCCTCGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCACCGGGCGCCCGGAAATACAGTGGCGGT
CTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCGGCCACAGCCGTTAAACACCCCAA
ACTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGGCGGA

>TV219 *T. reesei*

GACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAATCTGTTGCCTCGGCGGGAT
TCTCTGCCCGGGCGCTCGCAGCCCCGGATCCCATGGCGCCCGCGGAGGACCAACTCAAACCTTTTTTCTCTCCGTG
CGGGCTTCCGTGCGGGCTCTGTTTTACCTTTGCTCTGAGCCTTTCTCGGCGACCCTAGCGGGCGTCTCGAAAATGAATCA
AACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGAGAA
TTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCA
ACCCTCGAACCCCTCGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCACCGGGCGCCCGGAAATACAGTGGCGGTCTCGC
CGCAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCGGCCACAGCCGTTAAACACCCCAAACCT
GAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAG

>TV221 *T. reesei*

ACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAATCTGTTGCCTCGGCGGGAT
CTCTGCCCGGGCGCTCGCAGCCCCGGATCCCATGGCGCCCGCGGAGGACCAACTCAAACCTTTTTTCTCTCCGTG
CGGCTTCCGTGCGGGCTCTGTTTTACCTTTGCTCTGAGCCTTTCTCGGCGACCCTAGCGGGCGTCTCGAAAATGAATCA
AACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGAGAA
TCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCA
CCCTCGAACCCCTCGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCACCGGGCGCCCGGAAATACAGTGGCGGTCTCGC
GCAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCGGCCACAGCCGTTAAACACCCCAAACCT
GAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAG

>TV222 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTACAGCTCTGAGCAAAAAATTTCAAATGAATCAAAACTTTCAACAACGGATCTCTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGAGAAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCCTCGAACCCCTCGGGGGTTCGGCGTT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGT
TTGCAAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCAGTCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV223 *T. erinaceum*

GACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGGT
ACGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACCAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTTTACTGTAGTCCCTCGCG
GACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATC
GATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGC
GCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCAATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGA
TCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGCA
CAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAAAAACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGA
ATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAAGCGGA

>TV224 *T. erinaceum*

ACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGGTCA
CGCCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACCAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTTTACTGTAGTCCCTCGCGG
ACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCG
ATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCG
CCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCAATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGAT
CGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGCA
AACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAAAAACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAA
TACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAAGCGGAGGA

>TV225 *T. erinaceum*

GTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCCTACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGG
TCACGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACCAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTTTACTGTAGTCCCTCG
CGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCA
TCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATT
GCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCAATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGG
GATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTG
CAAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAAAAACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAG
GAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAAGCGGAGGA

>TV226 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACCAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTTTACTGTAGTCCCT
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCAATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAAAAACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV227 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACCAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTTTACTGTAGTCCCT
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCAATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAAAAACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV228 *T. erinaceum*

ACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGGTCA
CGCCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACCAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTTTACTGTAGTCCCTCGCGG
ACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCG
ATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCG
CCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCAATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGAT
CGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGCA
CAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAAAAACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGA
ATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAAGCGGAGGAAA

>TV229 *T. harzianum*, Incomplete

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACCAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCTAAACCTTTTTGTATACCC
CCTCGCGGGTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCAATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTTCGGCGCTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCTGCGCAGTAGTTTGCACTCGCATCGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACCCAACCTTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV233 *T. virens*

TTGGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCC
CCTCGCGGGTTTTTACTATCTGAGCCATCTCGGCGCCCTCGTGGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTTACGGGGCCGCCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCGCCGAGT
GCAGTAGTTTGCACTCGCATCGGGAGCGGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCCAAACCTTCTGAAATGTTGACCTC
GGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV234 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGTGGCGGT
GGGGATCGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACCTCGCACCGGGAGCGGCGCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV235 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperillum*

GACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
ACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTCTGTAGTCCCCTCGCG
ACGTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTTTGGTTCTGGCATCGA
TGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGC
CCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGGGGATC
GGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGACAAC
TCGCACCGGGAGCGGCGCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATAC
CCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGGCGGAG

>TV236 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperillum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTCTGTAGTCCCCT
CGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTTTGGTTCTGGC
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGG
GGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCA
ACAACCTCGCACCGGGAGCGGCGCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAA

>TV237 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTTTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTAGCGGGTGGCGGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACTCGCATCGGGAGCGGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV238 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGTGGCGGT
GGGGATCGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACCTCGCACCGGGAGCGGCGCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV239 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperillum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTCTGTAGTCCCCT
CGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTTTGGTTCTGGC
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGG
GGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGCA
ACAACCTCGCACCGGGAGCGGCGCGTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGGCGGAG

>TV240 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperillum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCCGGAGGAACCAACCAAACCTTTCTGTAGTCCCC
CGCGGACGTATTTCTTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGC
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGG
GGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGCCCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGC
ACAACCTGCACCGGGAGCGCGCGCGTCCACGTCCGTAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV241 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAAC
GGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGGTTCGGCGTTGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV242 *T. virens*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTACTATCTGAGCCATCTCGGCGCCCTCTGTTGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGG
ATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGA
ATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
GGGGGGTTCGGCGTTGGGATCGGCCCTTACGGGGCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGC
CAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCG
GATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV243 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCCGGAGGACCAACCAAACCTTTCTGTAGTCCCC
CGCGGACGTATTTCTTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGC
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGG
GGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGCCCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGC
ACAACCTGCACCGGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV244 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTATAATCTGAGCCTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGTTCGGCGTTGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV245 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCCGGAGGACCAACCAAACCTTTCTGTAGTCCCC
CGCGGACGTATTTCTTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGC
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGG
GGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGCCCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGC
ACAACCTGCACCGGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV246 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACCGAGCGCCCGCCGGAGGACCAACCAAACCTTTCTGTAGTCCCC
CGCGGACGTATTTCTTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGC
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGG
GGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGCCCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGC
ACAACCTGCACCGGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV247 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTTCGCTCGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAAC
GGATCTCTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGTCGGCGTTGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAA

>TV248 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACCGGCGCCCGCGGAGGAACCAACCAAACCTTTCTGTAGTCCCCCT
CGCGGACGTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGC
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGG
GGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGC
ACAACTCGACCCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAA

>TV248B *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACCGGCGCCCGCGGAGGAACCAACCAAACCTTTCTGTAGTCCCCCT
CGCGGACGTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCA
TCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGG
GATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGC
CAACTCGACCCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
ATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAA

>TV249 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACCGGCGCCCGCGGAGGAACCAACCAAACCTTTCTGTAGTCCCCCT
CGCGGACGTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGC
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGG
GATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGC
ACAACTCGACCCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAA

>TV250 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACCGGCGCCCGCGGAGGAACCAACCAAACCTTTCTGTAGTCCCCCT
CGCGGACGTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCA
TCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGG
GATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGC
CAACTCGACCCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
ATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA

>TV251 *T. hazianum*, Incomplete
TTGGTGAAACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGATCTCTGCCCGGGTTCGCTGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCTAAAACCTTTTTGTATACC
CCCTGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAAC
GGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGGTTCGGCGCTGGGGATCGGCCCTCCCTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCT
CTCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTG
ACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAA

>TV252 *T. harzianum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTTCGCTGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAAC
GGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAA

>TV253 *T. harzianum*

TGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGAT
CTCTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCCGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCCTCG
CGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGAT
CTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTAGTGAATCATCGAAT
CTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGG
GGGTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCT
GCGCAGTAGTTTGCACTCGCATCGGGAGCGCGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGACCTC
GGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAAAG

TV254 *T. harzianum*

GAACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGAT
CTCTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCCGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCCTCG
CGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGAT
CTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTAGTGAATCATCGAAT
CTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGG
GGGTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCT
GCGCAGTAGTTTGCACTCGCATCGGGAGCGCGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGACCTC
GATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAAAGCGGAGGAAA

>TV255 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*

TTGGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGGTACGCCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCCGAGGACCAACCAAACCTTTTCTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTATTTCTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGC
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGG
GGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGC
ACAACTCGACCCGGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAAA

>TV256 *T. harzianum*

TTGGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGATCTCTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCCGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCC
CCTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAA
CGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTAGTGAATCAT
CGAATCTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
TCCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCT
CTCCTGCGCAGTAGTTTGCACTCGCATCGGGAGCGCGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTG
ACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCAATAA

>TV257 *T. harzianum*

ACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCGGGATCT
CTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCCGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCCTCGCG
GGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCT
CTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTAGTGAATCATCGAATCT
TTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGG
GGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGC
GCAGTAGTTTGCACTCGCATCG

>TV258 *T. harzianum*

TTGGTGAACGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCGATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGACCAAGGCGCCCGCCGAGGACCAACCAAACCTTTTTGTATACCC
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGG
ATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTAGTGAATCATCGA
ATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCC
GGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCT
CCTGCGCAGTAGTTTGCACTCGCATCGGGAGCGCGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTCTGAAATGTTGAC
CTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCA

>TV260 *T. erinaceum*

TTGGTGAACGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGGTGCCTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCCGAGGACCAACCAAACCTTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTATTTCTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGT
TTGCAAACTCGACCCGGGAGCGCGCGCTCCACGTCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACCTAAGCATATCA

>TV260B *T. erinaceum*

TTGGTGAACGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG

GGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTCTTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAAAACCTTTCAACAACGGATCTCTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACCTGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAA

>TV261 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGAACCAACCAAACCTCTTTCTGTAGTCCCC
CGCGGACGTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAAAACCTTTCAACAACGGATCTCTGGTTCTGGCA
TCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATT
GCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGGG
GATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGCA
CAACTCGACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGA
ATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV262 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGAACCAACCAAACCTCTTTCTGTAGTCCCC
CGCGGACGTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAAAACCTTTCAACAACGGATCTCTGGTTCTGGCA
TCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATT
GCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTGGG
GATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTGCA
CAACTCGACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGA
ATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV263 *T. erinaceum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTCTTTACTGTAGTCCC
CTCGCGGACGTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAAAACCTTTCAACAACGGATCTCTGGTTCT
GGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCA
CATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGT
TGGGGATCGGGAAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAG
TTTGCAAACTCGACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAG
GTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAA

>TV264 *T. harzianum*
TTGGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGATCTCTGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTCTTATTGTATACCC
CCTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAAAACCTTTCAACAAC
GGATCTCTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCTGCGCAGTAGTTTGCAACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA

>TV265 *T. erinaceum*
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGTACGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACCTCTTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAAAACCTTTCAACAACGGATCTCTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTTCGGCGTT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACCTGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCA

>TV265B *T. harzianum*, Incomplete
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACCTCTTTTGTATACCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAAAACCTTTCAACAAC
GATCTCTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGA
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTTCGGCGTTGGGGATCGGCCCTCCCTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCT

>TV270 *T. harzianum*, Incomplete
TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCTAAACCTCTTTTGTATACCC
CCTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAAAACCTTTCAACAAC

GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTGCGCGCTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAATTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV271 *T. harzianum*

TTGGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCCGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCC
CCTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAA
CGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCAT
CGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCC
TCCGGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCT
CTCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAATTCTGAAATGTTG
ACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV275 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCCGAGGGACCAACCAAACCTTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTACAGCTCTGAGCAAAAAATCAAATGAATCAAAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTGGCGGT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACCTGCACCCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV276 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGGGTACGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGAACAGGCGCCCGCCGAGGGACCAACCAAACCTTTACTGTAGTCCCC
CTCGCGGACGTTATTTCTACAGCTCTGAGCAAAAAATCAAATGAATCAAAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCT
GGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
CATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTGGCGGT
TGGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCCTGCGCAGTAG
TTGCACAACCTGCACCCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAACCTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAG
GTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV277 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCCGAGGACCAACCAAACCTTTTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAAC
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTGCGGTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAATTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV281 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCCGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAAC
GGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGTGCGGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAATTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAAGCGGGAGG

>TV282 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCCGAGGACCAACCAAACCTTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAAC
GGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGTGCGGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAATTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAAGC

>TV283 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGC
GGATCTCTGCCCCGGGTGCGTCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCGCCGAGGACCAACCAAACCTTTTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTTGAAAATGAATCAAACCTTTCAACAAC

GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTGCGGCTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAATTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV284 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAATGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCGGACCAAGGCGCCCGCGGAGGACCAACCAAACTCTTTTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAACG
GATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTC
CGGGGGGTGCGGCTTGGGGATCGGCCCTCCCTTAGCGGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACACTCGCATCGGGAGCGCGGCGCTCCACAGCCGTTAAACACCCAATTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAAGCGGAGGA

>TV285 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAATGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGACCAACCAAACTCTTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCGGGGGGTGCGGCTT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAATTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV286 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAATGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGAACCAACCAAACTCTTTACTGTAGTCCCC
CGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGCG
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCGGGGGGATCGGCGTTGG
GGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGC
ACAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAATTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV292 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAATGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGAACCAACCAAACTCTTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCGGGGGGTGCGGCTT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAATTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV294 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

TTGGTGAACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAATGTTGCCTCGGC
GGGGTACGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGAACCAACCAAACTCTTTCTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGCG
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCGGGGGGATCGGCGTTGG
GGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGC
ACAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAATTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV296 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

TTGGTGAACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAATGTTGCCTCGGC
GGGGTACGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGAACCAACCAAACTCTTTCTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGCG
ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACAT
TGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCGGGGGGATCGGCGTTGG
GGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGAGCCTCTCTGCGCAGTAGTTTGC
ACAACTCGCACCGGGAGCGCGGCGCTCCACGTCCGTA AAAACACCCAATTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGG
AATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV297 *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*

TTGGTGAACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAATGTTGCCTCGGC
GGGGTACGCCCGGGTGCCTGCGAGCCCGGAACAGGCGCCCGCGGAGGGAACCAACCAAACTCTTTCTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGCG

CATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACA
TTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGATCGGCGTTG
GGGATCGGGACCCCTCACACGGGTGCCGGCCCCTAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCCTGCGCAGTAGTTTG
CACAACCTCGCACCGGGAGCGCGCGCGTCCACGTCCGTAACACCCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGGTAG
GAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATA

>TV303 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCCGCCGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAAC
GGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACTCGCATCGGGAGCGCGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCCAACTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

>TV305 *T. harzianum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACGTTACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGATCTCTGCCCGGGTGCCTGCGCAGCCCCGGACCAAGGCGCCCCGCCGAGGACCAACCAAACTCTTATTGTATACCCC
CTCGCGGGTTTTTTTTATAATCTGAGCCTTCTCGGCGCCTCTCGTAGGCGTTTCGAAAATGAATCAAACTTTCAACAAC
GGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATC
GAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCT
CCGGGGGGTGGCGTTGGGGATCGGCCCTGCCTTGGCGGTGGCCGTCTCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTC
TCCTGCGCAGTAGTTTGCACTCGCATCGGGAGCGCGCGCGTCCACAGCCGTTAAACACCCCAACTTCTGAAATGTTGA
CCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCA

>TV306 *T. erinaceum*

TTGGTGACCAGCGGAGGGATCATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCAATGTGAACCATACCAAACCTGTTGCCTCGGCG
GGGTACGCCCCGGTGCCTGCGCAGCCCCGGAACCAAGGCGCCCCGCCGAGGGACCAACCAAACTCTTACTGTAGTCCCC
TCGCGGACGTTATTTCTTACAGCTCTGAGCAAAAATTCAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTG
GCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCAC
ATTGCGCCCCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCAACCCTCGAACCCCTCCGGGGGGTGGCGTT
GGGGATCGGGAACCCCTCAGACGGGATCCCGGCCCGAAATACAGTGGCGGTCTCGCCGCAGCCTCTCCTGCGCAGTAGT
TTGCACAACCTCGCACCGGGAGCGCGCGCGTCCACGTCCGTAACACCCCAACTTTCTGAAATGTTGACCTCGGATCAGG
TAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAA

APÉNDICE 2. Análisis de las secuencias *tef1* con los programas TrichoMARK y TrichoBLAST.

TV14

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

Found **2** of **12** known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (**260 nt** (Expected 250-300nt)):

TTGTGCCCGACGATTCTGCAGAGAAATTTTCGTGTCGACAATTTTTTCATCACCCCGCTTTCCGTTACC
 CCTCCTTTGGCAGCGACGCAAATTTTTTTGGCAGTCGGTTGGCTCTGGTGGGGTTTCCTGTGCACCC
 CACTAGCCCACTGCTTTTTTTTCTGCTTCACTCTCCCACTGGCCAGTCATCATTCAACGTGCTCTAT
 GTCTCGCCATTCAGCAATGCTAACCACTTTTCCATCAAATAGGAAGCCGCCGAAGCTC

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 326 T.sp.DAOM175924(NOTE#2) tef1_int4(large) DAOM229916	359	e-101
isth 325 T.sp.DAOM175924(NOTE#2) tef1_int4(large) DAOM175924	359	e-101
isth 55 H.lixii/T.harzianum(NOTE#10) tef1_int4(large) GJS95-81	359	e-101
isth 327 T.sp.DAOM175924(NOTE#2) tef1_int4(large) JBT2290	327	2e-91
isth 45 H.lixii/T.harzianum(NOTE#10) tef1_int4(large) GJS99-227	240	3e-65
isth 78 H.lixii/T.harzianum(NOTE#10) tef1_int4(large) GJS00-21	226	5e-61
isth 64 H.lixii/T.harzianum(NOTE#10) tef1_int4(large) GJS97-265	226	5e-61
isth 53 H.lixii/T.harzianum(NOTE#10) tef1_int4(large) CBS226.95	222	8e-60
isth 44 H.lixii/T.harzianum(NOTE#10) tef1_int4(large) IMI359823	222	8e-60
isth 70 H.lixii/T.harzianum(NOTE#10) tef1_int4(large) GJS99-231	216	5e-58
>isth 326 T.sp.DAOM175924(NOTE#2) tef1_int4(large) DAOM229916		
Length = 300		

Score = 359 bits (181), Expect = e-101
 Identities = 245/260 (94%), Gaps = 6/260 (2%)
 Strand = Plus / Plus

Query: 1 TGTGCCCGACGATTCTGCAGAGAAATTTTCGTGTCGACAATTTTTTCATCACCCCGCTTT 60
 Sbjct: 46 TTGTGCCCGACGATTCTGCAGAGAAATTTTCGTGTCGACAATTTTTTCATCACCCCGCTTT 104

Query: 61 CCGTTACCCCTCCTTTGGCAGCGACGCAAATTTTT-TGGCAGTCGGTTGGCTCTGGTGG 119
 Sbjct: 105 CCGTTACCCCTCCTTTGGCAGCGACGCAAATTTTTGTGGCAGCCTTTTGGCTTTGGTGG 164

Query: 120 GGTTCCTGTGCACCCCACTAGCCCACTGCTTTTTTTCTGCTTCACTCTCCCACTGGC 179
 Sbjct: 165 GGTTCCTGTGCACCCCACTAGCTCACTGCTTTTTTT--CTGCTTCACTCTCCC-ACTGCC 221

Query: 180 CAGTCATCATTCAACGTGCTCTATGTCTCGCCATTCAGCAATGCTAACCACTTTTCCATC 239
 Sbjct: 222 CAGTCATCATTCAACGTGCTCTGTGTCTCGCCATTCAGCGATGCTAACCACTTTTCCATC 281

Query: 240 AAATAGGAAGCCGCCGAAGCT 259
 Sbjct: 282 -AATAGGAAGCCGCCGAAGCT 300

TV16

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

found EF2 (ACTGGTAC)...

found tef2rev (TCTCCAAGGATGG)...

Found 4 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (284 nt (Expected 250-300nt)):

```
CATTTTTGGCACAATCATATGCCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTTCCAGCGTCACCC
CGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCCTTGTTTGGCTTTT
AGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGCACCTCTTCCATCACCCACCAC
ATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGCTTTTTTTTTGTTCAATATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAG
CCGCCGAAGTC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperillum tef1_int4(large) CBS433.97	543	e-156
isth 26 T.asperillum tef1_int4(large) CBS433.97	543	e-156
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	159	1e-40
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	149	1e-37
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37
isth 254 T.pubescens tef1_int4(large) DAOM166162	147	4e-37
isth 30 T.pubescens tef1_int4(large) CBS345.93	147	4e-37
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37
>isth 107 T.asperillum tef1_int4(large) CBS433.97		
Length = 310		

Score = 543 bits (274), Expect = e-156

Identities = 281/282 (99%), Gaps = 1/282 (0%)

Strand = Plus / Plus

Query: 2 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTTCCAG 61
Sbjct: 30 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTTCCAG 89

Query: 62 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 121
Sbjct: 90 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 149

Query: 122 GCCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 181
Sbjct: 150 GCCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 209

Query: 182 GCACCTCTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGCTTTTTTTTGTTC 241
Sbjct: 210 GCACCTCTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTC-TTTTTTGTTC 268

Query: 242 ATTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAGTC 283
Sbjct: 269 ATTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAGTC 310

TV17

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

found EF2 (ACTGGTAC)...

found tef2rev (TCTCCAAGGATGG)...

Found 4 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (289 nt (Expected 250-300nt)):

```
CTTTTCATCATTTTTGGCACAATCATGTGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTTTTTCA
GCGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCCTTGT
TTGGCTTTTAGGGGGGGGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGCACCTCTTCCATC
ACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTGTTTTGTTCAATTATGCTAATCATGCTTCAATCAATAG
AAACCCCCCAAATC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	430	e-122
isth 26 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	430	e-122
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	159	1e-40
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	133	6e-33
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	131	2e-32
isth 254 T.pubescens tef1_int4(large) DAOM166162	131	2e-32
isth 30 T.pubescens tef1_int4(large) CBS345.93	131	2e-32
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	131	2e-32

>isth|107|T.asperellum|tef1_int4(large)|CBS433.97

Length = 310

Score = 430 bits (217), Expect = e-122

Identities = 257/269 (95%), Gaps = 6/269 (2%)

Strand = Plus / Plus

Query: 10 ATTTTTGGCACAATCATGTGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTTTTC 69
Sbjct: 30 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTC--C 87

Query: 70 AGCGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGG 129
Sbjct: 88 AGCGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGG 147

Query: 130 CTGCCTTGTTGGCTTTTAGGGGGGGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCA 189
Sbjct: 148 CTGCCTTGTTGGCTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCA 207

Query: 190 CTGCACCTCTCCATCACCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTC----TGTTTTGT 245
Sbjct: 208 CTGCACCTCTCCATCACCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTCTTTTTTGT 267

Query: 246 CATTATGCTAATCATGCTTCAATCAATAG 274
Sbjct: 268 CATTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAG 296

TV30

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...
found tef1fw (GTGAGCGTG)...
found EF2 (ACTGGTAC)...
found tef2rev (TCTCCAAGGATGG)...
found TEF1LLEfw (CCAAC TTCAT)...

Found 5 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (304 nt (Expected 250-300nt)):

```
GCTTTTCATCATTGTCACAAATTATATGCCCGACAATTCTGTTCTCAGTTTTGTCTTTCTTTTTCAG
CATCACCCCGCTTTGCCAGCCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAAATTTTCTCGCTGCCTTGT
TTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTGTTTGACGGCAACCCCACTATCGCCACTGTACCTCTTTCCAT
CATCCACCACATGCTTTTGTTCATCGCATCGTCTATTTTCAATATCTCTTGTTTCATTATGCTGATCATG
CTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACTC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	301	1e-83
isth 26 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	301	1e-83
isth 937 T.theobromicola tef1_int4(large) DIS85f	145	2e-36
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	143	7e-36
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	115	2e-27
isth 88 H.atroviridis/T.atroviride tef1_int4(large) GJS95-10	113	6e-27
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	109	1e-25
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	109	1e-25
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	107	4e-25
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	107	4e-25

>isth|107|T.asperellum|tef1_int4(large)|CBS433.97
Length = 310

Score = 301 bits (152), Expect = 1e-83
Identities = 264/295 (89%), Gaps = 16/295 (5%)
Strand = Plus / Plus

Query: 11 ATTTTGGCACAAATTATATGCCCGACAATTCTGTTCTCAGTTTT-GTCTTTCTTTTTC 69
Sbjct: 30 ATTTTGGCACAAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTGTCTTT-TTTTCCA 88

Query: 70 GCATCACCCCGCTTTGCCAGCCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAAATTTTCTCG 129
Sbjct: 89 GCGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGC-AAAAAATTTTCTGG 147

Query: 130 CTGCCTTGTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTGTTTGACGGCAACCCCACTATCGCC 189
Sbjct: 148 CTGCCTTGTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTT-TTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCC 206

Query: 190 ACTGTACCTCTTTCCATCATCCACCACATGCT-TTTGTTCAATCGCATCGTCTATTTTCA 248
Sbjct: 207 ACTGCACCTC-TTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTCTTTTTT-- 263

Query: 249 ATATCTCTTGTTTCATTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACT 303
Sbjct: 264 -----TGTTTCATTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACT 310

TV58

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

Found 2 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (295 nt (Expected 250-300nt)):

```
TCTGCTTTTCCTCATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTGTCTTTTTTTTC
CAGCGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCCTT
GTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGCACCTCTTCCAT
CACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTGCTTTTTTTGTTTCATTATGCTGATCATGCTTCAATC
AATAGGAAGCCGCCGAATC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	557	e-160
isth 26 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	557	e-160
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	159	1e-40
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	149	1e-37
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37
isth 254 T.pubescens tef1_int4(large) DAOM166162	147	4e-37
isth 30 T.pubescens tef1_int4(large) CBS345.93	147	4e-37
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37

>isth|107|T.asperellum|tef1_int4(large)|CBS433.97
Length = 310

Score = 557 bits (281), Expect = e-160
Identities = 281/281 (100%)
Strand = Plus / Plus

Query: 14 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTGTCTTTTTTTCCAG 73
Sbjct: 30 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTGTCTTTTTTTCCAG 89

Query: 74 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTCTGGCT 133
Sbjct: 90 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTCTGGCT 149

Query: 134 GCCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 193
Sbjct: 150 GCCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 209

Query: 194 GCACCTCTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTTTTTTTGTTCA 253
Sbjct: 210 GCACCTCTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTTTTTTTGTTCA 269

Query: 254 TTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAT 294
Sbjct: 270 TTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAT 310

TV70

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

Found 2 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (289 nt (Expected 250-300nt)):

```
TTTTGCCTCGATTCTTCCTCTCTTCCATTCAATTGTGCCCGACAATTCTGCAGAGAATTTTCGTGTGCG
ACAATCTTTCATCACCCCGCTTTCCATTACCCCTCCTTTCCAGCGACGCAATTTTTTTTTCTGTGTT
TGGTTTTAGTGGGGTTCTCTGTGCAACCCCACTAGCTCCCTGCTTTTTCTGCTTCACTCTCACTTC
CTCGTCATCATTCAACGTGCTCTGCGTCTTTGGTCATTAGCGACGCTAACCACTTTTCCATCAATAG
GAAGCCGCCGAAGCTC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 42 H.lixii/T.harzianum(NOTE#10) tef1_int4(large) GJS97-263	549	e-158
isth 59 H.lixii/T.harzianum(NOTE#10) tef1_int4(large) GJS97-264	502	e-144
isth 67 H.lixii/T.harzianum(NOTE#10) tef1_int4(large) GJS97-268	496	e-142
isth 77 H.lixii/T.harzianum(NOTE#10) tef1_int4(large) GJS00-24	486	e-139
isth 71 H.lixii/T.harzianum(NOTE#10) tef1_int4(large) GJS92-61	454	e-129
isth 40 H.lixii/T.harzianum(NOTE#10) tef1_int4(large) GJS97-266	448	e-128
isth 68 H.lixii/T.harzianum(NOTE#10) tef1_int4(large) GJS99-225	414	e-117
isth 38 H.lixii/T.harzianum(NOTE#10) tef1_int4(large) GJS98-183	335	8e-94
isth 78 H.lixii/T.harzianum(NOTE#10) tef1_int4(large) GJS00-21	295	7e-82
isth 64 H.lixii/T.harzianum(NOTE#10) tef1_int4(large) GJS97-265	295	7e-82

>isth|42|H.lixii/T.harzianum(NOTE#10)|tef1_int4(large)|GJS97-263
Length = 304

Score = 549 bits (277), Expect = e-158
Identities = 287/289 (99%), Gaps = 1/289 (0%)
Strand = Plus / Plus

```
Query: 1 TTTTCGCCTCGATTCTTCCTCTCTTC-CATTCAATTGTGCCCGACAATTCTGCAGAGAAT 59
Sbjct: 16 TTTTCGCCTCGATTCTTCCTCTCTTCACATTCAATTGTGCCCGACAATTCTGCAGAGAAT 75

Query: 60 TTTTCGTGTGCGACAATCTTTCATCACCCCGCTTTCCATTACCCCTCCTTTCCAGCGACGCA 119
Sbjct: 76 TTTTCGTGTGCGACAATTTTTCATCACCCCGCTTTCCATTACCCCTCCTTTCCAGCGACGCA 135

Query: 120 AATTTTTTTTTCTGTGCTTTGGTTTTAGTGGGGTTCTCTGTGCAACCCCACTAGCTCCC 179
Sbjct: 136 AATTTTTTTTTCTGTGCTTTGGTTTTAGTGGGGTTCTCTGTGCAACCCCACTAGCTCCC 195

Query: 180 TGCTTTTTCTGCTTCACTCTCACTTCTCGTCATCATTCAACGTGCTCTGCGTCTTTGG 239
Sbjct: 196 TGCTTTTTCTGCTTCACTCTCACTTCTCGTCATCATTCAACGTGCTCTGCGTCTTTGG 255

Query: 240 TCATTAGCGACGCTAACCACTTTTCCATCAATAGGAAGCCGCCGAAG 288
Sbjct: 256 TCATTAGCGACGCTAACCACTTTTCCATCAATAGGAAGCCGCCGAAG 304
```

TV82

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

Found 2 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (296 nt (Expected 250-300nt)):

```
CTTTTTTTACACGCTTGGCACAATCGTGTCCGACAATTCTGTTCTCAGTCTTGTCTGTTTTCTCGCTG
CGTCACACCCCGCTTACCTGTCTACCCCTCCTTTGGCAGCAAATTTTTCTGCTGCCTCGTTGACTT
TAGTGGGGTGCCAAATTTTTGGCAACCCCGCTATCGCCACTGTCCCTCATCCATCGTCCCAACAAAA
TGCACCTCGTTCAATCGCATCGTCTTTTGACTCGATTTCTCTATGGTTTCATTGTGCTAATCATGCTTCAA
TCAATAGGAAGCCGCCGAAGCTC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 868 T.koningiopsis tef1_int4(large) DAOM220105	484	e-138
isth 867 T.koningiopsis tef1_int4(large) DIS229d	448	e-128
isth 870 T.koningiopsis tef1_int4(large) GJS97-273	444	e-126
isth 869 T.koningiopsis tef1_int4(large) GJS91-7	436	e-124
isth 115 T.ovalisporum(NOTE#6) tef1_int4(large) DIS172h	432	e-123
isth 874 T.intricatum tef1_int4(large) GJS97-88	329	5e-92
isth 873 T.taiwanense tef1_int4(large) GJS95-93	305	8e-85
isth 875 T.intricatum tef1_int4(large) GJS96-13	276	7e-76
isth 95 T.koningii(NOTE#6) tef1_int4(large) GJS89-122	244	2e-66
isth 29 T.koningii(NOTE#6) tef1_int4(large) CBS979.70	244	2e-66

>isth|868|T.koningiopsis|tef1_int4(large)|DAOM220105

Length = 336

Score = 484 bits (244), Expect = e-138

Identities = 279/290 (96%), Gaps = 3/290 (1%)

Strand = Plus / Plus

Query: 10 CACGCTTGGCACAATCGTGTCCGACAATTCTGTTCTCAGTCTTGTCTGTTTTCTCGCTG 69
Sbjct: 28 CACGCTGGGCACAATCATGTCCGACAATTCTGTTCTCAGTCTTGTCTGTTTTCTCGCAG 87

Query: 70 CGTCACACCCCGCTTACCTGTCTACCCCTCCTTTGGCAGCAAATTTTTCTGCTGCCTCG 129
Sbjct: 88 CGTCACACCCCGCTTGACCTGTCTACCCCTCCTTTGGCAGCAAATTTTTTGTGCTGCCTCG 147

Query: 130 TTTGACTTTAGTGGGGTGCCAAATTTTT---GGCAACCCCGCTATCGCCACTGTCCCTC 186
Sbjct: 148 TTTGACTTTAGTGGGGGTGTCAAATTTTTTTTGGCAACCCCGCTATCGCCACTGTCCCTC 207

Query: 187 ATCCATCGTCCCAACAAATGCACTCGTTCAATCGCATCGTCTTTGACTCGATTTCTCT 246
Sbjct: 208 ATCCATCGTCCCAACAAATGCACTCGTTCAATCGCATCGTCTTTGACTCGATTTCTCT 267

Query: 247 ATGGTTTCATTGTGCTAATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAGCTC 296
Sbjct: 268 ATGGTTTCATTGTGCTAATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAGCTC 317

TV84

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

Found 2 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (279 nt (Expected 250-300nt)):

```
CCTCGATTCTTCCTCACATTCAATTGTGCCCGACCAATTCTGCAGAGAATTTTCGTGTCGACAATTTTTC
ATCACCCCGCTTTCCATTACCCCTCCTTTGCAGCGACGCAAATTTTTTTTGTCTGTCTGTTGGTTTGTAG
TGGGGTTCTCTGTGCAACCCCACTAGCTCACTGCTTTTTCTCTGCTTCACTCTCACTTCCTCGTCAATCA
TTCAACGTGCTCTGCGTCTTTGGTCAATCAGCGATGCTAACCACCTTTTCCATCAATAGGAAGCCGCCG
AACTC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 59 H.lixii/T.harzianum(NOTE# 10) tef1_int4(large) GJS97-264	486	e-139
isth 42 H.lixii/T.harzianum(NOTE# 10) tef1_int4(large) GJS97-263	478	e-137
isth 67 H.lixii/T.harzianum(NOTE# 10) tef1_int4(large) GJS97-268	472	e-135
isth 77 H.lixii/T.harzianum(NOTE# 10) tef1_int4(large) GJS00-24	470	e-134
isth 71 H.lixii/T.harzianum(NOTE# 10) tef1_int4(large) GJS92-61	462	e-132
isth 40 H.lixii/T.harzianum(NOTE# 10) tef1_int4(large) GJS97-266	454	e-129
isth 68 H.lixii/T.harzianum(NOTE# 10) tef1_int4(large) GJS99-225	414	e-117
isth 38 H.lixii/T.harzianum(NOTE# 10) tef1_int4(large) GJS98-183	349	5e-98
isth 78 H.lixii/T.harzianum(NOTE# 10) tef1_int4(large) GJS00-21	315	8e-88
isth 64 H.lixii/T.harzianum(NOTE# 10) tef1_int4(large) GJS97-265	315	8e-88

>isth|59|H.lixii/T.harzianum(NOTE# 10)|tef1_int4(large)|GJS97-264
Length = 303

Score = 486 bits (245), Expect = e-139
Identities = 273/282 (96%), Gaps = 4/282 (1%)
Strand = Plus / Plus

Query: 1 CCTCGATTCTTCCTC----ACATTCAATTGTGCCCGACCAATTCTGCAGAGAATTTTCGTG 56
Sbjct: 22 CCTCGATTCTTCCTCCTCCACATTCAATTGTGCCCGACAATTCTGCAGAGAATTTTCGTG 81

Query: 57 TCGACAATTTTTCATCACCCCGCTTTCCATTACCCCTCCTTTGCAGCGACGCAAATTTT 116
Sbjct: 82 TCGACAATTTTTCATCACCCCGCTTTCCATTACCCCTCCTTTGCAGCGACGCAAATTTT 141

Query: 117 TTTGCTGTCTGTTGGTTTGTAGTGGGGTTCTCTGTGCAACCCCACTAGCTCACTGCTTTT 176
Sbjct: 142 TTTGCTGTCTGTTGGTTTGTAGTGGGGTTCTCTGTGCAACCCCACTAGCTCCTGCTTTT 201

Query: 177 TCCTGCTTCACTCTCACTTCCTCGTCATCATTCAACGTGCTCTGCGTCTTTGGTCATTCA 236
Sbjct: 202 TCCTGCTTCACTCTCACTTCCTCGTCATCATTCAACGTGCTCTGCGTCTTTGGTCATTCA 261

Query: 237 GCGATGCTAACCACCTTTTCCATCAATAGGAAGCCGCCGA 278
Sbjct: 262 GCGACGCTAACCACCTTTTCCATCAATAGGAAGCCGCCGA 303

TV104

No se detectó ningún marcador de Tef1

Blast

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	<u>103</u>	1e-23
isth 26 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	<u>103</u>	1e-23
isth 104 H.rufa/T.viride(NOTE#7) tef1_int4(large) ATCC28038	<u>48</u>	5e-07
isth 873 T.taiwanense tef1_int4(large) GJS95-93	<u>44</u>	8e-06
isth 919 T.petersenii tef1_int4(large) GJS90-86	<u>40</u>	1e-04
isth 918 T.petersenii tef1_int4(large) GJS04-351	<u>40</u>	1e-04
isth 917 T.petersenii tef1_int4(large) GJS04-355	<u>40</u>	1e-04
isth 916 T.caribbaeumvar.aequatoriale tef1_int4(large) DIS320c	<u>40</u>	1e-04
isth 871 T.dingleyaea tef1_int4(large) GJS99-203	<u>40</u>	1e-04
isth 868 T.koningiopsis tef1_int4(large) DAOM220105	<u>40</u>	1e-04

>isth|107|T.asperellum|tef1_int4(large)|CBS433.97
Length = 310

Score = 103 bits (52), Expect = 1e-23
Identities = 55/56 (98%)
Strand = Plus / Plus

Query: 11 ATTTTTGGCACAATCATGTGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCITTTTTTT 66
Sbjct: 30 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCITTTTTTT 85

TV115

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

Found 2 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (301 nt (Expected 250-300nt)):

```
GCCTTTTTCCCCCGCTTGGCACCATCGTGTCCGACAATTCTGTTCTCAGTCTTGTCTGTTTTCTCGC
AGCGTCACACCCCGCTTGGCCTGTCTACCCCTCCTTTGGCAGCAAATTTTTCTGCTGCCTCGTTAAC
TTTAGTGGGGTGCCAATTTTTCTTTTGGCAACCCCGCTATTGCCACTGTCCCTCATCCATCGTCCCA
ACAAAATGCACTCGTTCAATCGCATCGTCTTTTGACCCGATTTCTCTATGGTTCAATTGTGCTAATCATG
CTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACTC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 868 T.koningiopsis tef1_int4(large) DAOM220105	478	e-136
isth 870 T.koningiopsis tef1_int4(large) GJS97-273	454	e-129
isth 867 T.koningiopsis tef1_int4(large) DIS229d	448	e-128
isth 869 T.koningiopsis tef1_int4(large) GJS91-7	430	e-122
isth 115 T.ovalisporum(NOTE#6) tef1_int4(large) DIS172h	414	e-117
isth 874 T.intricatum tef1_int4(large) GJS97-88	339	6e-95
isth 873 T.taiwanense tef1_int4(large) GJS95-93	315	8e-88
isth 875 T.intricatum tef1_int4(large) GJS96-13	281	1e-77
isth 872 T.dorotheae tef1_int4(large) GJS99-97	246	6e-67
isth 866 T.caribbaeum tef1_int4(large) GJS97-3	230	4e-62

>isth|868|T.koningiopsis|tef1_int4(large)|DAOM220105

Length = 336

Score = 478 bits (241), Expect = e-136

Identities = 278/289 (96%), Gaps = 1/289 (0%)

Strand = Plus / Plus

```
Query: 13  CGCTTGGCACCATCGTGTCCGACAATTCTGTTCTCAGTCTTGTCTGTTTTCTCGCAGCG 72
Sbjct: 30  CGCTGGGCACAATCATGTCCGACAATTCTGTTCTCAGTCTTGTCTGTTTTCTCGCAGCG 89
```

```
Query: 73  TCACACCCCGCTTGGCCTGTCTACCCCTCCTTTGGCAGCAAATTTTTCTGCTGCCTCGTT 132
Sbjct: 90  TCACACCCCGCTTAGCCTGTCTACCCCTCCTTTGGCAGCAAATTTTTTTGCTGCCTCGTT 149
```

```
Query: 133 TAACTTTAGTGGGGTGCCAATTTTTCTTTTGGCAACCCCGCTATTGCCACTGTCCCTCA 192
Sbjct: 150 TGACTTTAGTGGGGTGTCAATTTTT-TTTTGGCAACCCCGCTATCGCCACTGTCCCTCA 208
```

```
Query: 193 TCCATCGTCCCAACAAAATGCACTCGTTCAATCGCATCGTCTTTGACCCGATTTCTCTA 252
Sbjct: 209 TCCATCGTCCCAACAAAATGCACTCGTTCAATCGCATCGTCTTTGACTCGATTTCTCTA 268
```

```
Query: 253 TGGTTCATTGTGCTAATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACTC 301
Sbjct: 269 TGGTTCATTGTGCTAATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACTC 317
```

TV150

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...
found tef1fw (GTGAGCGTG)...
found EF2 (ACTGGTAC)...
found tef2rev (TCTCCAAGGATGG)...

Found 4 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (293 nt (Expected 250-300nt)):

CTGCTTTTCTCATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCA
GCGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCCTTGT
TTGGCTTTTGTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGCACCTTTCCATCA
CCCACCATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTTTTTTTTGTTCATTATGCTGATCATGCTTCAATCAA
TAGGAAGCCGCCGAACTC

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	557	e-160
isth 26 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	557	e-160
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	159	1e-40
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	149	1e-37
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37
isth 254 T.pubescens tef1_int4(large) DAOM166162	147	4e-37
isth 30 T.pubescens tef1_int4(large) CBS345.93	147	4e-37
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37

>isth|107|T.asperellum|tef1_int4(large)|CBS433.97

Length = 310

Score = 557 bits (281), Expect = e-160

Identities = 281/281 (100%)

Strand = Plus / Plus

Query: 12 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAG 71
Sbjct: 30 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAG 89

Query: 72 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 131
Sbjct: 90 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 149

Query: 132 GCCTTGTTTGGCTTTTGTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 191
Sbjct: 150 GCCTTGTTTGGCTTTTGTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 209

Query: 192 GCACCTTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTTTTTTTTGTTC 251
Sbjct: 210 GCACCTTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTTTTTTTTGTTC 269

Query: 252 TTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACT 292
Sbjct: 270 TTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACT 310

TV165

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

found EF2 (ACTGGTAC)...

Found 3 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (301 nt (Expected 250-300nt)):

```
CTGCTTTTTCCCGGCTTGGCACCATCGTGTCCGACAATTCGGTTCTCAGTCTTGCTGTTTTCTCGC
AGCGTCACACCCCGCTTGGCCTGTCTACCCCTCCTTTGGCAGCAAAATTTTCTGCTGCCTCGTTTAAAC
TTTAGTGGGGTGCCAATTTTTCTTTTGGCAACCCCGCTATTGCCACTGTCCCTCATCCATCGTCCCA
ACAAAATGCACTCGTTCAATCGCATCGTCTTTTGA CTGGATTCTCTATGGTTCATTGTGCTAATCATG
CTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACTC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 868 T.koningiopsis tef1_int4(large) DAOM220105	470	e-134
isth 870 T.koningiopsis tef1_int4(large) GJS97-273	446	e-127
isth 867 T.koningiopsis tef1_int4(large) DIS229d	440	e-125
isth 869 T.koningiopsis tef1_int4(large) GJS91-7	422	e-120
isth 115 T.ovalisporum(NOTE#6) tef1_int4(large) DIS172h	406	e-115
isth 874 T.intricatum tef1_int4(large) GJS97-88	331	1e-92
isth 873 T.taiwanense tef1_int4(large) GJS95-93	307	2e-85
isth 875 T.intricatum tef1_int4(large) GJS96-13	274	3e-75
isth 872 T.dorotheae tef1_int4(large) GJS99-97	230	4e-62
isth 866 T.caribbaeum tef1_int4(large) GJS97-3	214	2e-57

>isth|868|T.koningiopsis|tef1_int4(large)|DAOM220105
Length = 336

Score = 470 bits (237), Expect = e-134
Identities = 277/289 (95%), Gaps = 1/289 (0%)
Strand = Plus / Plus

Query: 13 CGCTGGCACCATCGTGTCCGACAATTCGGTTCTCAGTCTTGCTGTTTTCTCGCAGCG 72
Sbjct: 30 CGCTGGGCACAATCATGTCCGACAATTCGTTCTCAGTCTTGCTGTTTTCTCGCAGCG 89

Query: 73 TCACACCCCGCTTGGCCTGTCTACCCCTCCTTTGGCAGCAAAATTTTCTGCTGCCTCGTT 132
Sbjct: 90 TCACACCCCGCTTGACCTGTCTACCCCTCCTTTGGCAGCAAAATTTTCTGCTGCCTCGTT 149

Query: 133 TAACTTTAGTGGGGTGCCAATTTTTCTTTTGGCAACCCCGCTATTGCCACTGTCCCTCA 192
Sbjct: 150 TGACTTTAGTGGGGGTCAATTTTT-TTTTGGCAACCCCGCTATGCCACTGTCCCTCA 208

Query: 193 TCCATCGTCCCAACAAAATGCACTCGTTCAATCGCATCGTCTTTGACTCGATTCTCTA 252
Sbjct: 209 TCCATCGTCCCAACAAAATGCACTCGTTCAATCGCATCGTCTTTGACTCGATTCTCTA 268

Query: 253 TGGTTCATTGTGCTAATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACTC 301
Sbjct: 269 TGGTTCATTGTGCTAATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACTC 317

TV168

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

found EF2 (ACTGGTAC)...

Found 3 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (291 nt (Expected 250-300nt)):

```
CTTTTCATCATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTGTCTTTTTTTTCCAGC
GTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCCTTGTTT
GGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGCACCTTTCCATCACC
CACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTCTTTTTTTGTTTCATTATGCTGATCATGCTTCAATCAATA
GGAAGCCGCCGAATC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	557	e-160
isth 26 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	557	e-160
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	159	1e-40
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	149	1e-37
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37
isth 254 T.pubescens tef1_int4(large) DAOM166162	147	4e-37
isth 30 T.pubescens tef1_int4(large) CBS345.93	147	4e-37
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37

>isth|107|T.asperellum|tef1_int4(large)|CBS433.97

Length = 310

Score = 557 bits (281), Expect = e-160

Identities = 281/281 (100%)

Strand = Plus / Plus

Query: 10 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTGTCTTTTTTTCCAG 69
Sbjct: 30 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTGTCTTTTTTTCCAG 89

Query: 70 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 129
Sbjct: 90 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 149

Query: 130 GCCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 189
Sbjct: 150 GCCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 209

Query: 190 GCACCTTTCCATCACCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTCTTTTTTTGTTCA 249
Sbjct: 210 GCACCTTTCCATCACCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTCTTTTTTTGTTCA 269

Query: 250 TTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAT 290
Sbjct: 270 TTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAT 310

TV190

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...
found tef1fw (GTGAGCGTG)...
found EF2 (ACTGGTAC)...
found tef2rev (TCTCCAAGGATGG)...

Found 4 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (305 nt (Expected 250-300nt)):

```
CTGCTTTTCTCATTTTTGGCACAATTATATGCCCGACAATTCTGTTCTCAGTTTTGTCTTTCTTTTTTCA
GCATCACCCCGCTTTGCCAGCCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAAATTTTCTCGCTGCCTTG
TTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAATTTTGTGACGGCAACCCCACTATCGCCACTGTACCTCTTTCCA
TCATCCACCACATGCTTTTGTTC AATCGCATCGTCTATTTTCAATATCTCTTGTTTCATTATGCTGATCAT
GCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAGCTC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	301	1e-83
isth 26 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	301	1e-83
isth 937 T.theobromicola tef1_int4(large) DIS85f	145	2e-36
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	143	7e-36
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	115	2e-27
isth 88 H.atroviridis/T.atroviride tef1_int4(large) GJS95-10	113	6e-27
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	109	1e-25
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	109	1e-25
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	107	4e-25
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	107	4e-25

>isth|107|T.asperellum|tef1_int4(large)|CBS433.97

Length = 310

Score = 301 bits (152), Expect = 1e-83

Identities = 264/295 (89%), Gaps = 16/295 (5%)

Strand = Plus / Plus

Query: 12 ATTTTTGGCACAATTATATGCCCGACAATTCTGTTCTCAGTTTT-GTCTTTCTTTTTTCA 70
Sbjct: 30 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTT-TTTTTCCA 88

Query: 71 GCATCACCCCGCTTTGCCAGCCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAAATTTTCTCG 130
Sbjct: 89 GCGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGC-AAAAATTTTCTGG 147

Query: 131 CTGCCTTGTGTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAATTTTGTGACGGCAACCCCACTATCGCC 190
Sbjct: 148 CTGCCTTGTGTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTT-TTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCC 206

Query: 191 ACTGTACCTCTTTCCATCATCCACCACATGCT-TTTGTTCAATCGCATCGTCTATTTTCA 249
Sbjct: 207 ACTGCACCTC-TTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGGTCGTCTTTTTT-- 263

Query: 250 ATATCTCTTGTTTCATTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAGCT 304
Sbjct: 264 -----TGTTTCATTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAGCT 310

TV202

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...
found tef1fw (GTGAGCGTG)...
found EF2 (ACTGGTAC)...
found tef2rev (TCTCCAAGGATGG)...

Found 4 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (295 nt (Expected 250-300nt)):

```
CTGCTTTTCCATCATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTGTCTTTTTTTTC
CAGCGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCCTT
GTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGCACCTCTTCCAT
CACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTTTTTTTGTTCAATTATGCTGATCATGCTTCAATC
AATAGGAAGCCGCCGAATC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	557	e-160
isth 26 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	557	e-160
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	159	1e-40
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	149	1e-37
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37
isth 254 T.pubescens tef1_int4(large) DAOM166162	147	4e-37
isth 30 T.pubescens tef1_int4(large) CBS345.93	147	4e-37
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37

>isth|107|T.asperellum|tef1_int4(large)|CBS433.97

Length = 310

Score = 557 bits (281), Expect = e-160

Identities = 281/281 (100%)

Strand = Plus / Plus

Query: 14 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTGTCTTTTTTTCCAG 73
Sbjct: 30 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTGTCTTTTTTTCCAG 89

Query: 74 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 133
Sbjct: 90 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 149

Query: 134 GCCTTGTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 193
Sbjct: 150 GCCTTGTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 209

Query: 194 GCACCTCTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTTTTTTTGTTCA 253
Sbjct: 210 GCACCTCTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTTTTTTTGTTCA 269

Query: 254 TTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAT 294
Sbjct: 270 TTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAT 310

TV240

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...
found tef1fw (GTGAGCGTG)...
found EF2 (ACTGGTAC)...
found tef2rev (TCTCCAAGGATGG)...

Found **4** of **12** known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (**295 nt** (Expected 250-300nt)):

```
CTGCTTTTCCATCATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTC
CAGCGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCCTT
GTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGCACCTCTTCCAT
CACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTTCGTCTTTTTTTGTTCATTATGCTGATCATGCTTCAATC
AATAGGAAGCCGCCGAACTC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperillum tef1_int4(large) CBS433.97	557	e-160
isth 26 T.asperillum tef1_int4(large) CBS433.97	557	e-160
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	159	1e-40
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	149	1e-37
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37
isth 254 T.pubescens tef1_int4(large) DAOM166162	147	4e-37
isth 30 T.pubescens tef1_int4(large) CBS345.93	147	4e-37
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37

>isth|107|T.asperillum|tef1_int4(large)|CBS433.97
Length = 310

Score = 557 bits (281), Expect = e-160
Identities = 281/281 (100%)
Strand = Plus / Plus

Query: 14 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAG 73
Sbjct: 30 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAG 89

Query: 74 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 133
Sbjct: 90 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 149

Query: 134 GCCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 193
Sbjct: 150 GCCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 209

Query: 194 GCACCTCTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTTCGTCCTTTTTTTGTTCA 253
Sbjct: 210 GCACCTCTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTTCGTCCTTTTTTTGTTCA 269

Query: 254 TTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACT 294
Sbjct: 270 TTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACT 310

TV243

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

found EF2 (ACTGGTAC)...

Found **3** of **12** known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (**295 nt** (Expected 250-300nt)):

```
CTGCTTTTCCATCATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTGTCTTTTTTTTC
CAGCGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCCTT
GTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGCACCTTTCCAT
CACCCACCATGCTGTTTGTCAATCGCGTCTTTTTTTTGTTCATTATGCTGATCATGCTTCAATC
AATAGGAAGCCGCCGAAGCTC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperillum tef1_int4(large) CBS433.97	549	e-158
isth 26 T.asperillum tef1_int4(large) CBS433.97	549	e-158
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	159	1e-40
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	149	1e-37
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37
isth 254 T.pubescens tef1_int4(large) DAOM166162	147	4e-37
isth 30 T.pubescens tef1_int4(large) CBS345.93	147	4e-37
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37

>isth|107|T.asperillum|tef1_int4(large)|CBS433.97
Length = 310

Score = 549 bits (277), Expect = e-158
Identities = 280/281 (99%)
Strand = Plus / Plus

Query: 14 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTGTCTTTTTTTCCAG 73
Sbjct: 30 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTGTCTTTTTTTCCAG 89

Query: 74 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 133
Sbjct: 90 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 149

Query: 134 GCCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 193
Sbjct: 150 GCCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 209

Query: 194 GCACCTCTCCATCACCCACCACATGCTGTTTGTCAATCGCGTCTTTTTTTGTTCA 253
Sbjct: 210 GCACCTCTCCATCACCCACCACATGCTATTTTGTCAATCGCGTCTTTTTTTGTTCA 269

Query: 254 TTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAGCT 294
Sbjct: 270 TTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAGCT 310

TV245

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...
found tef1fw (GTGAGCGTG)...
found EF2 (ACTGGTAC)...
found tef2rev (TCTCCAAGGATGG)...

Found 4 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (295 nt (Expected 250-300nt)):

```
CTGCTTTTCATCATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTCC
AGCGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCCTTG
TTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGCACCTTTCCATC
ACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTCTTTTTTTTGTTTCATTATGCTGATCATGCTTCAATC
AATAGGAAGCCGCCGAACTC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	543	e-156
isth 26 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	543	e-156
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	159	1e-40
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	149	1e-37
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37
isth 254 T.pubescens tef1_int4(large) DAOM166162	147	4e-37
isth 30 T.pubescens tef1_int4(large) CBS345.93	147	4e-37
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37

>isth|107|T.asperellum|tef1_int4(large)|CBS433.97
Length = 310

Score = 543 bits (274), Expect = e-156
Identities = 281/282 (99%), Gaps = 1/282 (0%)
Strand = Plus / Plus

Query: 13 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTCCAG 72
Sbjct: 30 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTCCAG 89

Query: 73 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 132
Sbjct: 90 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 149

Query: 133 GCCTTGTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 192
Sbjct: 150 GCCTTGTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 209

Query: 193 GCACCTTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTCTTTTTTTGTTC 252
Sbjct: 210 GCACCTTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTC-TTTTTTTGTTC 268

Query: 253 ATTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACT 294
Sbjct: 269 ATTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACT 310

TV246

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

Found 2 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (296 nt (Expected 250-300nt)):

```
CTGCCTTTTCATCATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTGTCTTTTTTTTC
CAGCGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCCTT
GTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGCACCTCTTCCAT
CACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTGCTTTTTTTTGTTCATTATGCTGATCATGCTTCAAT
CAATAGGAAGCCGCCGAATC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	543	e-156
isth 26 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	543	e-156
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	159	1e-40
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	149	1e-37
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37
isth 254 T.pubescens tef1_int4(large) DAOM166162	147	4e-37
isth 30 T.pubescens tef1_int4(large) CBS345.93	147	4e-37
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37

>isth|107|T.asperellum|tef1_int4(large)|CBS433.97
Length = 310

Score = 543 bits (274), Expect = e-156
Identities = 281/282 (99%), Gaps = 1/282 (0%)
Strand = Plus / Plus

Query: 14 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTGTCTTTTTTTCCAG 73
Sbjct: 30 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTGTCTTTTTTTCCAG 89

Query: 74 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 133
Sbjct: 90 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 149

Query: 134 GCCTTGTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 193
Sbjct: 150 GCCTTGTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 209

Query: 194 GCACCTCTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTGCTTTTTTTGTTC 253
Sbjct: 210 GCACCTCTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTGCTTTTTTTGTTC 268

Query: 254 ATTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAT 295
Sbjct: 269 ATTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAT 310

TV248

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

found EF2 (ACTGGTAC)...

found tef2rev (TCTCCAAGGATGG)...

Found 4 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (297 nt (Expected 250-300nt)):

```
CTGACTTTTCCATCATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTT
CCAGCGTCAACCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCC
TTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGCACCTCTTCC
ATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTGCTTTTTTTTTGTTTCATTATGCTGATCATGCTTCA
ATCAATAGGAAGCCGCCGAAGCTC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	543	e-156
isth 26 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	543	e-156
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	159	1e-40
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	149	1e-37
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37
isth 254 T.pubescens tef1_int4(large) DAOM166162	147	4e-37
isth 30 T.pubescens tef1_int4(large) CBS345.93	147	4e-37
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37

>isth|107|T.asperellum|tef1_int4(large)|CBS433.97

Length = 310

Score = 543 bits (274), Expect = e-156

Identities = 281/282 (99%), Gaps = 1/282 (0%)

Strand = Plus / Plus

Query: 15 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAG 74
Sbjct: 30 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAG 89

Query: 75 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 134
Sbjct: 90 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 149

Query: 135 GCCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 194
Sbjct: 150 GCCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 209

Query: 195 GCACCTCTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTC TTTTTTTGTTTC 254
Sbjct: 210 GCACCTCTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTC-TTTTTTTGTTTC 268

Query: 255 ATTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAGCT 296
Sbjct: 269 ATTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAGCT 310

TV249A

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...
found tef1fw (GTGAGCGTG)...
found EF2 (ACTGGTAC)...
found tef2rev (TCTCCAAGGATGG)...

Found 4 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (294 nt (Expected 250-300nt)):

CTGCTTTTCTCATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCA
GCGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCCTTGT
TTGGCTTTTGTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGCACCTTTCCATCA
CCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTTTTTTTTTGTTATTATGCTGATCATGCTTCAATCA
ATAGGAAGCCCGCGAACTC

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	543	e-156
isth 26 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	543	e-156
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	159	1e-40
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	149	1e-37
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37
isth 254 T.pubescens tef1_int4(large) DAOM166162	147	4e-37
isth 30 T.pubescens tef1_int4(large) CBS345.93	147	4e-37
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37

>isth|107|T.asperellum|tef1_int4(large)|CBS433.97

Length = 310

Score = 543 bits (274), Expect = e-156
Identities = 281/282 (99%), Gaps = 1/282 (0%)
Strand = Plus / Plus

Query: 12 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAG 71
Sbjct: 30 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAG 89

Query: 72 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 131
Sbjct: 90 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 149

Query: 132 GCCTTGTTTGGCTTTTGTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 191
Sbjct: 150 GCCTTGTTTGGCTTTTGTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 209

Query: 192 GCACCTTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTC TTTTTTTGTTTC 251
Sbjct: 210 GCACCTTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTC-TTTTTTTGTTTC 268

Query: 252 ATTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCGAACT 293
Sbjct: 269 ATTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCGAACT 310

TV255

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

found EF2 (ACTGGTAC)...

Found 3 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (294 nt (Expected 250-300nt)):

```
CTGCTTTTCATCATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCC
AGCGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCCTTG
TTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGCACCTTTCCATC
ACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTGCTTTTTTTTGTTCATTATGCTGATCATGCTTCAATCA
ATAGGAAGCCGCCGAATC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	557	e-160
isth 26 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	557	e-160
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	159	1e-40
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	149	1e-37
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37
isth 254 T.pubescens tef1_int4(large) DAOM166162	147	4e-37
isth 30 T.pubescens tef1_int4(large) CBS345.93	147	4e-37
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37

>isth|107|T.asperellum|tef1_int4(large)|CBS433.97
Length = 310

Score = 557 bits (281), Expect = e-160
Identities = 281/281 (100%)
Strand = Plus / Plus

Query: 13 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAG 72
Sbjct: 30 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAG 89

Query: 73 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 132
Sbjct: 90 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 149

Query: 133 GCCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 192
Sbjct: 150 GCCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 209

Query: 193 GCACCTCTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTTTTTTTGTTCA 252
Sbjct: 210 GCACCTCTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTTTTTTTGTTCA 269

Query: 253 TTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAT 293
Sbjct: 270 TTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAT 310

TV261

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

found EF2 (ACTGGTAC)...

Found 3 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (293 nt (Expected 250-300nt)):

```
CTGCTTTTCTCATTTTTGGCACAAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCA
GCGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCCTTGT
TTGGCTTTTGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGCACCTCTTCCATCA
CCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTTTTTTTTGTTCATTATGCTGATCATGCTTCAATCAA
TAGGAAGCCGCCGAATC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperillum tef1_int4(large) CBS433.97	557	e-160
isth 26 T.asperillum tef1_int4(large) CBS433.97	557	e-160
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	159	1e-40
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	149	1e-37
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37
isth 254 T.pubescens tef1_int4(large) DAOM166162	147	4e-37
isth 30 T.pubescens tef1_int4(large) CBS345.93	147	4e-37
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37

>isth|107|T.asperillum|tef1_int4(large)|CBS433.97

Length = 310

Score = 557 bits (281), Expect = e-160

Identities = 281/281 (100%)

Strand = Plus / Plus

Query: 12 ATTTTTGGCACAAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAG 71
Sbjct: 30 ATTTTTGGCACAAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAG 89

Query: 72 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 131
Sbjct: 90 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 149

Query: 132 GCCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 191
Sbjct: 150 GCCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 209

Query: 192 GCACCTCTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTTTTTTTGTTCA 251
Sbjct: 210 GCACCTCTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTTTTTTTGTTCA 269

Query: 252 TTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAT 292
Sbjct: 270 TTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAT 310

TV262

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

Found 2 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (292 nt (Expected 250-300nt)):

```
CTTTTTCTCATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAG
CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCCTTGTT
TGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGCACCTCTTCCATCAC
CCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTCTTTTTTTGTTCAATTATGCTGATCATGCTTCAATCAAT
AGGAAGCCGCCGAACTC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperillum tef1_int4(large) CBS433.97	557	e-160
isth 26 T.asperillum tef1_int4(large) CBS433.97	557	e-160
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	159	1e-40
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	149	1e-37
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37
isth 254 T.pubescens tef1_int4(large) DAOM166162	147	4e-37
isth 30 T.pubescens tef1_int4(large) CBS345.93	147	4e-37
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37

>isth|107|T.asperillum|tef1_int4(large)|CBS433.97
Length = 310

Score = 557 bits (281), Expect = e-160
Identities = 281/281 (100%)
Strand = Plus / Plus

Query: 11 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAG 70
Sbjct: 30 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAG 89

Query: 71 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 130
Sbjct: 90 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 149

Query: 131 GCCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 190
Sbjct: 150 GCCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 209

Query: 191 GCACCTCTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTCTTTTTTTGTTCA 250
Sbjct: 210 GCACCTCTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTCTTTTTTTGTTCA 269

Query: 251 TTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACT 291
Sbjct: 270 TTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACT 310

TV282

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

Found 2 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (293 nt (Expected 250-300nt)):

```
GCTTTTCCTCATATTTGGCACAGTCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCA
GCGTCAACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCCCTT
GTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGCACCTCTTCCAT
CACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTTTTTTTGTTTCATTATGCTGATCATGCTTCAATC
AATAGGAAGCCGCCGAATC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	529	e-152
isth 26 T.asperellum tef1_int4(large) CBS433.97	529	e-152
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	145	2e-36
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	139	1e-34
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	139	1e-34
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	135	2e-33
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	133	6e-33
isth 254 T.pubescens tef1_int4(large) DAOM166162	133	6e-33
isth 30 T.pubescens tef1_int4(large) CBS345.93	133	6e-33
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	133	6e-33

>isth|107|T.asperellum|tef1_int4(large)|CBS433.97
Length = 310

Score = 529 bits (267), Expect = e-152
Identities = 277/279 (99%), Gaps = 1/279 (0%)
Strand = Plus / Plus

Query: 14 TTTGGCACAGTCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAGCGT 73
Sbjct: 33 TTTGGCACATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAGCGT 92

Query: 74 CACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCC 133
Sbjct: 93 CACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCC 152

Query: 134 CTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGC 193
Sbjct: 153 -TTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGC 211

Query: 194 ACCTCTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTCTTTTTTTGTTTCATT 253
Sbjct: 212 ACCTCTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTCTTTTTTTGTTTCATT 271

Query: 254 ATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAT 292
Sbjct: 272 ATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAAT 310

TV294

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

found EF2 (ACTGGTAC)...

Found **3** of **12** known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (**295 nt** (Expected 250-300nt)):

```
CTGCTTTTCCTCATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCC
AGCGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCCTTG
TTTGGCTTTTGTGAGTGGGGTGTCAAATTTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGCACCTCTTCCATC
ACCCACCACATGCTATTTTGTCAATCGCGTCGTCTTTTTTTTTTGTTTCATTATGCTGATCATGCTTCAATC
AATAGGAAGCCGCCGAACTC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperillum tef1_int4(large) CBS433.97	543	e-156
isth 26 T.asperillum tef1_int4(large) CBS433.97	543	e-156
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	159	1e-40
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	153	7e-39
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	149	1e-37
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37
isth 254 T.pubescens tef1_int4(large) DAOM166162	147	4e-37
isth 30 T.pubescens tef1_int4(large) CBS345.93	147	4e-37
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	147	4e-37

>isth|107|T.asperillum|tef1_int4(large)|CBS433.97
Length = 310

Score = 543 bits (274), Expect = e-156
Identities = 281/282 (99%), Gaps = 1/282 (0%)
Strand = Plus / Plus

Query: 13 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAG 72
Sbjct: 30 ATTTTTGGCACAATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTGTCTTTTTTTTCCAG 89

Query: 73 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 132
Sbjct: 90 CGTCACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCT 149

Query: 133 GCCTTGTTTGGCTTTTGTGAGTGGGGTGTCAAATTTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 192
Sbjct: 150 GCCTTGTTTGGCTTTTGTGAGTGGGGTGTCAAATTTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACT 209

Query: 193 GCACCTCTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTC-TTTTTTTGTTTC 252
Sbjct: 210 GCACCTCTTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTC-TTTTTTTGTTTC 268

Query: 253 ATTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACT 294
Sbjct: 269 ATTATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACT 310

TV297

Checking Tef Anchors:

found EF1-986r (GGCAAGGGTT)...

found tef1fw (GTGAGCGTG)...

Found 2 of 12 known *tef* anchors

Your sequence contains **tef_int4(large)** phylogenetic marker) (298 nt (Expected 250-300nt)):

```
CTGGCTTTTTCCATCATATTTGGCACAGTCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTTGTCTTTTTTT
TCCAGCGTACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGC
CCTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGCACCTCTT
CCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCTTTTTTTGTTCAATTATGCTGATCATGCTTC
AATCAATAGGAAGCCGCCGAACTC
```

Sequences producing significant alignments:	Score (bits)	E Value
isth 107 T.asperillum tef1_int4(large) CBS433.97	529	e-152
isth 26 T.asperillum tef1_int4(large) CBS433.97	529	e-152
isth 37 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-57	145	2e-36
isth 900 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	139	1e-34
isth 36 H.flaviconidia tef1_int4(large) GJS99-49	139	1e-34
isth 940 T.paucisporum tef1_int4(large) GJS01-13	135	2e-33
isth 262 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	133	6e-33
isth 254 T.pubescens tef1_int4(large) DAOM166162	133	6e-33
isth 30 T.pubescens tef1_int4(large) CBS345.93	133	6e-33
isth 28 T.hamatum tef1_int4(large) DAOM167057	133	6e-33

>isth|107|T.asperillum|tef1_int4(large)|CBS433.97
Length = 310

Score = 529 bits (267), Expect = e-152
Identities = 277/279 (99%), Gaps = 1/279 (0%)
Strand = Plus / Plus

Query: 19 TTTGGCACAGTCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTTGTCTTTTTTTCCAGCGT 78
Sbjct: 33 TTTGGCACATCATATGCCCGACAATTCTGCTCTCAGTTTTTTGTCTTTTTTTCCAGCGT 92

Query: 79 CACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCC 138
Sbjct: 93 CACCCCGCTTTGCCAGTCTACCTACCCCTCCTTTGGCACAGCAAAAATTTTCTGGCTGCC 152

Query: 139 CTTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGC 198
Sbjct: 153 -TTGTTTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAAATTTTTTGGCAGCAACCCCGCTATCGCCACTGC 211

Query: 199 ACCTCTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTCTTTTTTTGTTCAAT 258
Sbjct: 212 ACCTCTCCATCACCCACCACATGCTATTTGCTCAATCGCGTCGTCTTTTTTTGTTCAAT 271

Query: 259 ATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACT 297
Sbjct: 272 ATGCTGATCATGCTTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACT 310

2.10.- APENDICE 3. Análisis Estadísticos.

ANOVA para Áreas Rs día 1 (Tabla 2.2).

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	10	73.1486	7.31486	2.81	0.0095
WITHIN	41	106.746	2.60357		
TOTAL	51	179.895			

	CHI-SQ	DF	P
BARTLETT'S TEST OF EQUAL VARIANCES	13.69	10	0.1876

TUKEY (HSD) COMPARISON OF MEANS OF AREA BY CEPA

CEPA	MEAN	HOMOGENEOUS GROUPS
0	6.0100	I
219	5.9460	I I
72	5.4780	I I
113	5.3740	I I
190	5.1400	I I
147	4.3260	I I
30	4.1320	I I
165	3.7950	I I
118	3.7800	I I
35	2.7280	I I
21	2.4780	.. I

ANOVA para ensayo de crecimiento en suelo (Tabla 2.5).

ONE-WAY AOV FOR AREASUELO BY CEPA

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	9	10500.4	1166.71	69.83	0.0000
WITHIN	20	334.146	16.7073		
TOTAL	29	10834.6			

	CHI-SQ	DF	P
BARTLETT'S TEST OF EQUAL VARIANCES	6.55	9	0.6839

Análisis de medias (Tukey)

TUKEY (HSD) COMPARISON OF MEANS OF AREASUELO BY CEPA

CEPA	MEAN	HOMOGENEOUS GROUPS
118	62.657	I
190	61.747	I
72	60.813	I
165	60.813	I
219	60.813	I
35	59.053	I
115	58.207	I
30	29.727	.. I
113	23.510	.. I
21	9.9333 I

**ANOVA para ensayos de vivero (Tabla 2.6).
(Porcentaje de Plantas infectadas).**

ONE-WAY AOV FOR PLANTASIN BY TRATA

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	11	6750.00	613.636	4.91	0.0054
WITHIN	12	1500.00	125.000		
TOTAL	23	8250.00			

TUKEY (HSD) COMPARISON OF MEANS OF PLANTASIN BY TRATA

TRATA	MEAN	HOMOGENEOUS GROUPS
0	85.000	I
72	80.000	I I
30	75.000	I I
147	75.000	I I
35	70.000	I I I
165	70.000	I I I
1	65.000	I I I
113	65.000	I I I
219	55.000	I I I
118	40.000	.. I I
190	40.000	.. I I
21	30.000 I

Tamaño de la mancha

ONE-WAY AOV FOR MANCHA BY TRATRA

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
BETWEEN	11	9.40167	0.85470	2.22	0.0165
WITHIN	135	51.9000	0.38444		
TOTAL	146	61.3017			

BARTLETT'S TEST OF EQUAL VARIANCES	CHI-SQ	DF	P
	30.77	11	0.0012

Kruskal Wallis