



Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Febrero de 2008

GERMINADORES DE CAFÉ

Construcción, manejo de *Rhizoctonia solani* y costos

Ángela M. Castro-Toro*; Carlos A. Rivillas-Osorio**; César A. Serna-Giraldo***;
Carlos G. Mejía-Mejía****

Por ser el café un cultivo perenne se requiere construir el germinador en la finca, con el fin de garantizar un adecuado manejo agronómico y fitosanitario de las plantas en su estado inicial de desarrollo y así, permitir una correcta selección de las chapolas al momento del transplante en el almacigo (2). La etapa de germinador se considera de gran importancia para obtener una planta de café de buena calidad. Sin embargo, dentro de los problemas fitosanitarios que se presentan en esta etapa del cultivo se encuentra el volcamiento, mal del talluelo o *damping-off*, causada por el hongo *Rhizoctonia solani*, y considerada la principal enfermedad en los germinadores de café, debido a que reduce en un alto porcentaje la germinación de las semillas e impide el crecimiento de los fósforos o de las chapolas de café. Con el fin de iniciar desde el germinador un manejo sostenible del cultivo e impedir la presencia de esta enfermedad se ha utilizado el hongo *Trichoderma harzianum* (Tricho-D), el cual le brinda una alta protección a la semilla de café (mayor del 90%) contra el ataque de este hongo patógeno (1).



* Bacterióloga, MSc. en Fitopatología. Organización de Industrias Unidas S.A. Orius Biotecnología, Villavicencio, Meta.

** Investigador Científico III. Fitopatología. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafe.

*** Investigador Científico I. Economía. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafe.

**** Asistente de Investigación. Programa de Experimentación. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafe. Chinchiná, Caldas, Colombia.

De acuerdo con lo anterior y con el propósito de orientar al caficultor sobre el procedimiento para la construcción y el manejo adecuado de los germinadores de café, así como el costo de éstos, se construyeron y evaluaron seis germinadores, uno en la Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas), otro en la Subestación Experimental La Catalina (Pereira, Risaralda) y cuatro en fincas ubicadas en los municipios de Manizales (Finca La Perla), Chinchiná (Finca Veracruz) y Palestina (Fincas Santa Inés y La Soledad), en lugares contrastantes por la exposición de los germinadores a los rayos del sol y por la procedencia de la arena como sustrato para la germinación. En una finca de Palestina (Santa Inés) y en la Subestación Experimental La Catalina se situaron los germinadores a campo abierto, y en las fincas de Manizales, Chinchiná y Palestina (La Perla, Veracruz y La Soledad, respectivamente) éstos se ubicaron en sitios con semisombra proporcionada por árboles frutales y/o forestales. El germinador en la Estación Central Naranjal estuvo bajo sombrío (polisombra y árboles). En la Figura 1, se observan los diferentes germinadores, los cuales fueron construidos en guadua y elevados del suelo, con excepción del germinador de la Estación Central Naranjal, el cual ya estaba construido en cemento.

Construcción del germinador

Los germinadores de café deben construirse en guadua y elevados del suelo con el fin de evitar las salpicaduras de aguas lluvias, la contaminación con aguas de escorrentía o provenientes de desagües, los daños ocasionados por animales domésticos y para prevenir el ataque del hongo patógeno *Rhizoctonia solani*, el cual es un organismo nativo del suelo. El inóculo de este hongo proviene de la arena, a la cual se le adhieren partículas de limo y arcilla, con diferentes cantidades de propágulos de este patógeno, que generan condiciones para una mayor o menor expresión de la enfermedad. En la Figura 2, se presentan las medidas recomendadas para la construcción de germinadores de café. Cabe precisar que en un metro de ancho por un metro de largo normalmente se deposita 1 kg de semilla, por tanto, la longitud del germinador dependerá de la cantidad de semilla que se desea sembrar.

La base, o sea el sitio donde se deposita la arena y se siembran las semillas de café, debe tener 30 cm de profundidad; allí inicialmente se coloca una capa de



Figura 1. Vista general de los germinadores de café en las distintas localidades evaluadas. **a.** Finca La Perla; **b.** Finca La Soledad; **c.** Finca Veracruz; **d.** Finca Santa Inés; **e.** Estación Central Naranjal; **f.** Subestación Experimental La Catalina.



Figura 2.
Medidas recomendadas en la construcción de un germinador de café.

gravilla de 1 cm de profundidad, para proporcionarle un buen drenaje al germinador. Luego se ubica una capa de arena fina de río cernida (arena de revoque), con el fin de quitar las piedras e impurezas de mayor tamaño que puedan interferir con la germinación de la semilla. Es importante que la capa de arena tenga 20 cm de profundidad, para que el fósforo o la chapola de café disponga del espacio apropiado para su desarrollo radical. Aproximadamente, se necesitan 140 kg de arena para cubrir un metro de germinador. En la parte superior de éste debe colocarse un tendido de latas de guadua a manera de tapa, para darle soporte a los costales para favorecer las condiciones de germinación de las semillas y proteger el material ya germinado de los rayos del sol.

El tiempo útil del germinador en guadua está entre 18 y 24 meses (base del cálculo económico). A éste se le deben hacer revisiones periódicas para realizar refuerzos y reparaciones en la base del germinador, ya que ésta con el tiempo cede, por el peso de la gravilla y de la arena. Igualmente, el alambre con el que se amarran las guaduas y se une la esterilla, se atloja al secarse la guadua. Durante el tiempo que se haga uso del germinador, siempre que se realice la siembra de semilla, la arena debe cernirse nuevamente para quitar la basura, la hojarasca y los residuos de raíces, tallos y hojas de las chapolas producidas con anterioridad.

No es recomendable construir germinadores de café empleando suelo cernido. En este sustrato, se dificulta

el proceso de germinación de las semillas y se favorece la presencia del hongo *Rhizoctonia solani* y de otros patógenos del suelo.

Manejo de *Rhizoctonia solani*

Luego de la construcción del germinador, es necesario desinfectar la arena con el fin de prevenir el ataque de *R. solani*, y de esta manera se evita la pérdida de semilla y la mortalidad de los fósforos o de las chapolas de café. Para realizar la desinfestación de la arena, los caficultores han utilizado diferentes sistemas, dentro de los cuales se tiene el agua hervida, manejo que no es recomendado debido a que el hongo patógeno forma estructuras de resistencia (esclerocios) con las cuales soporta altas temperaturas, de esta manera el hongo puede sobrevivir por largo tiempo y causar la mortalidad en las chapolas durante la permanencia en ese sustrato.

Los caficultores también realizan un manejo eficiente de esta enfermedad con el uso de fungicidas como el tiabendazol (Mertect); sin embargo, el manejo actual en la agricultura, busca preservar el medio ambiente y evitar en lo posible todo tipo de contaminación mediante el empleo de tecnologías limpias que limitan el uso de los productos químicos. En el Avance Técnico No. 336, se muestran los resultados obtenidos en la biorregulación de *R. solani* con el hongo *T. harzianum* (Tricho-D) (1), con niveles de incidencia de la enfermedad similares y muy bajos en la desinfestación de la arena en germinadores de café con un producto químico (1,3%) y el tratamiento de ese sustrato con un producto biológico (1%). Resultados que demuestran la opción de utilizar este hongo antagonista en la protección de las semillas de café de manera confiable y similar a la del producto químico.

Con base en lo anterior, se validaron los resultados de la biorregulación de *R. solani* en diferentes sitios (cuatro fincas cafeteras y dos Estaciones Experimentales), en germinadores tratados con el fungicida tiabendazol (Mertect), con el hongo antagonista *Trichoderma harzianum*, y en semillas cuyo sustrato de germinación no recibió ningún tratamiento (cada tratamiento tuvo un área de 1 m², con tres repeticiones).

En las cuatro fincas y en la Estación Central Naranjal, por cada metro cuadrado de germinador se sembraron 4.000 semillas de café de la Variedad Castillo® Naranjal

(1 kg) y en la Subestación Experimental La Catalina, se realizó un trabajo con el grupo FLO (Fairtrade Labelling Organizations) de caficultores de Risaralda, en el cual se aplicó *T. harzianum* en siete germinadores de café, cada uno de 11 m² (74,25 m² de germinador, como área efectiva para el cálculo económico). En este último sitio, se sembró 1 kg de semilla por 1,5 m² de germinador, con el propósito de darle a la chapola de café un mayor espacio para su desarrollo.

Todos los germinadores se cubrieron con dos costales de fique húmedos (abierto por la mitad), uno ubicado directamente sobre la arena y el otro sobre las latas de guadua, con el fin de proteger las semillas de los rayos del sol y de proporcionarle al sustrato las condiciones adecuadas de humedad para el establecimiento y la persistencia del hongo *T. harzianum* y para la germinación de la semilla. En el sustrato se revisó continuamente la humedad para que ésta no fuera excesiva (en ocasiones se removió el costal sobre el sustrato) o deficiente (debió remojarse el sustrato desde el costal superior). Igualmente, los costales ubicados sobre el sustrato se voltearon semanalmente para evitar el crecimiento de hongos macromicetos. Es conveniente tener en cuenta que, los germinadores a campo abierto deben regarse con más frecuencia que los ubicados debajo de árboles frondosos.

En la Tabla 1, se muestran las recomendaciones para la aplicación de un producto químico o biológico en germinadores de café.

Resultados

En las cuatro fincas evaluadas y en la Estación Central Naranjal se encontró que en los tratamientos donde se aplicó el producto biológico y en aquellos donde se empleó el químico se tuvieron los mayores valores de germinación de las semillas, en comparación con el testigo absoluto (Tabla 2).

En relación con la biorregulación de *R. solani*, en estos mismos sitios, se observó que con el hongo *T. harzianum* no hubo diferencias estadísticas significativas al compararlo con el tiabendazol; en ambos casos disminuyó el ataque de *R. solani* en las semillas de café (Tabla 3).

Tabla 1. Recomendaciones para la aplicación de un producto biológico o químico en germinadores de café.

Aspecto considerado	Producto y sistemas de aplicación	
	<i>T. harzianum</i> (Tricho-D)	Tiabendazol (Mertect)
Riego de la arena	Una vez construido el germinador se realiza un riego sobre la arena con el fin de uniformizar su humedad.	
Concentración del producto	10 g de producto comercial/ L de agua.	5 mL de producto comercial/ L de agua.
Volumen de aplicación	1 L de la mezcla/m ² de germinador.	2 L de la mezcla/m ² de germinador.
Tratamiento del sustrato y siembra de la semilla	<p>El producto se aplica sobre el sustrato seis días antes de sembrar las semillas (4.000 semillas por 1 ó 1,5 m² de germinador).</p> <p>Después de seis días de aplicar el producto, se recoge 1 cm de la capa superior de la arena tratada, se distribuye la semilla uniformemente sobre ésta y con la arena recogida se cubren las semillas, con el uso de una zaranda, para que quede homogénea la capa de arena sobre las semillas.</p>	<p>El producto se aplica inmediatamente después de sembrar la semilla (4.000 semillas por 1 ó 1,5m² de germinador).</p> <p>Se ubica la semilla en forma uniforme sobre la arena, y con una zaranda se distribuye la arena para cubrir las semillas de manera que quede una capa homogénea. Inmediatamente después se aplica el producto.</p>
Cubrimiento del germinador con los costales de fique	Se colocan costales sobre la arena y sobre las latas de guadua.	
Riego del germinador	Se debe realizar sobre los costales que cubren la tapa de éste. Esta labor debe hacerse con cierta periodicidad (según las condiciones de temperatura) con regadera o manguera con flujo regulado, con el fin de mantener una adecuada humedad del sustrato. Se debe evitar en esta labor, el exceso de agua y destapar las semillas.	
Remoción de los costales	A los 40 y 65 días, los costales se retiran de la arena y de las latas de guadua, respectivamente.	

El sitio donde se registró el mayor nivel de la enfermedad en las chapolas, tanto en el sustrato tratado como en los testigos, fue en el germinador construido en cemento y con mayor densidad de sombrío, el cual mostró diferencias en comparación con los germinadores con semisombra y a campo abierto. En esas condiciones, el umbráculo contribuyó a una mayor retención de humedad, condiciones favorables para el desarrollo y

la actividad de *R. solani* y desventajosas para la actividad del hongo antagonista y del fungicida. Contrario a lo anterior, el sitio donde el germinador tuvo el menor nivel de enfermedad fue en uno de los ubicados a plena exposición solar (Finca Santa Inés). En la incidencia de la enfermedad, se confirmó el efecto antagónico de *T. harzianum* sobre el hongo *R. solani*, con valores de protección de las semillas similares a los obtenidos con

Tabla 2. Germinación de semillas de café en cada una de las cinco localidades evaluadas.

Finca o estación experimental	Germinación (%)
Santa Inés	
Arena sin tratar	89,0 a
Arena con <i>T. harzianum</i>	95,0 a
Arena con tiabendazol	93,0 a
La Perla	
Arena sin tratar	91,0 a
Arena con <i>T. harzianum</i>	95,0 a
Arena con tiabendazol	95,0 a
La Soledad	
Arena sin tratar	85,0 b
Arena con <i>T. harzianum</i>	92,0 ab
Arena con tiabendazol	93,0 a
Veracruz	
Arena sin tratar	89,0 a
Arena con <i>T. harzianum</i>	91,0 a
Arena con tiabendazol	92,0 a
Estación Central Naranjal	
Arena sin tratar	89,0 a
Arena con <i>T. harzianum</i>	91,0 a
Arena con tiabendazol	92,0 a

Promedios identificados con letras distintas indican diferencia estadística según la prueba Tukey al 5%.

Tabla 3. Porcentajes de infección por *Rhizoctonia solani* en semillas y chapolas de café, en cinco localidades evaluadas.

Tratamiento	Incidencia (%)		
	Semillas	Chapolas	Total
Finca Santa Inés			
Arena sin tratar	5,8 a	3,1 a	8,9 a
Arena tratada con <i>T. harzianum</i>	2,7 a	1,3 a	4,0 a
Arena tratada con tiabendazol	3,4 a	1,4 a	4,8 a
Finca La Perla			
Arena sin tratar	7,4 a	20,6 a	28,0 a
Arena tratada con <i>T. harzianum</i>	2,4 a	2,6 a	5,0 b
Arena tratada con tiabendazol	3,0 a	4,2 a	7,2 b
Finca La Soledad			
Arena sin tratar	7,0 a	7,2 a	14,2 a
Arena tratada con <i>T. harzianum</i>	3,4 a	2,4 a	5,8 b
Arena tratada con tiabendazol	2,0 a	3,1 a	5,2 b
Finca Veracruz			
Arena sin tratar	5,2 a	17,4 a	22,6 a
Arena tratada con <i>T. harzianum</i>	4,3 a	7,3 b	11,6 b
Arena tratada con tiabendazol	4,6 a	8,9 b	13,5 ab
Estación Central Naranjal			
Arena sin tratar	5,0 a	30,0 a	35,0 a
Arena tratada con <i>T. harzianum</i>	4,0 a	17,7 a	21,7 a
Arena tratada con tiabendazol	4,2 a	19,5 a	23,7 a

Promedios identificados con letras distintas indican diferencia estadística según la prueba Tukey al 5%.

el producto químico y con diferencias estadísticas en relación con el testigo.

En un estudio realizado por Venkatasubbaiah et al. (9), en semillas de café, se demostró que *T. harzianum* redujo la incidencia de la enfermedad producida por *R. solani*. Chung y Choi (3), demostraron la efectividad de *Trichoderma* sp. al disminuir el ataque de *R. solani* en algodón, con evidente micoparasitismo entre el antagonista y el patógeno, al producir el enrollamiento y la penetración de las hifas del antagonista en las hifas del patógeno hasta producir en éstas lisis y vacuolación. González et al. (5), en semillas de frijol, observaron una alta protección (99%) con *Trichoderma* frente al ataque de *R. solani*.

El hongo *Trichoderma* se comporta como un organismo endófito¹ en las plantas (7), con beneficios importantes

para ellas, entre los cuales están la inducción de los sistemas de defensa de las plantas al ataque de patógenos, la inhibición de enzimas de ese organismo, la competencia, la antibiosis y el micoparasitismo; características que le permiten ser catalogado como un hongo que se puede utilizar en una agricultura sostenible para el manejo de diferentes enfermedades (6).

En la validación del uso de *T. harzianum* como antagonista de *R. solani* se determinó que entre el 41 y el 69% de las semillas que no germinaron mostraban síntomas de ataque por *R. solani*, resultado que permite concluir que en los germinadores de café se está presentando un alto ataque de *R. solani* sobre las semillas, lo cual hace que se incremente el porcentaje de semillas sin germinar por este hecho y no por problemas de viabilidad de la misma. En la Tabla 4, se muestra el porcentaje de semillas que no germinaron debido a la presencia del hongo patógeno, las cuales presentaron necrosis en el sitio de

¹ Organismo que vive dentro de otro organismo vegetal

Tabla 4. Promedios de semillas de café sin germinar, afectadas por *R. solani*, en cada una de las localidades evaluadas.

Finca ó Estación Experimental	Total Semillas/ m ² de germinador	Semillas sin germinar		Semillas sin germinar - enfermas		Semillas sin germinar - sanas	
		Número	%	Número	%	Número	%
Santa Inés							
Arena sin tratar	4.000	439	11,0 a	233	53,0 a	206	47,0 a
Arena con <i>T. harzianum</i>		220	5,5 a	108	48,3 a	112	51,7 a
Arena con tiabendazol		274	6,8 a	134	49,0 a	140	51,0 a
La Perla							
Arena sin tratar	4.000	378	9,4 a	295	69 a	83	55 a
Arena con <i>T. harzianum</i>		208	5,2 a	96	45 a	112	45 a
Arena con tiabendazol		214	5,4 a	122	55 a	92	31 a
La Soledad							
Arena sin tratar	4.000	593	14,8 a	280	48,2 a	313	51,8 b
Arena con <i>T. harzianum</i>		337	8,4 ab	139	41,3 ab	198	58,7 ab
Arena con tiabendazol		277	6,9 b	87	32,5 b	190	67,5 a
Veracruz							
Arena sin tratar	4.000	416	10,4 a	207	49,4 ab	209	50,6 ab
Arena con <i>T. harzianum</i>		364	9,1 a	170	47,4 b	194	52,6 a
Arena con tiabendazol		306	7,7 a	183	60,1 a	123	39,9 b
Estación Central Naranjal							
Arena sin tratar	4.000	414	10,4 a	201	48,6 a	213	51,4 a
Arena con <i>T. harzianum</i>		345	8,6 a	161	46,8 a	184	53,2 a
Arena con tiabendazol		339	8,5 a	168	49,2 a	171	50,8 a

Promedios identificados con letras distintas indican diferencia estadística según la prueba Tukey al 5%.

emisión de la radícula y otras presentaron necrosis en este órgano, con los síntomas característicos del ataque por *R. solani* (Figura 3).

En la Subestación Experimental La Catalina, después de 80 días de la siembra, se obtuvo 93% de germinación y un promedio de incidencia de la enfermedad del 3% (Tabla 5). En los germinadores a campo abierto fue muy baja la incidencia de la enfermedad por la protección de la semilla con *T. harzianum* (Figura 4).

Costos de producción

El análisis de los costos de producción de germinadores para café se hizo con base en la validación realizada

en la Subestación Experimental La Catalina, donde se construyeron siete germinadores cada uno de 11 m² (un metro de ancho x 11 metros de largo). El área efectiva fue de 74,25 m². En los germinadores se sembraron

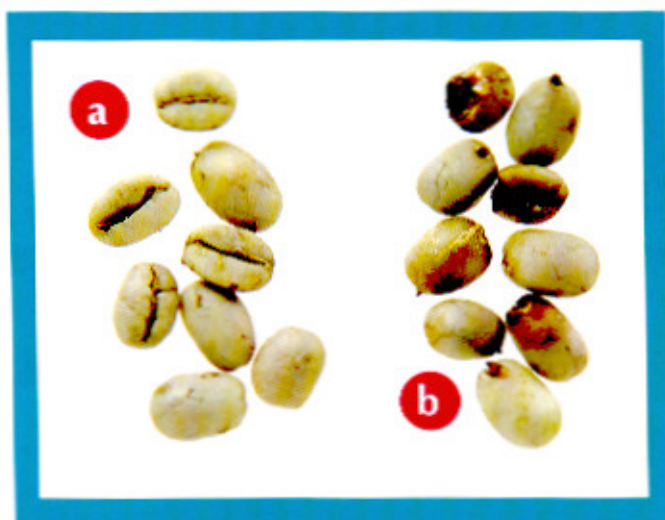


Figura 3.
Semillas de café sin germinar.
a. Sanas, **b.** Afectadas por *R. solani*.



Figura 4.
Chapolas de café producidas en la Subestación Experimental La Catalina y en una finca particular, en un sustrato tratado con *T. harzianum* (arriba) y sin tratar (abajo).

Tabla 5. Germinación de semillas de café e infección producida por *R. solani* en germinadores de la Subestación Experimental La Catalina, tratados con *T. harzianum*.

Número de muestreos/1,5 m ² de germinador	Germinación(%)	Incidencia(%)
1	93,3 a	2,3 a
2	93,0 a	2,9 a
3	92,3 a	4,4 a

Promedios identificados con letras distintas indican diferencia estadística según la prueba Tukey al 5%.

4.000 semillas de café de la Variedad Castillo®/1,5 m² de germinador.

López et al. (8), al estimar los costos por chapola, encontraron que éstos varían de acuerdo con el tamaño del germinador, en donde a mayor área o mayor capacidad de producción de chapolas menor costo unitario (3,8 centavos y 5,3 centavos en germinadores para 35.000 y 7.500 chapolas, respectivamente). Estos valores a pesos del año 2008 y con base en el Índice de Precios al Consumidor (IPC), equivaldrían a \$10 y \$14 por chapola, respectivamente, para cada tamaño de germinador. En el presente trabajo se determinó un costo total por chapola de \$17,8 el cual se reduce a \$6,6 al diferir el costo de la manguera para el riego (para dos años de duración en tres germinadores/año) y los costales (para un año de duración en tres germinadores/año) (Tabla 7).

La mano de obra representa el 48,1% mientras que los materiales e insumos alcanzaron el 51,9%. En esa misma Figura, se presenta la distribución detallada de cada concepto según las actividades e insumos requeridos para un germinador de 74,25 m². En el análisis de López et al. (8), los costos totales de un germinador de 35.000 chapolas clasificados en estos dos conceptos, correspondieron al 53% para mano de obra y al 47% para materiales e insumos, resultados no distantes de los encontrados en el presente estudio.

La distribución anterior se amplía, cuando se difieren los costos de la manguera y de los costales, al pasar la mano de obra al 36,2% de los costos totales y los materiales e insumos al 63,8%. Los supuestos básicos para los cálculos y los costos totales obtenidos para un área efectiva de 74,25 m² se presentan en las Tablas 6 y 7, respectivamente.

En la Tabla 7, se aprecia cómo los costos de construcción del germinador representaron el 71,3% y los costos del proceso de germinación, el 28,7% restante.

En la Figura 5, se aprecia la clasificación de los costos totales en dos conceptos. El primero corresponde a la mano de obra y el segundo a los materiales e insumos.

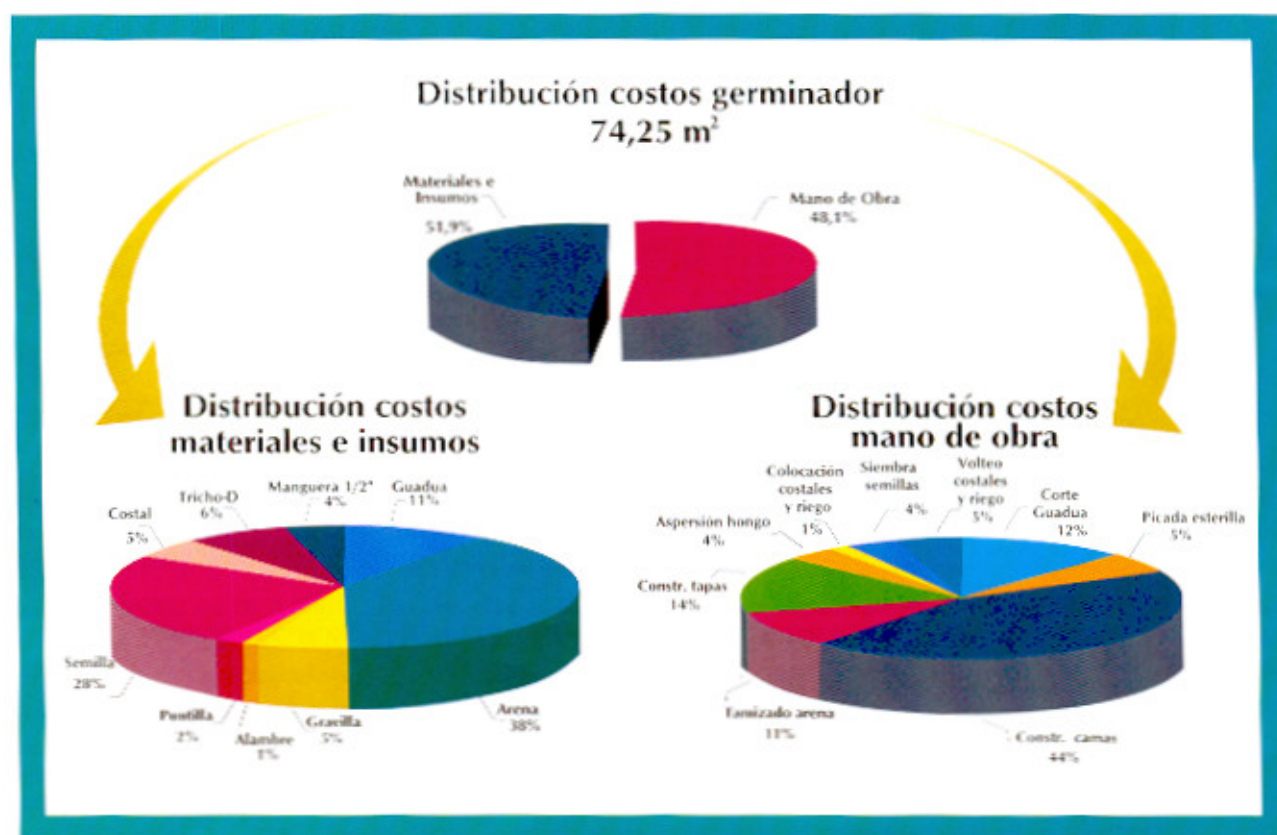


Figura 5.

Distribución de los costos totales para un germinador de 74,25 m².

Los gastos en efectivo del caficultor pueden reducirse sustancialmente si se utiliza mano de obra familiar. No obstante, se debe aclarar, que esta mano de obra evita el desembolso, pero tiene un costo de oportunidad, es decir, que podría estar generando otros ingresos. El caficultor debe tener presente la importancia de construir el germinador en la finca, con semilla certificada o de origen conocido, lo cual le permite seleccionar las mejores chapolas para producir plantas de café sanas y vigorosas, que le garanticen un adecuado establecimiento de su cultivo, y con un costo por chapola menor al del valor comercial (4). Actualmente, en varios departamentos cafeteros se comercializan las chapolas en \$14 la unidad en el sitio de producción, valor que se podría reducir en un 53% para el caficultor, si éste las produce en su finca.

En el análisis de los costos totales de germinadores de café cuando se utiliza el fungicida tiabendazol, éstos fueron similares a los costos generados cuando se emplea el producto biológico. En este aspecto, con el uso de *T. harzianum* el costo unitario fue de \$6,6 y con el tiabendazol fue de \$6,7. Sin embargo, cabe resaltar que el uso de productos biológicos contribuye a la diferenciación de los cafés orgánicos y a la armonía con el medio ambiente. El beneficio por el costo ambiental, al reemplazar productos químicos, no se cuantificó de manera monetaria en este estudio, pero es importante considerarlo por su aporte al desarrollo sostenible de las zonas cafeteras, del país y de las generaciones futuras.

Tabla 6. Supuestos básicos para los costos de construcción de un germinador de café.

Variables	Unidad	Valor (\$) ¹
Mano de obra ²	Jornal	20.977
Guadua x 6,40 m	Unidad	8.000
Arena fina de río (de revoque)	m ³	35.000
Gravilla	m ³	48.000
Semilla Variedad Castillo®	kg	10.000
Costal de fique ³	Unidad	3.050
Manguera plástica 1/2" x 50 m, con accesorios ⁴	Unidad	65.350
Alambre para amarrar	kg	3.150
Puntilla 2 ½ y 3" con cabeza	Libra	1.750
Porcentaje de germinación sustrato tratado con Tricho-D	%	93
Número de chapolas germinadas en 1,5 metros cuadrados	Unidad	3.801

¹ Precios a febrero de 2008

² Con base en el salario mínimo mensual legal vigente, para 22 días de labor. No se incluyen prestaciones sociales

³ El costo estimado se difiere para tres semilleros

⁴ El costo estimado se difiere para seis semilleros

NOTA: Para aplicar el producto biológico o el fungicida, comúnmente se emplea una regadera. En el presente estudio debido al área total del germinador, se requirió de una aspersora PPR "Calimax Leo Cafetera", razón por la cual su costo y el del agua no fueron considerados para el análisis económico.

Tabla 7. Costos totales en la construcción y manejo de germinadores de café de 74,25 m².

Etapa	Unidad de medida	Cantidad	Valor Total [\$]	%
Construcción del germinador			2.384.743	71,3
Mano de obra		66,3	1.390.793	41,6
Corte de las guaduas	Jornal	9	188.795	5,6
Elaboración de la esterilla	Jornal	3,8	79.714	2,4
Construcción de las camas	Jornal	34	713.227	21,3
Tamizado de la arena	Jornal	8,5	178.307	5,3
Construcción de las tapas	Jornal	11	230.750	6,9
Materiales e insumos			993.950	29,7
Guadua x 6,40 metros	Unidad	24	192.000	5,7
Arena fina de río (de revoque)	m ³	19	665.000	19,9
Gravilla	m ³	2	96.000	2,9
Alambre para amarrar (negro)	kilogramo	3	9.450	0,3
Puntilla de 2½ y 3' con cabeza	Libra	18	31.500	0,9
Proceso de germinación			961.961	28,7
Mano de obra		10,5	220.261	6,6
Aspersión del hongo	Jornal	3	62.932	1,9
Ubicación de costales y riego	Jornal	1	20.977	0,6
Siembra de las semillas	Jornal	3	62.932	1,9
Volteo de los costales y riego	Jornal	3,5	73.420	2,2
Materiales e insumos			741.700	22,2
Semilla café Variedad Castillo Naranjal®	kilogramo	49,5	495.000	14,8
Costal de fique	Unidad	27	82.350	2,5
Tricho-D (<i>T. harzianum</i>)	Gramos	742,5	99.000	3
Manguera ½" plástica x 50 m /accesorios	Unidad	1	65.350	2
Total			3.346.704	100
Costo por chapola obtenida			17,8	
Costo por chapola con costos diferidos			6,6	

Conclusiones

Trichoderma harzianum (ingrediente activo del Tricho-D) en germinadores comerciales de café, confirmó su efectividad al proteger las semillas contra *R. solani* de manera similar a la protección que se obtiene con el fungicida. Si no se protegen las semillas contra este hongo patógeno siempre se presentará la infección y habrá alta mortalidad en las chapolas de café.

En todas las condiciones evaluadas, las semillas de café germinadas en sustratos tratados con *T. harzianum* o

con el fungicida tiabendazol presentaron porcentajes de germinación de 93%. De las semillas que no germinaron, entre el 41 y 69% tuvieron ataque del hongo patógeno *R. solani*, resultado que demuestra que la causa de no haber germinado las semillas de café no se debe atribuir a la pérdida de viabilidad de éstas, sino al deterioro temprano de las mismas por efecto de *R. solani*.

En la arena sin tratamiento contra *R. solani*, la incidencia de la enfermedad fue más alta en el germinador ubicado bajo sombrío y construido en cemento (30%), en comparación con el germinador que se estableció

a campo abierto y que se construyó en guadua (3,1%). Este resultado indica que los germinadores de café se deben construir en las condiciones de menor enfermedad mencionadas anteriormente, en las cuales es indispensable regular la humedad en el sustrato.

Los resultados obtenidos en la Subestación Experimental La Catalina permiten recomendar el uso de 1 kg de semilla Castillo® o Caturra/1,5 m² (aproximadamente 2.700 semillas por m²), para producir

chapolas más vigorosas y de mejor calidad.

El análisis económico de los germinadores con el empleo de *T. harzianum*, indica que el productor de café además de obtener el beneficio con la construcción de su propio germinador produciendo chapolas sanas y de buena calidad, reduce su costo unitario en 53%, en relación con el valor de una chapola de menor calidad obtenida en germinadores comerciales.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos al Señor Carlos A. Zuluaga de la Disciplina de Fitopatología, al personal de la empresa ORIUS, al personal de la Estación Central Naranjal y de la Subestación Experimental La Catalina, y a los dueños y administradores de las distintas fincas cafeteras, por la colaboración para el desarrollo de esta investigación.

El uso de nombres comerciales en esta publicación tiene como propósito facilitar la identificación y en ningún momento significa su promoción.

LITERATURA CITADA

1. CASTRO T., A.M.; RIVILLAS O., C.A. Biorregulación de *Rhizoctonia solani* en germinadores de café. Avances Técnicos Cenicafe No. 336: 1-8. 2005.
2. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ - Cenicafe, CHINCHINÁ, COLOMBIA. Germinadores y almácigos de café. Boletín de Extensión No. 65:1-24. 1989.
3. CHUNG, H.S.; CHOI, W.B. Biological control of sesame damping-off in the field by coating seed with antagonistic *Trichoderma viride*. Seed Science and Technology 18(2):451-459. 1990.
4. DUQUE O., H. Cómo reducir los costos de producción en la finca cafetera. 2. ed. Chinchiná, Cenicafe, 2004. 99 p.
5. GONZÁLEZ R., M.; CASTELLANOS G., L.; RAMOS F., M.; PÉREZ G., G. Efectividad de *Trichoderma* spp. para el control de hongos patógenos de la semilla y el suelo en el cultivo del frijol. Fitosanidad 9 (1): 37-41. 2005.
6. HARMAN G.E. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. Phytopathology 96(2): 190-194. 2006.
7. HOYOS, L.; CARDONA, A.; ORDUZ, S. *Trichoderma*: Endófito y avirulento en plantas. In: CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencia Afines, 35. Bogotá, Octubre 5-7, 2005. Resúmenes. Bogotá, ASCOLFI, 2005. p. 30.
8. LÓPEZ A., R.; GALLO C., A. Costos de producción de germinadores de café. Avances Técnicos Cenicafe No 48: 1-4. 1975.
9. VENKATASUBBAIAH, P.; SAITEULLA, K.M.; SOMASHEKAR, R.K. Efficacy of *Trichoderma harzianum* as a biocontrol agent for *Rhizoctonia solani*, the incitant of collar rot of coffee seedlings. Biological Sciences 50(5):525-529. 1984.

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Cenicafe
Centro Nacional de Investigaciones de Café
"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723
A.A. 2427 Manzales
www.cenicafe.org
cenicafe@cafede colombia.com

Edición: Sandra Milena Marín López
Fotografía: Gonzalo Hoyos S.
Carlos A. Rivillas O.
Ángela María Castro T.
Diagramación: Carmenza Bacca Ramírez
Impresión: Multimpresos Ltda.