

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO.  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS IASA.  
“GRAD. CARLOMAGNO ANDRADE PAREDES”.

VAPORIZACIÓN COMO ALTERNATIVA AL USO DE BROMURO DE METILO  
EN LA DESINFECCIÓN DE SUELOS EN EL CULTIVO DE LIATRIS (*Liatris  
spicata*).

DANILO GABRIEL MORENO MALDONADO.



**Banco Mundial**



**Ministerio de Comercio  
Exterior, Industrialización,  
Pesca y Competitividad**



INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO  
REQUISISTO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO  
DE INGENIERO AGROPECUARIO

SANGOLQUÍ – ECUADOR  
2005.

VAPORIZACIÓN COMO ALTERNATIVA AL USO DE BROMURO DE METILO EN LA DESINFECCIÓN DE SUELOS EN EL CULTIVO DE LIATRIS (*Liatris spicata*).

REVISADO Y APROBADO:

CRNL. ESP. DR. GIOVANNI GRANDA  
DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIA AGROPECUARIAS

Ing. Agr. Elizabeth Urbano  
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Agr. M. Sc. Abraham Oleas  
CODIRECTOR DE TESIS

Ing. Agr. M. Sc. Gabriel Suárez  
BIOMETRISTA

CERTIFICO QUE ESTE TRABAJO FUE PRESENTADO EN ORIGINAL  
(ELECTROMAGNETICAMENTE) E IMPRESO EN DOS EJEMPLARES

Dr. Marco Peñaherrera  
SECRETARIO ACADÉMICO

VAPORIZACIÓN COMO ALTERNATIVA AL USO DE BROMURO DE  
METILO EN LA DESINFECCIÓN DE SUELOS EN EL CULTIVO DE LIATRIS  
(*Liatris spicata*).

DANILO GABRIEL MORENO MALDONADO.

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE  
CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO.

	CALIFICACION	FECHA
Ing. Agr. Elizabeth Urbano DIRECTOR DE TESIS	-----	-----
Ing. Agr. M. Sc. Abraham Oleas CODIRECTOR DE TESIS	-----	-----

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN  
ESTA SECRETARIA

Dr. Marco Peñaherrera  
SECRETARIO ACADEMICO

**DEDICATORIA**

A mis padres Eduardo y Cecilia

A mis hermanos Eduardo y Gianela

A mis sobrinas Doménica, Maria José y Daniela

A mi gente, mi cultura y a mi país  
ECUADOR.

## AGRADECIMIENTO

Ante todo a dios, por la oportunidad y facilidades que me ha brindado y me sigue brindando, para realizar cosas que me llenan e inspiran a continuar con investigaciones y estudios que vayan en bien de mi país.

A mi familia en general, por su presencia, aporte y apoyo que ha sido invaluable para mi, tanto en tiempos buenos y malos, dentro y fuera de la investigación.

A mi directora, codirector y biometrista, por la confianza brindada, que ha través del tiempo, se ha transformado en una sólida amistad.

Al Ing. Jorge Carvajal, Eco. Julio Espinosa y a toda la gente del MICIP, quienes brindaron todo su apoyo para la culminación de esta investigación.

Al Ing. Ivan Sempertegui, ingeniero mecánico que permitió sobre llevar contratiempos de una forma eficiente, en la calibración del vaporizador.

Al Arq. Raúl Vaca, gerente general de GYPSO S.A., quien permitió las facilidades para este estudio.

Al Ing. Roberto Abad, jefe de finca de GYPSO S.A., por su amistad y conocimientos brindados a lo largo del presente estudio.

A Marjorie Vasconez, contadora del PBM, por su amistad y apoyo en el desarrollo de la investigación.

A toda la gente de GYPSO S.A., que llevo con eficiencia el cultivo de Liatris.

A mis amigos, José Irazabal (Pinko), Santiago Fuel (Santt), Lisa Larco y Nadia Fuel por su amistad desinteresada.

A mi ECUADOR, a mi gente, a mis tradiciones, a mi cultura, a mi historia y sobre todo a mi ORGULLO DE SER ECUATORIANO.

## CONTENIDO

	Pág
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	22
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b>	25
<b>A. CULTIVO DE LIATRIS</b>	25
1. Generalidades	25
2. Origen y Distribución	26
3. Importancia Económica	26
4. Morfología	27
5. Clasificación Taxonómica	27
6. Variedades	27
7. Ciclo de Cultivo	28
8. Características Climáticas y de Suelo	29
9. Siembra	29
a. Desinfección de suelo	29
b. Tratamiento de bulbos	30
10. Densidad y Profundidad de Siembra	31
11. Fotoperíodo	31
12. Reguladores de Crecimiento	31
13. Labores culturales	32
14. Riego	32
15. Fertilización	33
16. Plagas y Enfermedades	33
a. Plagas	33
b. Enfermedades	34
17. Controles Fitosanitarios	34
a. Tratamiento de Bulbo	34
b. Tratamiento de Suelo	36
1. Bromuro de Metilo (BrMe)	36
1.1 Alternativas al Uso de Bromuro de Metilo (BrMe)	37
1.1.1. Métodos culturales	37
<u>Rotación de Cultivos</u>	37
<u>Substratos artificiales</u>	37
<u>Fecha de siembra</u>	37
<u>Cultivos de cobertera</u>	37
<u>Encharcamiento</u>	38
<u>Manejo de la fertilización</u>	38
<u>Enmiendas orgánicas</u>	38
1.1.2. Métodos Físicos	38
<u>Solarización</u>	38
<u>Acolchados plásticos</u>	39
<u>Vapor de agua</u>	39
1.1.3. Métodos químicos	39
1.1.3.1 Metilisothiocianato (MITC)	39
<i>Dazomet,</i>	39
<i>Metham Sodio</i>	39
<i>Metham potasio</i>	40

	Pág
1.1.3.2 Hidrocarburos halogenados	40
<i>Dibromuro de dietileno</i>	40
<i>Cloropicrina</i>	40
<i>1-3, Dicloropropeno</i>	40
1.1.4. Métodos biológicos	40
c. Control de Plagas y enfermedades	40
1. Plagas	40
2. Enfermedades	41
18. Cosecha	42
a. Requerimientos de cosecha para flor fresca	43
b. Requerimientos de cosecha para flor seca	44
c. Criterios de calidad	44
19. Post Cosecha	45
20. Comercialización	46
B. BROMURO DE METILO	47
1. Generalidades	47
2. Ficha técnica (AIR LIQUIDE S.A. Francia 2002).	48
C. VAPORIZACIÓN.	55
1. Generalidades.	55
2. Pasteurización con vapor de agua.	56
a. Calderas y difusores.	57
1. Capacidad.	58
2. Presión alta o baja.	58
3. Tipos de difusores y su diámetro.	58
4. Cubiertas.	59
5. Combustible.	59
6. Calderas estacionales o móviles.	59
b. Suelos o sustratos a tratar.	60
1. Humedad del suelo.	60
2. Textura del suelo.	60
3. Tipo de suelo.	60
c. Problemas comunes asociados a la vaporización.	60
1. Acumulación de Sales Solubles.	60
2. Toxicidad por manganeso.	61
3. Toxicidad por amonio.	61
3. Ventajas del tratamiento con vapor .	62
4. Puntos letales térmicos de patógenos.	62
5. Costos	63
6. Recomendaciones	64
D. TRICHODERMA SP.	65
1. Generalidades.	65
2. Evolución de la taxonomía de <i>Trichoderma</i> sp.	66
3. Clasificación taxonómica.	66
4. Mecanismos de parasitismo del hongo	67
5. Rango de hospederos	68
6. Ciclo de vida	68
7. Susceptibilidad a los pesticidas	68

	Pág
8. Usos de <i>Trichoderma</i> sp.	69
a. Alimentos y textiles	69
b. Agentes de biocontrol	69
c. Promotores de crecimiento de las plantas	69
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b>	70
<b>A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA</b>	70
1. Localización	70
2. Características del campo experimental	70
<b>B. MATERIALES</b>	71
1. Fase de Campo:	71
a. Plantas y material de campo:	71
b. Equipo para la vaporización:	71
c. Equipo de mediciones y marcaje:	71
d. Materiales de poscosecha	71
2. Fase de Laboratorio:	72
a. Laboratorio de Suelos	72
b. Laboratorio de Fitopatología.	72
3. Otros materiales:	72
<b>C. METODOS</b>	72
1. PRIMERA ETAPA	72
a. Vaporizador.	72
1. Bases Técnicas	72
2. Calibración del Equipo	73
3. Tipo de plástico	77
b. <i>Liatris spicata</i>	78
1. Seguimiento general del Cultivo	78
c. Patología de bulbos de <i>Liatris spicata</i>	79
1. Patología/Etapa de desinfección de bulbos.	79
2. Patología de bulbos/Semana de Cultivo (1ra-16ta semana).	80
3. Patología General de Bulbos de Aparente Sanidad y Enfermos.	80
4. Patología Detallada de Bulbos de Aparente Sanidad y Enfermos.	80
d. Estudio Preliminar Desarrollado en Laboratorio	82
1. Análisis microbiológico general de la finca	82
2. Aislamiento, purificación y conservación de <i>Trichoderma</i> sp.	83
3. Pruebas de tolerancia de las 7 cepas de <i>Trichoderma</i> sp. con los productos químicos utilizados para la I fase de desinfección de bulbos	83
4. Pruebas térmicas de las 7 cepas de <i>Trichoderma</i> sp.	83
5. Pruebas de antagonismo de las 7 cepas de <i>Trichoderma</i> sp. vs <i>Rhizoctonia</i> sp.	84
6. Velocidad de crecimiento de las siete cepas de <i>Trichoderma</i> spp.	84
7. Multiplicación de las cepas C <sub>17</sub> y C <sub>19</sub> de <i>Trichoderma</i> sp.	84
8. Identificación de especies de <i>Trichoderma</i> C <sub>17</sub> y C <sub>19</sub>	85

	Pág
9. Prueba de antagonismo entre las cepas de <i>Trichoderma</i> C <sub>19</sub> ( <i>T. pseudokoningii</i> ) y C <sub>17</sub> ( <i>T. harzianum</i> )	85
10. Prueba de tolerancia de productos químicos foliares vs <i>Trichoderma</i> C <sub>17</sub> ( <i>T. harzianum</i> , aplicado al follaje y suelo)	85
11. Prueba de tolerancia de <i>Trichoderma</i> C <sub>19</sub> ( <i>T. pseudokoningii</i> ) vs los productos químicos utilizados para la II fase de desinfección del bulbo.	86
12. Pruebas de antagonismo entre <i>Rhizoctonia</i> sp. aislada de bulbo vs <i>Bacillus</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp., <i>Trichoderma</i> C <sub>17</sub> ( <i>T. harzianum</i> ) y C <sub>19</sub> ( <i>T. pseudokoningii</i> ).	86
13. Conteo y calibración de las esporas de las cepas de <i>Trichoderma</i> C <sub>17</sub> ( <i>T. harzianum</i> ) y C <sub>19</sub> ( <i>T. pseudokoningii</i> ).	86
2. SEGUNDA ETAPA	86
a. Fase de experimentación.	86
1. Factores en estudio	86
2. Tratamientos	88
3. Procedimiento.	89
3.1. Diseño experimental	89
3.1.1 Tipo de diseño	89
3.1.2. Número de repeticiones.	89
3.2. Características de las unidades experimentales.	89
3.2.1 Número	89
3.2.2 Área del ensayo	89
3.2.3 Forma	90
3.2.4 Densidad de siembra	92
3.3 Análisis Estadístico	93
3.3.1 Esquema del análisis de variancia	93
3.3.2 Coeficiente de variación.	94
3.3.3 Análisis funcional	94
3.4 Análisis económico.	94
3.5 Datos a Tomar y Métodos de Evaluación	94
3.5.1 Presencia de patógenos y <i>Trichoderma</i> sp en bulbos	94
3.5.2 Análisis microbiológicos y físico-químico de compost y suelos	95
3.5.2.1 Análisis Inicial de Suelos y Compost:	95
3.5.2.2 Análisis Intermedio de Suelos:	95
3.5.2.3 Análisis Final, de Suelos:	95
3.5.3 Datos a tomar para las evaluaciones en campo:	96
3.5.3.1. Tiempo a la brotación de los bulbos:	96
3.5.3.2. Presencia de Maleza en el cultivo:	96
3.5.3.3. Porcentaje de plantas con hojas secas, retardadas en crecimiento y/o enfermas:	96

	Pág
3.5.3.4. Numero, tamaño y % en peso fresco de raíces:	97
3.5.3.5. Altura de planta:	97
3.5.3.6. Diámetro de Tallo:	97
3.5.3.7. Producción Bruta:	97
3.5.3.8. Tallos exportables y pérdidas:	98
3.5.3.9. Perdidas por plantas “escobillas” y “cabezones”:	98
3.6 Métodos Específicos de Manejo del Experimento.	99
3.6.1. Preparación del suelo	99
3.6.2. Preparación del bulbo.	99
3.6.2.1. Desinfección de la Finca	99
3.6.2.2. Desinfección con <i>Trichoderma</i> sp.	100
3.6.3 Desinfección del Suelo.	101
3.6.3.1. Bromuración	101
3.6.3.2. Vaporización	102
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>103</b>
<b>A. PRIMERA ETAPA</b>	<b>103</b>
1. Patología de bulbos de <i>Liatris spicata</i>	103
a. Patología/Etapa de desinfección de bulbo.	103
b. Patología/Semana de Cultivo.	104
c. Patología General de Bulbos de Aparente Sanidad y Enfermos.	106
d. Patología Detallada de Bulbos de Aparente Sanidad y Enfermos.	107
1 Bulbos de Aparente Sanidad	107
2 Bulbos Enfermos	109
2. Estudio Preliminar Desarrollado en Laboratorio	111
a. Análisis microbiológico general de la finca	111
b. Aislamiento, purificación y conservación de <i>Trichoderma</i> sp.	114
c. Pruebas de tolerancia de las 7 cepas de <i>Trichoderma</i> sp. con los productos químicos utilizados para la I fase de desinfección de bulbos	114
d. Pruebas térmicas de las 7 cepas de <i>Trichoderma</i> sp.	120
e. Pruebas de antagonismo de las 7 cepas de <i>Trichoderma</i> sp. vs <i>Rhizoctonia</i> sp.	123
f. Velocidad de crecimiento de las siete cepas de <i>Trichoderma</i> spp.	129
g. Multiplicación de las cepas C <sub>17</sub> y C <sub>19</sub> de <i>Trichoderma</i> sp.	130
h. Identificación de Especies de <i>Trichoderma</i> C <sub>17</sub> y C <sub>19</sub> .	131
i. Prueba de antagonismo entre las cepas de <i>Trichoderma</i> C <sub>19</sub> ( <i>T. pseudokoningii</i> ) y C <sub>17</sub> ( <i>T. harzianum</i> )	132
j. Prueba de tolerancia de productos químicos foliares vs <i>Trichoderma</i> C <sub>17</sub> ( <i>T. harzianum</i> , aplicado al follaje)	135
k. Prueba de tolerancia de <i>Trichoderma</i> C <sub>19</sub> ( <i>T. pseudokoningii</i> ) vs los productos químicos utilizados para la II fase de desinfección del bulbo.	139

	Pág
l. Pruebas de antagonismo entre <i>Rhizoctonia</i> sp. aislada de bulbo vs <i>Bacillus</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp., <i>Trichoderma</i> C <sub>17</sub> ( <i>T. harzianum</i> ) y C <sub>19</sub> ( <i>T. pseudokoningii</i> ).	141
m. Conteo y calibración de las esporas de las cepas de <i>Trichoderma</i> C <sub>17</sub> ( <i>T. harzianum</i> ) y C <sub>19</sub> ( <i>T. pseudokoningii</i> ).	144
<b>B. SEGUNDA ETAPA</b>	145
1. Análisis Económico.	145
2. Fase de Laboratorio.	148
a. Presencia de patógenos y <i>Trichoderma</i> sp en bulbos.	148
b. Análisis microbiológicos y físico-químico de compost y suelos:	150
1 Compost	150
1.1 Microbiológico	150
1.2 Físico- químico	150
2 Suelos	150
2.1 Microbiológico	150
2.1.1 Inicial	150
2.1.2 Intermedio	151
2.1.3. Final	152
2.2. Físico- químico	152
2.2.1. Inicial	152
2.2.2. Intermedio	153
2.2.3. Final	158
3. Fase de campo.	160
a. Tiempo a la brotación de los bulbos.	160
b. Presencia de Maleza en el cultivo.	160
c. Porcentaje de plantas con hojas secas, retardadas en crecimiento y/o enfermas.	162
d. Numero, tamaño y % en peso fresco de raíces	171
e. Altura de la planta	175
f. Diámetro de Tallo	179
g. Producción Bruta	180
h. Tallos exportables y pérdidas:	181
i. Pérdidas por plantas “escobillas” y “cabezones”	186
<b>V. CONCLUSIONES</b>	189
A. PRIMERA ETAPA	190
B. SEGUNDA ETAPA	190
1. Fase de Laboratorio	190
2. Fase de Campo	191
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	197
A. PRIMERA ETAPA	197
B. SEGUNDA ETAPA	197
1. Fase de Laboratorio	198
2. Fase de Campo	199
<b>VII. RESUMEN</b>	200
<b>VIII. SUMMARY</b>	200
<b>IX. ANEXOS</b>	203
<b>X. BIBLIOGRAFIA</b>	206

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>CUADRO 1: Clasificación de “Bulbos hijos” en <i>Liatris</i>.</b>	30
<b>CUADRO 2: Fertilización Recomendada para el Cultivo de <i>Liatris</i></b>	33
<b>CUADRO 3: Numero de bonches de <i>Liatris</i>/caja, en flor fresca, según su Longitud</b>	46
<b>CUADRO 4: Puntos Letales Térmicos para Diferentes Agentes Nocivos en plantas (PNUMA, 2002).</b>	63
<b>CUADRO 5: Comparación de Costos Generales de Desinfección de Suelos con Algunos Fumigantes y Vapor (PNUMA ,2002).</b>	64
<b>CUADRO 6: Bases técnicas del Equipo de Vaporización</b>	73
<b>CUADRO 7: Valoración de Propiedades de Materiales que pueden ser Utilizados para Vaporización de Suelos</b>	78
<b>CUADRO 8: Seguimiento general del cultivo de <i>Liatris spicata</i></b>	79
<b>CUADRO 9: Medios de Cultivo Utilizados en la Investigación</b>	81
<b>CUADRO 10: Tratamientos aplicados en la Investigación.</b>	88
<b>CUADRO 11: Dosis de BrMe Aplicadas</b>	102
<b>CUADRO 12: Patología de bulbos/Etapa de desinfección de bulbo.</b>	104
<b>CUADRO 13: Patología/Semana de Cultivo.</b>	105
<b>CUADRO 14: Patología General de Bulbos de Aparente Sanidad y Enfermos</b>	106
<b>CUADRO 15: Estudio Externo de Bulbos de Aparente Sanidad</b>	107
<b>CUADRO 16: Estudio Externo de Bulbos Enfermos.</b>	108
<b>CUADRO 17: Hongos Encontrados en el Análisis Microbiológico General de la Finca</b>	112

	Pág.
<b>CUADRO 18:</b> Análisis de variancia para el crecimiento de siete cepas de <i>Trichoderma</i> sp., en la prueba de tolerancia a productos químicos, utilizados en la I etapa de desinfección de bulbos. (Cuadrados medios)	116
<b>CUADRO 19:</b> Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de las cepas de <i>Trichoderma</i> sp., en la prueba de tolerancia a productos químicos utilizados en la I etapa de desinfección de bulbos.	117
<b>CUADRO 20:</b> Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp., en la prueba de tolerancia a tres dosis de Captan.	118
<b>CUADRO 21:</b> Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp., en la prueba de tolerancia a tres dosis de Vitavax.	118
<b>CUADRO 22:</b> Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp., en la prueba de tolerancia a tres dosis de Furadan.	118
<b>CUADRO 23:</b> Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral por cepa de <i>Trichoderma</i> sp., en la prueba de tolerancia a Captan.	119
<b>CUADRO 24:</b> Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral por cepa de <i>Trichoderma</i> sp., en la prueba de tolerancia a Vitavax.	119
<b>CUADRO 25:</b> Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral por cepa de <i>Trichoderma</i> sp., en la prueba de tolerancia a Furadan.	120
<b>CUADRO 26:</b> Análisis de variancia para el crecimiento de siete cepas de <i>Trichoderma</i> spp., luego de haber sido sometidas a termoterapia, por dos periodos de tiempo. (Cuadrados medios)	121
<b>CUADRO 27:</b> Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de <i>Trichoderma</i> spp., luego de haber sido sometidas a termoterapia, por dos periodos de tiempo.	122
<b>CUADRO 28:</b> Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de las cepas de <i>Trichoderma</i> sp., luego de haber sido sometidas a termoterapia, por dos periodos de tiempo.	122

	Pág.
<b>CUADRO 29:</b> Análisis de variancia para el crecimiento de <i>Rhizoctonia</i> sp. en la pruebas de antagonismo con 7 cepas de <i>Trichoderma</i> spp. (Cuadrados medios).	124
<b>CUADRO 30:</b> Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de <i>Rhizoctonia</i> sp. en dirección (a) y su perpendicular (b), de las siete cepas del biocontrolador <i>Trichoderma</i> spp.	125
<b>CUADRO 31:</b> Análisis de variancia para el crecimiento de las 7 cepas de <i>Trichoderma</i> spp. en la prueba de antagonismo frente a <i>Rhizoctonia</i> sp. (Cuadrados medios).	126
<b>CUADRO 32:</b> Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de <i>Trichoderma</i> sp. en dirección (a) o no (b), de <i>Rhizoctonia</i> sp.	127
<b>CUADRO 33:</b> Escala de Baker y Cook, para la evaluación del efecto antagónico de <i>Trichoderma</i> spp.	128
<b>CUADRO 34:</b> Eficiencia de las cepas de <i>Trichoderma</i> sp “in vitro” en el control de <i>Rhizoctonia</i> sp., según la propuesta por Baker y Cook (1982).	128
<b>CUADRO 35:</b> Análisis de variancia para el crecimiento de <i>Trichoderma pseudokoningii</i> , en la prueba de antagonismo entre <i>T. pseudokoningii</i> y <i>T. harzianum</i> (Cuadrados medios).	133
<b>CUADRO 36:</b> Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de <i>Trichoderma pseudokoningii</i> , en la prueba de antagonismo entre <i>T. pseudokoningii</i> y <i>T. harzianum</i> .	133
<b>CUADRO 37:</b> Análisis de variancia para el crecimiento de <i>Trichoderma harzianum</i> , en la prueba de antagonismo entre <i>T. pseudokoningii</i> y <i>T. harzianum</i> . (Cuadrados medios).	134
<b>CUADRO 38:</b> Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de <i>Trichoderma harzianum</i> , en la prueba de antagonismo entre las cepas <i>T. pseudokoningii</i> y <i>T. harzianum</i> .	135
<b>CUADRO 39:</b> Análisis de variancia para el crecimiento de <i>Trichoderma harzianum</i> , en la prueba de tolerancia a productos químicos, utilizados para el control de plagas y enfermedades foliares, en la finca de investigación (Cuadrados medios).	138
<b>CUADRO 40:</b> Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de <i>Trichoderma harzianum</i> , en la prueba de tolerancia a productos químicos, utilizados para el control de plagas y enfermedades foliares, en la finca de investigación.	139

	Pág.
<b>CUADRO 41:</b> Análisis de variancia para el crecimiento de <i>Trichoderma pseudokoningii</i> , en la prueba de tolerancia a productos químicos, utilizados en la II etapa de desinfección de bulbos. (Cuadrados medios).	140
<b>CUADRO 42:</b> Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de <i>Trichoderma pseudokoningii</i> , en la prueba de tolerancia a productos químicos, utilizados en la II etapa de desinfección de bulbos.	141
<b>CUADRO 43:</b> Análisis de variancia para el crecimiento de <i>Rhizoctonia</i> sp., en la prueba de antagonismo frente a <i>T. harzianum</i> y <i>T. pseudokoningii</i> así como también a bacterias biocontroladoras del los géneros <i>Bacillus</i> y <i>Pseudomonas</i> (Cuadrados medios).	142
<b>CUADRO 44:</b> Prueba de Duncan al 5 % para el incremento diametral de <i>Rhizoctonia</i> sp., en la prueba de antagonismo frente, a bacterias biocontroladoras del los géneros <i>Bacillus</i> y <i>Pseudomonas</i> . Así como también a <i>T. harzianum</i> y <i>T. pseudokoningii</i> .	143
<b>CUADRO 45:</b> Conteo y calibración de las esporas de <i>T. harzianum</i> y <i>T. pseudokoningii</i> .	145
<b>CUADRO 46:</b> Beneficio bruto, costos variables y beneficio neto de los tratamientos.	145
<b>CUADRO 47:</b> Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio.	146
<b>CUADRO 48:</b> Análisis marginal de los tratamientos no dominados.	147
<b>CUADRO 49:</b> Análisis Físico químico de Compost.	150
<b>CUADRO 50:</b> Análisis Fitopatológico Inicial de suelos por área a desinfectar con BrMe y Vapor	153
<b>CUADRO 51:</b> Análisis Físico-Químico Intermedio de suelos desinfectados con BrMe a 720 kg/ha.	153
<b>CUADRO 52:</b> Análisis Físico-Químico Intermedio de suelos desinfectados con BrMe a 500 kg/ha.	153
<b>CUADRO 53:</b> Análisis Físico-Químico Intermedio de suelos desinfectados con BrMe a 250 kg/ha.	154
<b>CUADRO 54:</b> Análisis Físico-Químico Intermedio de suelos desinfectados con vapor por 20 minutos.	154

	Pág.
<b>CUADRO 55:</b> Análisis Físico-Químico Intermedio de suelos desinfectados con vapor por 40 minutos.	154
<b>CUADRO 56:</b> Análisis Físico-Químico Final de suelos desinfectados con BrMe a 720 kg/ha.	158
<b>CUADRO 57:</b> Análisis Físico-Químico Final de suelos desinfectados con BrMe a 500 kg/ha.	158
<b>CUADRO 58:</b> Análisis Físico-Químico Final de suelos desinfectados con BrMe a 250 kg/ha.	158
<b>CUADRO 59:</b> Análisis Físico-Químico Final de suelos desinfectados con vapor por 20 minutos.	159
<b>CUADRO 60:</b> Análisis Físico-Químico Final de suelos desinfectados con vapor por 40 minutos.	159
<b>CUADRO 61:</b> Análisis de varianza para el Numero de malezas /m <sup>2</sup> , luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> , a la 3ra. y 4ta. semana de cultivo.	161
<b>CUADRO 62:</b> Análisis de varianza para el % de plantas retrazadas, enfermas y de puntas secas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> .	164
<b>CUADRO 63:</b> Análisis de varianza para el numero, tamaño y % en peso fresco de raíces, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> .	172
<b>CUADRO 64:</b> Análisis de varianza para la altura de planta, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> .	176
<b>CUADRO 65:</b> Análisis de varianza para el diámetro de tallo, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> .	180
<b>CUADRO 66:</b> Análisis de varianza para la producción bruta, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i>	181
<b>CUADRO 67:</b> Análisis de varianza para las cosechas y perdidas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> .	182
<b>CUADRO 68:</b> Análisis de varianza para el % de escobillas y cabezones, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> .	187

## INDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
<b>GRAFICO 1: Comportamiento de las Temperaturas a lo largo de la Tubería de 30 metros.</b>	77
<b>GRAFICO 2: Estudio Interno de Bulbos de Aparente Sanidad</b>	108
<b>GRAFICO 3: Estudio Interno de Bulbos Enfermos</b>	110
<b>GRAFICO 4: Velocidad de crecimiento de las siete cepas de <i>Trichoderma</i> spp.</b>	129
<b>GRAFICO 5: Promedios de numero de colonias en bulbos de <i>Liatris spicata</i>, en la quinta semana de cultivo, aplicando o no <i>T. pseudokoningii</i>, en la II etapa de desinfección de bulbo.</b>	149
<b>GRAFICO 6: Promedios de numero de colonias en bulbos de <i>Liatris spicata</i>, en la décima semana de cultivo, aplicando o no <i>T. pseudokoningii</i>, en la II etapa de desinfección de bulbo.</b>	149
<b>GRAFICO 7: Análisis Fitopatológico Inicial de suelos por área a desinfectar con BrMe y Vapor</b>	151
<b>GRAFICO 8: Análisis Fitopatológico Intermedio de suelos por área desinfectada con BrMe y Vapor</b>	151
<b>GRAFICO 9: Análisis Fitopatológico Final de suelos por área desinfectada con BrMe y Vapor</b>	152
<b>GRAFICO 10: Relaciones en la Interacción entre análisis inicial e intermedio</b>	155
<b>GRAFICO 11: Mili equivalentes / 100 mililitro en la Interacción entre análisis inicial e intermedio</b>	156
<b>GRAFICO 12: Partes por millón en la Interacción entre análisis inicial e intermedio</b>	157
<b>GRAFICO 13: Prueba de Duncan al 5%, en el numero de malezas /m<sup>2</sup>, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i>, a la tercera.</b>	162
<b>GRAFICO 14: Prueba de Duncan al 5%, en la interacción de desinfección de suelo, compost y <i>T. harzianum</i> aplicado al suelo, dentro el % de plantas enfermas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i>.</b>	165

	Pág.
<b>GRAFICO 15:</b> Promedios generales de desinfección de bulbos, en relación al % de puntas secas en <i>Liatris spicata</i> .	166
<b>GRAFICO 16:</b> Prueba de Duncan al 5%, en la interacción de la desinfección de suelos y bulbos, dentro del % de puntas secas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> .	167
<b>GRAFICO 17:</b> Promedios generales de la aplicación foliar de <i>T. harzianum</i> , dentro del % de puntas secas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> .	167
<b>GRAFICO 18:</b> Prueba de Duncan al 5%, en la interacción de compost y la aplicación foliar de <i>T. harzianum</i> , dentro del % de de puntas secas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> .	168
<b>GRAFICO 19:</b> Prueba de Duncan al 5%, en la interacción desinfección de suelos y la aplicación foliar de <i>T. harzianum</i> , dentro del % de puntas secas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> .	169
<b>GRAFICO 20:</b> Prueba de Duncan al 5%, en la interacción de desinfección de suelo, desinfección de bulbo y la aplicación foliar de <i>T. harzianum</i> , dentro del % de puntas secas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> .	170
<b>GRAFICO 21:</b> Prueba de Duncan al 5%, en la interacción de desinfección de suelo, compost y la aplicación foliar de <i>T. harzianum</i> , dentro el % de puntas secas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> .	171
<b>GRAFICO 22:</b> Prueba de Duncan al 5%, en la interacción compost y aplicación foliar de <i>T. harzianum</i> , dentro del % en peso fresco de raíces, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> .	173
<b>GRAFICO 23:</b> Prueba de Duncan al 5%, en la interacción desinfección de suelo y compost, dentro del % en peso fresco de raíces, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> .	174
<b>GRAFICO 24:</b> Prueba de Duncan al 5%, en la interacción desinfección de bulbo y compost, dentro del % en peso fresco de raíces, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> .	174

	Pág.
<b>GRAFICO 25:</b> Prueba de Duncan al 5%, en la interacción desinfección de suelo, bulbo y compost, dentro de el numero, tamaño y % en peso fresco de raíces, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> .	175
<b>GRAFICO 26:</b> Promedios generales en la desinfección de bulbos, dentro de la altura de planta, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> .	177
<b>GRAFICO 27:</b> Prueba de Duncan al 5%, en la interacción desinfección de suelo y bulbo, dentro de la altura de planta, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i>	177
<b>GRAFICO 28:</b> Prueba de Duncan al 5%, en la interacción entre compost y la aplicación foliar de <i>T. harzianum</i> , dentro de la altura de planta, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i>	178
<b>GRAFICO 29:</b> Prueba de Duncan al 5%, en la interacción desinfección de suelo, bulbo y compost, dentro de la altura de planta, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i>	179
<b>GRAFICO 30:</b> Promedios generales en la desinfección de bulbos, para la cosecha 2 y perdidas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i> .	183
<b>GRAFICO 31:</b> Prueba de Duncan al 5%, en la interacción entre compost y la aplicación foliar de <i>T. harzianum</i> , en la cosecha 3, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i>	183
<b>GRAFICO 32:</b> Prueba de Duncan al 5%, en la interacción entre desinfección de suelo, compost y la aplicación foliar de <i>T. harzianum</i> , en las perdidas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i>	184
<b>GRAFICO 33:</b> Prueba de Duncan al 5%, en la interacción entre desinfección de bulbo y compost en la cosecha 3, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i>	185
<b>GRAFICO 34:</b> Prueba de Duncan al 5%, en la interacción entre las desinfecciones de suelo, bulbo y la aplicación foliar de <i>T. harzianum</i> en las perdidas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i>	186

<b>GRAFICO 35: Promedios generales en la desinfección de bulbos, dentro de el % de escobillas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i></b>	Pág. 188
<b>GRAFICO 36: Prueba de Duncan al 5%, en la interacción entre desinfección de bulbo y la aplicación foliar de <i>T harzianum</i>, dentro de el % de cabezones, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de <i>Liatris spicata</i></b>	188

### INDICE DE FOTOS

<b>FOTO 1: <i>Liatris spicata</i></b>	Pág. 25
<b>FOTO 2: Algunas variedades de <i>Liatris</i></b>	27
<b>FOTO 3: “Bulbo Madre” y “Bulbos Hijos” de <i>Liatris</i></b>	30
<b>FOTO 4: Primera malla de Tutores y Bulbos sembrados de <i>Liatris</i></b>	31
<b>FOTO 5: Manejo del Bulbo de <i>Liatris</i> previa a la Siembra</b>	35
<b>FOTO 6: Dosificador y Tanque de Bromuro de Metilo.</b>	36
<b>FOTO 7: Aplicación de Pesticidas en el Cultivo de <i>Liatris</i></b>	42
<b>FOTO 8: Cosecha de <i>Liatris</i>.</b>	43
<b>FOTO 9: Post Cosecha de <i>Liatris</i>.</b>	45
<b>FOTO 10: Caja “Tabaco” de <i>Liatris</i>, para exportación.</b>	46
<b>FOTO 11: Vaporizador utilizado para Desinfección de Suelo, en Argentina INTA.</b>	52
<b>FOTO 12: Cepa de <i>Trichoderma harzianum</i>.</b>	65
<b>FOTO 13: Vaporizador de 30 HP, utilizado en la investigación</b>	72
<b>FOTO 14: Calibración del Vaporizador.</b>	74
<b>FOTO 15: Distanciamiento entre tubos del “muñeco”.</b>	74
<b>FOTO 16: Problemas de Planta, “planta cabezón” y “planta escobilla”</b>	98
<b>FOTO 17: Vaporización</b>	103

<b>FOTO 18: Algunos Patógenos Encontrados</b>	Pág. 112
<b>FOTO 19: Fotos de Bio-controladores Encontrados</b>	113
<b>FOTO 20: Escala de Baker y Cook, para la evaluación del efecto antagónico de <i>Trichoderma</i> spp.</b>	129
<b>FOTO 21: Multiplicación Masiva de <i>Trichoderma</i>, C<sub>17</sub> y C<sub>19</sub></b>	131
<b>FOTO 22: <i>Trichoderma harzianum</i> (Cepa 17) y <i>Trichoderma pseudokoningii</i> (Cepa 19)</b>	132
<b>FOTO 23: Micro cuadrícula de la Cámara de Neubauer</b>	144

### INDICE DE ESQUEMAS

<b>ESQUEMA 1: Distribución y diámetros de los orificios en cada tubería de 30 metros.</b>	Pág. 75
<b>ESQUEMA 2: Distribución de la tubería en campo.</b>	76
<b>ESQUEMA 3: Área del Ensayo</b>	90
<b>ESQUEMA 4: Distribución de cada Tratamiento</b>	90
<b>ESQUEMA 5: Interacción de los Tratamientos</b>	92
<b>ESQUEMA 6: Direcciones de toma de datos para <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Rhizoctonia</i> sp.</b>	125

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de flores de verano en nuestro país, es una actividad intensiva, lo que obliga a los productores a buscar productos eficientes, sin importar en ocasiones el impacto ecológico que estos pueden acarrear a lo largo del tiempo, uno de estos productos es el bromuro de metilo (BrMe), que si bien es económico y altamente eficaz, constituye un riesgo para la salud del personal que lo manipula así como para el ambiente en general, el bromuro de metilo ha sido muy utilizado como fungicida, herbicida, e insecticida en agricultura, constituyéndose así, como el segundo mas utilizado a nivel mundial.

Es un producto que se degrada con dificultad y puede acumularse en exceso, sobre órganos aprovechables de las plantas cultivadas, pudiendo constituir un peligro para la salud humana. La F.A.O. concretó el nivel de tolerancia en productos que son parte de la alimentación humana, en 0,3 mg de bromuro por kilogramo de peso corporal.

Expoflores en el año 2001 califica al Bromuro de Metilo como un producto químico versátil para controlar a los patógenos del suelo, en tratamientos cuarentenarios o en productos almacenados, debido a esta eficacia total y por los bajos costos que al productor le representa, se identifica como una de las supuestas mejores opciones.

El bromuro de metilo se incluyó dentro de la lista de sustancias controladas por el Protocolo de Montreal, protocolo firmado por más de 160 países en 1992, en la llamada Enmienda de Copenhague en donde se le reconoció oficialmente como uno los responsables del deterioro progresivo de la capa de ozono. La agencia ambiental americana (EPA) clasificó al bromuro de metilo como un producto "agudamente tóxico" en la Categoría I, reservada a las sustancias más peligrosas.

La disminución de la capa de ozono conlleva un aumento de las radiaciones ultravioletas de tipo B que llegan a la corteza terrestre. Este aumento de las radiaciones es perjudicial para el hombre ya que aumenta el riesgo de cáncer de piel y la aparición de enfermedades oculares. Para las plantas el aumento de las radiaciones de tipo B supone una disminución en la fotosíntesis, ya que la radiación que utilizan las plantas es aquella cuya longitud de onda se encuentra entre 380 y 730 mμ.

Lombert en 1995, indica que la cantidad de BrMe que se encuentra en la atmósfera, no solo se debe a la aplicación de tratamientos utilizados en la desinfección de suelos; está mucho más presente de lo que se cree, ya que también se produce BrMe en las quemaduras de biomasa y también es emanado por los océanos pero en cantidades muy inferiores a las producidas principalmente por los vehículos motorizados.

La Unión Europea ha adoptado una normativa (*Reglamento CE 3093/94 de 23 de diciembre de 1994*) que obligó a la reducción del 25% en la producción y suministro de BrMe respecto a los niveles utilizados en 1991, lo cual se proyectó para el año de 1998 y progresivamente hasta la fecha, con la excepción del uso para cuarentena y preembarque. En la actualidad ya está prohibido en algunos países desarrollados, tales como Alemania y Holanda, según las leyes y tratados actuales que rigen su eliminación gradual en todo el mundo, su prohibición se logrará en los demás países en el 2010.

Los EEUU, tenían que haber suspendido su uso en el año 2001, pero la lucha con los intereses creados para nulificar esta prohibición y los esfuerzos de dichos intereses para revocaciones o extensiones de los plazos, han provocado que ellos extiendan esta fecha. Es importante poner a consideración que esta incesante búsqueda de alternativas viables al BrMe, se debe a que los mercados internacionales, cerrarán sus puertas a las producciones que fueron tratadas con bromuro, de esta forma el protocolo de Montreal, obliga a los productores a suspender el expendio de este producto.

Se encuentran documentados gran número de incidentes de envenenamiento humano causados por exposición con bromuro de metilo, con efectos que van desde irritaciones en piel y ojos hasta muertes. La mayoría de estos accidentes se presentaron por utilización del bromuro de metilo como fumigante. El nivel mínimo de inhalación que causa toxicidad en humanos es del 0,14 mg/l en aire.

Vista la urgente necesidad de su eliminación, se han presentado alternativas al uso de bromuro de metilo las cuales involucran la interacción de algunos métodos, entre los cuales se tiene métodos biológicos (utilización de microorganismos benéficos), métodos culturales (rotación de cultivos, sustratos artificiales, alteración de fechas de siembra), métodos físicos (solarización y vapor de agua), y métodos químicos (utilización de hidrocarburos halogenados de menor impacto ecológico).

El presente trabajo se centra en una de las alternativas que se proponen, la vaporización, la vaporización o pasteurización del suelo, es un proceso mediante el cual se eliminan plagas y enfermedades así como semillas de malezas que puedan afectar el cultivo utilizando vapor de agua caliente, esto es factible gracias a que los organismos patógenos, poseen puntos letales térmicos relativamente bajos, (no sobrepasan los 70 °C). Para una mayor eficiencia se ensayaron dos tiempos de exposición del suelo a la vaporización, para evaluar y determinar cual de estos es el mas idóneo al momento de la desinfección.

Este estudio involucra dos tratamientos con BrMe, uno propuesto y otro a la mitad de esta concentración, esto con el fin de enfrentar a los dos tiempos de vaporización con el bromuro de una forma mas severa, aportando así datos de mayor trascendencia para el estudio, es importante mencionar, que estos dos tratamientos, son recomendaciones técnicas en cuanto al manejo del bromuro, así como también referente a la utilización de la materia orgánica (compost), aprovechando la microbiología de la misma.

La combinación de métodos físicos y biológicos, también encuentra espacio en esta investigación, ya que complementariamente a las desinfecciones físicas del suelo, también se proponen inoculaciones de microorganismos benéficos aislados del mismo suelo de la finca, los cuales fueron propagados en gran cantidad en condiciones de laboratorio, para luego ser aplicados tanto al suelo como a los bulbos a ser sembrados posterior a la desinfección del suelo.

*Liatris* es una planta perenne interesante de 0,3 – 1.5 m y produce flores como si fueran espinas que tienen sus tallos envueltos en hojas que parecen grama o césped. *Liatris* florece a finales de verano e inicios de otoño en países de cuatro estaciones, mientras que en el Ecuador se la puede cultivar todo el año. Prefiere desde lugares soleados hasta lugares con poca sombra y suelos bien drenados.

Los objetivos planteados en esta investigación se centraron en determinar la eficiencia de la vaporización del suelo, sobre la calidad de los tallos; el determinar el efecto de inoculación de microorganismos biológicos a los bulbos y al suelo destinados al cultivo de *Liatris spicata*; el evaluó de la productividad de los tratamientos con

vaporización, enfrentándolos con los de bromuro y el testigo, que es el proceder normal de la finca; por ultimo la determinación de el tratamiento con mejor relación de costo / beneficio de la investigación.

## II. REVISION DE LITERATURA

### B. CULTIVO DE LIATRIS

**FOTO 1:** *Liatris spicata*



#### 1. Generalidades

Liatris se ha convertido en los últimos tiempos en Ecuador, en una importante flor de verano de corte, cultivándola principalmente a campo abierto, esto debido a que las condiciones climáticas y las horas luz prolongadas de nuestro país, así lo permiten. Se cultivan algunas especies de Liatris, pero las principales son *L. pycnostachya* y *L. spicata*, que taxonòmicamente es sinónimo de *L. callilepsis* (Revista Cultivos controlados 2001).

En nuestro país hay algunas plantaciones que si bien no en su totalidad, se han dedicado a este cultivo, ya que se avizora un futuro promisorio debido al interés de

algunos mercados, incluyendo a Europa y Estados Unidos. Lamentablemente, la sobre oferta que está desequilibrando al mercado.

## 2. Origen y Distribución

Esta especie tiene su origen en Norte América específicamente entre Illinois y Texas, se la clasifica como una planta bulbosa ya que posee un órgano subterráneo de esta naturaleza, el cual le permite sobrevivir en condiciones adversas. Se considerada una flor de verano, porque se la cultiva en esta época del año en los países de cuatro estaciones, afortunadamente nuestro país no posee estos cambios abruptos de clima, por lo que esta flor, puede ser cultivada todo el año y generalmente en condiciones de campo abierto, no necesita de horas adicionales de luz como es caso de otras flores de verano, por lo que su manejo es relativamente más sencillo.

Becerra, (2001) cita que el cultivo de *Liatris* se realiza en varios países como Estados Unidos, Israel, Ecuador, Chile, Perú, España, Colombia, Guatemala y Costa Rica. Se la cultiva tanto en invernadero como al aire libre, predominando este último.

## 3. Importancia Económica

Actualmente la explotación de *Liatris* se ha visto incrementada debido a las excelentes condiciones de latitud, altitud, clima y radiación solar propias del Callejón Interandino, se exporta a diferentes países europeos, en especial las variedades púrpuras, aún que también existe un marcado interés por las variedades rojas y blancas.

*Liatris*, también tiene un interesante mercado en los Estados Unidos, esta flor poco a poco se ha ido convirtiendo de una flor de relleno (fillers) en una flor principal, como la Rosa o Clavel.

En los meses de noviembre a mayo existe una interesante demanda en los países europeos, principalmente en los dos picos más altos concernientes a la navidad y San Valentín. Una consideración que no debe pasar inadvertida, y que debe tener especial cuidado es el costo de flete pues una caja de *Liatris* es relativamente pesada por lo que encarece los envíos aéreos (Revista Cultivos Controlados, 2001).

#### 4. Morfología

Se la conoce como la flor de los enamorados, es una planta bulbosa, erecta, no ramificada con una altura de entre 0,3 y 1,5 m, varias hojas angostas crecen alternativamente en el tallo, tornándose más pequeñas y delgadas cerca del ápice floral, las inflorescencias se desarrollan en varias filas a lo largo del tallo para formar una cabeza en forma de vara, que llega a medir hasta 33 cm de largo, las flores de la espiga se abren desde el ápice hacia la base y solo en una variedad, lo hace de forma opuesta.

#### 5. Clasificación Taxonómica

DIVISION:	Magnoliophyta
CLASE:	Magnoliopsida
ORDEN:	Asterales
FAMILIA:	Asteraceae
GENERO:	Liatris
ESPECIE:	spicata
N.C.:	<i>Liatris spicata</i>
N.V.:	“Liatris o Flor de los Enamorados”

#### 6. Variedades

##### **FOTO 2: Algunas variedades de Liatris**



*Liatris ligulistylis*



*Liatris spicata* 'Floristan White'



*Liatris spicata* 'Kobold'

## 7. Ciclo de Cultivo

El ciclo está comprendido entre 12 a 16 semanas, rango que depende de las condiciones ambientales que se presenten y tiempo idóneo para recoger toda la cosecha cuando alcanza indistintamente el punto óptimo de cosecha.

En el ciclo de cultivo, se pueden distinguir dos estados claramente diferenciados, el primero, denominado vegetativo, está comprendido entre la siembra y alrededor de la novena semana, estado donde el crecimiento es acelerado que se detiene para dar paso a la floración (Guerrero, 2001).

El segundo estado es la floración, que empieza cuando el tallo desarrolla en su ápice el primordio floral y termina el momento de la cosecha, que dependerá del destino que tenga la producción.

## 8. Características Climáticas y de Suelo

Este cultivo se adapta perfectamente a climas templado, frío y húmedo característico del Callejón Interandino entre los 2.000 y 3.000 msnm requiere de precipitaciones medias anuales comprendidas entre los 400 a 600 mm, y un amplio margen de temperaturas, que van desde los 9 a los 27 °C a campo abierto.

*Liatrix* requiere de suelos muy sueltos que permitan una eficiente circulación de oxígeno a las raíces, prefiriendo aquellos que son franco arenosos, con pH que oscilen entre 6 a 6,5. Dependiendo de los análisis de laboratorio, y estructura del suelo, en ocasiones es necesario añadir cal para controlar la acidez y tamo de arroz para mejorar la estructura del suelo.

La incidencia de vientos produce severos desecamientos en toda la planta, especialmente cuando coinciden con períodos de crecimiento acelerado o el estado fenológico de floración, los primeros síntomas se manifiestan con plasmolización (deshidratación) de las hojas, lo que origina quemaduras en el follaje, puntas café en las hojas, reducción en el tamaño de la flor y una baja sensible en la calidad del producto a generar, el grado de marchitamiento en algunos casos es tan severo que se hace necesario usar algún tipo de tutoreo para los tallos, pero esta situación solo se observa en áreas excesivamente ventosas (Becerra, 2001).

## 9. Siembra

### a. Desinfección de suelo

Generalmente se utilizan algunos productos químicos, que cumplen con la función de desinfectar el suelo, principalmente para evitar proliferaciones masivas de las poblaciones de *Rhizoctonia* sp. y *Verticillium* sp.

b. Tratamiento de bulbos

Al cosechar los bulbos luego del cultivo, lo que se obtienen son “bulbos madres” que presentan aglomeración de bulbos hijos, por lo que se procede a separarlos y clasificarlos, recuperando diferentes “bulbos hijos” de diferentes pesos y diámetro. Una vez que se los siembra, el tiempo de brotación, se acortará y serán de mejor calidad, cuando se siembran bulbos mas grandes, en razón de que tienen mayor cantidad de nutrientes almacenados. (Abad 2004).

**FOTO 3: “Bulbo Madre” y “Bulbos Hijos” de Liatris**



**CUADRO 1: Clasificación de “Bulbos hijos” en Liatris.**

Tipo de Bulbo	Sigla	Peso (g)	Calibre(cm)
<b>Extra Grande</b>	EG	15,21	2,64
<b>Súper Grande</b>	SG	6,77	1,81
<b>Grande</b>	G	4,11	1,51
<b>Mediano</b>	M	2,41	1,35
<b>Pequeño</b>	P	1,71	0,85
<b>Mini Grande</b>	mG	1,08	0,85

Fuente: Gyso S.A.

Los bulbos antes de la siembra son desinfectados contra *Botrytis* sp. y *Penicillium* sp., además, para garantizar la floración, los bulbos deben ser sometidos a un tiempo de refrigeración, durante algunas semanas.

#### 10. Densidad y Profundidad de Siembra

La densidad que normalmente se maneja es de 100 plantas/m<sup>2</sup>, es decir que cada bulbo-semilla se encuentra distanciada por 10 cm, la profundidad de siembra, depende del bulbo pero oscila entre 4 y 6,5 cm. Antes de la siembra se coloca la primera malla de tutoraje (malla de 10 x 10 cm) sobre las camas (camas 30 x 1m), la misma que facilita la labor.

#### **FOTO 4: Primera malla de Tutores y Bulbos sembrados de Liatris**



#### 11. Fotoperíodo

La iniciación de la floración ocurre independiente del fotoperíodo. Sin embargo las plantas responden al fotoperíodo acelerando la floración, lo que produce el alargamiento de los tallos cuando se las ha tratado con días largos de luz, este es el caso de nuestro Ecuador, que posee 12 horas de luz continua y no escasas 8 o 9 horas como es el caso de los países de cuatro estaciones.

#### 12. Reguladores de Crecimiento

El que se utiliza en el cultivo de *Liatris* es el Ácido Giberelico (AG), el mismo que actúa sobre los primeros procesos enzimáticos agilitando así la germinación del bulbo. El AG, también es un compensador de horas frío de los bulbos, lo que puede acortar su tiempo de permanencia en refrigeración, acortando a este período algunas semanas (Abad, 2004).

### 13. Labores culturales

Luego de la formación de las camas, se ponen los laterales de goteo (tres cintas de goteo cuyas distancias entre goteros es de 20 cm y tiene un calibre de 9 o 16 mm), posteriormente se pone la primera malla de tutores, la misma que se irá levantando conforme siga creciendo el cultivo.

En suelos franco arenosos con materia orgánica baja, por lo general no crecen malezas, pero si lo hicieran, el control se lo realiza periódicamente, para evitar principalmente competencia de luz con las plantas de *Liatris*. La segunda malla de tutores se pone aproximadamente a la octava semana de la siembra, lo que permite que las varas se desarrollen rectas y alcancen una buena altura, en el momento de su cosecha.

### 14. Riego

El riego por aspersión es poco recomendado porque puede dañar las flores, causando manchas en los pétalos, la presencia de suelo salpicado sobre el follaje y promueve la diseminación de enfermedades, consecuentemente el riego por goteo es el más adecuado. La frecuencia de riego varía de acuerdo al clima y la madurez del cultivo, el programa de riego se debe basar en dotar de humedad al suelo al rededor de la zona radicular de la planta, la insuficiencia de agua causará una reducción en la productividad y calidad del cultivo, mientras que un suelo saturado reducirá el crecimiento y promoverá la pudrición radicular.

La frecuencia de riego aumenta durante las primeras tres semanas luego de la siembra (plantación), a partir de ese momento los riegos deben ser más espaciados, permitiendo que el suelo se seque un poco, pero sin llegar a causar estrés hídrico a la planta.

## 15. Fertilización

Antes de la fertilización se debe hacer un análisis químico del suelo, para determinar los requerimientos del cultivo y dotarle de los nutrimentos necesarios para generar un buen rendimiento, el alto requerimiento de agua por parte de las flores de corte, también provoca un incremento en los requerimientos de fertilización, sin embargo se considera que esta especie tiene un requerimiento medio de nitrógeno (Becerra, 2001).

**CUADRO 2: Fertilización Recomendada para el Cultivo de Liatris**

Nutriente	ppm
N	144,9
P	60
K	195
Mg	24
Mn	3
Fe	2,5
Zn	2,5
Mo	0,1
B	2

## 16. Plagas y Enfermedades

### a. Plagas

**Trips** (*Frankliniella* sp.), insecto que incide en épocas de verano o en momentos en que se presenta alta irradiación solar acompañada de fuertes vientos, el ataque empieza en los tejidos jóvenes y avanza hasta la flor, se disemina de manera muy rápida, causando destrozos en los brotes que toman el aspecto de quemados, cuando el ataque es severo y éste se ubica en las hojas le resta a la planta espacios para fotosíntesis, por las razones expuestas, su control debe ser inmediato.

**Ácaros** (*Tretanychus urticae*), arácnido que causa heridas en el follaje, en el tallo floral, además las formaciones algodonosas que fabrican en el envés de las hojas, restan la capacidad fotosintética de la planta.

**Nemátodo de la raíz** (*Meloidogyne* sp.), microorganismo que provocan atrofia en el crecimiento de la planta, amarillamiento general, marchitamiento del follaje, las raíces presentan un gran número de agallas. Se detecta la incidencia del parásito mediante un examen de las raíces, si tienen agallas el parásito está presente en el cultivo.

#### b. Enfermedades

**Mancha de la hoja**, los agentes causales de esta enfermedad son los hongos *Phyllosticta liatrides*, *Septoria liatridis*, los síntomas característicos de su presencia son manchas de color café o negro sobre el follaje.

**Roya**, algunos pastos y árboles de pino actúan como hospederos de los hongos *Coleosporium laciniariae* y *Puccinia poarum*, los mismos que causan manchas de color naranja amarillento en el haz de las hojas y/o pústulas o ampollas de color ladrillo en el envés de la hoja.

**Pudrición del tallo**, el agente causal es el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*, ataca al tallo, en ataques severos la planta puede sufrir amarillamiento (clorosis) general y muerte.

**Amarillamiento de las hojas**, ocasionada por el hongo *Verticillium albo-atrum*, en las hojas se observan los síntomas secundarios, pues éstas se tornan amarillas y mueren. Las plantas infectadas se atrofian o mueren, por que el hongo presenta invasión vascular en la parte baja del tallo.

### 17. Controles Fitosanitarios

#### a. Tratamiento de Bulbo

El bulbo una vez cosechado (lavado y limpiado), es desinfectado, Abad (2004), recomienda que se lo debe hacer con tres productos químicos, Furadan, Vitavax y

Captan a las dosis comerciales recomendadas, formando con estos productos una solución, en la cual son introducidos los bulbos durante algunos minutos, a continuación se los deja orear por un día.

A continuación los bulbos desgajados (separación de bulbos) y clasificados por sus tamaños complementariamente son sometidos a refrigeración, en cuartos fríos que mantienen una temperatura de entre 2 a 4 °C, permaneciendo en este ambiente de 8 a 15 semanas (Becerra 2001).

Para minimizar el riesgo de infecciones, los bulbos también se someten a termoterapia, introduciendo las gavetas con los bulbos salidos de refrigeración, en agua caliente a 40 °C, manteniéndolos sumergidos por periodos que van de 20 a 30 minutos, tiempo que dependerá del tamaño del bulbo (Abad 2004).

#### **FOTO 5: Manejo del Bulbo de *Liatris* previa a la Siembra**



**1. LIMPIEZA**



**2. DESINDECCIÓN**



**3. DESGAJADO**



**4. CLASIFICACIÓN**



**5. REFRIGERACIÓN**



**6. TERMOTERAPIA**

Abad (2004) también sostiene que sumergiendo los bulbos por veinte minutos en una solución que contenga 500 ppm de AG, se garantiza la germinación del 100% de los bulbos y se reduce el tiempo de exposición a frío de los bulbos en 5 semanas.

b. Tratamiento de Suelo

1. Bromuro de Metilo (BrMe)

El producto que normalmente se utiliza es el BrMe, el mismo que es altamente eficaz y relativamente económico, pero que acarrea problemas colaterales para el ambiente como también para el hombre. Es un producto químico, que desinfecta el suelo cuya aplicación es sencilla, se lo aplica con un dosificador, el mismo que en su interior permite el cambio de estado, de líquido, forma en que se encuentra el BrMe en el interior de su recipiente y sometido a altas temperaturas, a gas, forma en que es introducido al suelo con la ayuda de un sistema de mangueras distribuidas sobre el suelo.

**FOTO 6: Dosificador y Tanque de Bromuro de Metilo.**



El dosificador es un barril de 50 galones que tiene un serpentín metálico en su interior, externamente solo se puede observar de este, la entrada, la cual se le conecta al tanque de bromuro, y la salida, que posee un manómetro para controlar la presión que no debe exceder de los 30 psi.

El barril es llenado con agua y se calienta con una hornilla de gas domestico, cuando la temperatura alcanza los 80 °C, estamos en condiciones para aplicar el gas, cabe anotar que el BrMe en el interior del tanque, se encuentra en estado liquido, sometido a una alta presión y temperaturas bajas, con el proceso descrito, este cambia de estado a gas.

## 1.1 Alternativas al Uso de Bromuro de Metilo (BrMe)

En la actualidad se están llevando a cabo, múltiples investigaciones sobre alternativas viables al uso de BrMe, no solo para flores sino también para algunos otros productos, es de esta forma que se han hecho abundantes trabajos sobre métodos culturales, físicos, químicos y biológicos, como los que se desarrollan a continuación.

### 1.1.1. Métodos culturales

#### Rotación de Cultivos

Es un método usado tradicionalmente para prevenir el ataque de ciertos patógenos del suelo, la rotación de cultivos es muy recomendable para los suelos, ya que el monocultivo agotará rápidamente los recursos que dicha especie necesita. También ocurre igual caso con los cultivos de cobertera, ya que el cambio de hospedero puede dificultar el desarrollo o multiplicación de ciertos patógenos selectivos.

#### Substratos artificiales

En algunos países como Holanda se ha empezado ha cultivar sobre lana de roca, que puede desinfectarse mediante otros métodos menos agresivos.

#### Fecha de siembra

La elección de las épocas de siembra se utiliza para que cuando se presente un determinado patógeno en el suelo, la cosecha ya haya sido recogida. La siembra se puede retrasar o se puede adelantar, como sucede en zonas donde hay problemas de nemátodos.

#### Cultivos de cobertera

La siembra de cultivos para abono verde o de leguminosas (que fijan el nitrógeno atmosférico), son muy favorables por dos razones: cubren el suelo e impiden

el desarrollo de malas hierbas y porque rompen el ciclo de los patógenos ya que no se encuentran los hospedadores adecuados y reducen la población de los mismos. También se recomiendan los acolchados vivos como los tréboles.

#### Encharcamiento

Este método es usado en algunas zonas. Si sobre una parcela se mantiene una lámina de agua, al saturarse los poros del suelo con este elemento, se perderá el oxígeno, que es indispensable para la mayoría de los patógenos. No obstante, al retirar la lamina de agua, se presenta una alta población de malezas.

#### Manejo de la fertilización

Una adecuada fertilización y nutrición mineral puede reducir la población de patógenos, esto no quiere decir que constantemente se esté fertilizando, sino que se haga un manejo en función a los requerimientos de la planta. Si la planta no cubre sus necesidades sufrirá una serie de carencias y la harán más susceptible al ataque de patógenos. Pero también excesos de algunos elementos como por ejemplo de Nitrógeno harán más susceptible a la planta.

#### Enmiendas orgánicas

Cuando se adicionan enmiendas orgánicas aumentan las poblaciones de microorganismos beneficiosos y que además compiten con los patógenos, disminuyendo su población.

### 1.1.2. Métodos Físicos

#### Solarización

El método consiste en cubrir un suelo húmedo, capacidad de campo, con un plástico transparente (durante un período que oscila entre 4 y 6 semanas) para aumentar las temperaturas hasta niveles letales para los patógenos del suelo. La solarización controla numerosas especies de hongos del suelo. También es eficaz contra los nemátodos y las malas hierbas, pero algunas como *Cyperus* o *Cynodon*, pueden rebrotar tras el tratamiento.

Este método es efectivo para determinadas condiciones ambientales en épocas de máxima radiación, como en los veranos mediterráneos. Si además se añade una

pequeña dosis de fungicida como metam-sodio o el isotiocianato de metilo la eficacia aumenta, (combinación de métodos físicos y químicos).

#### Acolchados plásticos

Estos plásticos captan determinadas longitudes de onda, que permiten que el suelo se caliente eliminando las malas hierbas y algunos patógenos.

#### Vapor de agua

Es muy eficaz pero lamentablemente tiene una serie de inconvenientes: el costo energético y algunos tipos de suelos no permiten la penetración del vapor a gran profundidad. La efectividad de este sistema es mucho mayor en suelo sueltos que en suelos compactos. El vapor de agua se obtiene en una caldera móvil con una temperatura que oscila entre los 80 y 100°, desde donde se conduce a una batería de tubos con los que se insufla al suelo.

### 1.1.3. Métodos químicos

#### 1.1.3.1 Metilisothiocianato (MITC)

Este producto y los productos que generan MITC son bastante efectivos en el control de patógenos del suelo y de plagas. Para aplicar estos productos es necesario una buena preparación del suelo, y que estos dispongan de una humedad adecuada. Dentro de este grupo los que más se utilizan son:

#### *Dazomet,*

Es un producto granulado que se incorpora al suelo cuando este ha sido regado adecuadamente, su dosis es de alrededor de 400 kg/ha. Tiene buena acción nematicida y fungicida, es menos eficaz contra los insectos y las malas hierbas perennes.

#### *Metham Sodio*

Formulado líquido, que se aplica al suelo con el riego o mediante inyección. La dosis de aplicación es amplia de 600 a 1400 l/ha , pero para que tenga buena acción herbicida son necesarias dosis más elevadas.

*Metham potasio*

Tiene el mismo uso que el metham sodio, pero en casos con problemas de salinidad.

## 1.1.3.2 Hidrocarburos halogenados

Son utilizados en algunos cultivos donde no se utiliza el bromuro de metilo.

*Dibromuro de dietileno*

Es muy eficaz contra los nematodos, este plaguicida liquido, se aplica por inyección al suelo no obstante es tóxico e irritante

*Cloropicrina*

Es muy eficaz contra hongos y algunos insectos, pero poco eficaz contra nemátodos y malas hierbas. Se inyecta en el suelo y se cubre con una lámina plástica. Es bastante tóxico.

*1-3, Dicloropropeno*

Se inyecta en el suelo con dosis de 400 a 1000 l/ha. Es un buen nematicida, pero es tóxico e irritante. En el mercado existen productos comerciales en los que el dicloropropeno esta asociado con otros productos como el dicloropropano, con lo que su espectro de actividad se amplía bastante.

## 1.1.4. Métodos biológicos

Existen numerosos microorganismos que han sido considerados como antagonistas de algunos patógenos, pero el manejo de estos microorganismos es muy difícil, ya que hay muchas cepas de patógenos dentro de cada especie; y cada una de esas cepas tiene otra de antagonista, por lo que el manejo es muy difícil.

## c. Control de Plagas y enfermedades

## 1. Plagas

**Trips** (*Frankliniella* sp), su control debe ser inmediato mediante la colocación de trampas azules y blancas, recubiertas con adherentes, además, se debe realizar

escarificación calendarizada en cada una de las camas, con el objeto de eliminar todo residuo vegetal y efectuar la aplicación de productos como *Bauveria basiana*, *Verticillum* sp., fipronil, thriocyclam-hidrogenoxalato, labda cihalotrina, siempre tomando en consideración la severidad del ataque.

**Acaros** (*Tretanychus urticae*), para su control se deben efectuar dos aplicaciones separadas por tres días de un acaricida para el control de adultos y luego un acaricida para control de adultos y huevos, con principios activos relacionados con diaden tiuron, zolindinone, avermectina, acrinatrin, pyridaben.

**Nemátodo de la raíz** (*Meloidogyne* sp.), el control se hace a través de rotación de cultivos o mediante aplicaciones al suelo a nivel de raíces de un nematicida.

## 2. Enfermedades

**Mancha de la hoja**, su control preventivo se efectúa mediante una buena circulación del aire en el cultivo y procediendo a remover y destruir las plantas enfermas.

**Roya**, el control se efectúa mediante el uso de fungicidas y destruyendo las plantas infectadas.

**Pudrición del tallo**, el control preventivo se efectúa a través de una buena circulación del aire en el cultivo y la remoción y destrucción de plantas enfermas.

**Amarillamiento de las hojas**, El control preventivo se realiza removiendo y quemando las plantas infectadas, ya que este hongo es saprófito facultativo, por lo que el grado de severidad del ataque aumenta año tras año, hay que rotar el cultivo.

**FOTO 7: Aplicación de Pesticidas en el Cultivo de Liatris****18. Cosecha**

Liatris es una especie que tiene una producción entre 1 a 2 tallos por cormo (bulbo) en el primer año, para el segundo y tercer año el rendimiento se incrementa a tres o cuatro tallos, a partir del cuarto año, el número y la calidad de los tallos empieza a disminuir paulatinamente como un resultado del aumento del tamaño de la planta, lo que disminuye el espacio disponible entre plantas.

Para evitar el fenómeno descrito se procede a dividir los cormos y se los trasplanta al tercer año de producción, se genera un 10% de pérdidas debido a daños mecánicos en los cormos o por malas prácticas culturales, en nuestro país, la tendencia es la recolección de bulbos luego de la cosecha de la flor, es decir, que no se deja el bulbo para cosechar los próximos años y se sigue sembrando paulatinamente.

La cosecha de las inflorescencias se realiza cuando 3 o 4 flores se han abierto, si los tallos van a ser tratados con una solución preservante, si no van a ser tratados los tallos deben ser cortados cuando se han abierto la mitad de las flores, la cosecha dura entre 10 y 15 días, con excepción de *L. spicata* que dura entre 3 a 4 semanas.

**FOTO 8: Cosecha de Liatris.**

Debido a que el liatris puede ser comercializado en fresco o como flor seca, se describen los procesos a seguir para ambas formas de venta, para el proceso en fresco, el liatris debe poseer una espiga floral muy colorida dentro de los diseños florales, dándoles una textura diferente a la que se obtiene con otro tipo de espigas, que en su mayoría florecen de la base hacia la punta, el liatris florece de forma contraria.

a. Requerimientos de cosecha para flor fresca

Se debe usar contenedores y herramientas limpias y desinfectadas, cosechar durante las primeras horas del día cuando el ambiente no es muy cálido y soleado, las flores deben estar libres de rocío o humedad, el punto de corte se identifica con la apertura de tres o cuatro floretes siempre que los tallos se coloquen luego del corte en una sustancia preservante.

Si los tallos van a ser colocados solo en agua, la cosecha se debe efectuar cuando las dos primeras pulgadas de floretes se han abierto, los tallos deben ser cortados dejando 5 a 7,5 cm. de tallo bajo el corte para asegurar la generación de nuevos tallos o se corta a nivel del suelo dejando 3 a 5 tallos florales para facilitar el desarrollo del nuevo cormo y dejar suficiente superficie foliar para la fotosíntesis, los tallos recién cortados deben ser ubicados en un lugar fresco, sombreado y colocados en una solución preservante, ácido cítrico con pH 3.5 funciona bien.

#### b. Requerimientos de cosecha para flor seca

El proceso comienza con la cosecha de tallos que se efectúan cuando un tercio o la mitad de los floretes se han abierto, pero antes de que las flores empiecen a marchitarse, se procederá a quitar el follaje y el tallo en el campo, si las flores no pueden ser procesadas inmediatamente, se deben cosechar como si fueran para flor fresca, sin remover el follaje o el tallo, los tallos se deben almacenar, dejando que las flores se abran a temperatura ambiente, cuando estén listas para ser procesadas, se deben secar colgándolas punta abajo o punta arriba.

Para el caso de comercializar flores en fresco, éstas pueden ser almacenadas hasta 2 semanas en cámaras frías con temperaturas comprendidas entre los 2 a 4°C y con una humedad relativa entre 85 y 90%.

#### c. Criterios de calidad

La calidad en esta planta está dada fundamentalmente por el largo del tallo y el tamaño de la flor, los tallos de entre 80 y 90 centímetros son los de mayor demanda en el mercado y alcanzan los más altos precios, el vigor y la presentación de la flor también son factores que aumentan o disminuyen su precio, un follaje en el que se note incidencia de plagas o enfermedades o con presentación sucia determinan una disminución de aceptación por parte del consumidor y es castigado en el precio.

Para flores frescas se deben observar las normas siguientes: el racimo (bunch) comercial debe contener 10 tallos, hay que proceder a desprender las hojas de la mitad inferior del tallo, los racimos tienen que ser empacados de acuerdo a las especificaciones del comprador, se realiza un nuevo corte de tallos, bajo el agua, con el objeto de uniformizar su tamaño, colocar los tallos procesados y embonchados en contenedores limpios, desinfectados que contengan una sustancia preservativa comercial

## 19. Post Cosecha

El empaquetado depende de las especificaciones del comprador, sin embargo en el país cuando se exporta esta especie, las flores se empaquetan en cajas de cartón insulated, que tienen las dimensiones (estándar) siguientes: 46 cm. de ancho, 26 cm. de profundidad y un largo que varía entre 92 y 125 cm. Por lo que dependiendo del tamaño de tallo, en cada caja entrará diferente número de ellos.

### **FOTO 9: Post Cosecha de Liatris.**



Para el caso de flores secas se debe considerar su fragilidad y además, el que se tornan muy quebradizas, razones por las cuales, para exportarlas se les debe dotar de adecuada protección mediante un acolchonamiento apropiado, las cajas no deben ser llenadas hasta colmarlas, los racimos deben ser envueltos en papel celofán o un material semejante para prevenir que el material seco se entrecruce, se usa espuma biodegradable para acolchar el fondo de la caja, para transportar el producto en seco las dimensiones de las cajas son diferentes sin que se haya podido generar una caja con dimensiones estándar.

**FOTO 10: Caja “Tabaco” de Liatris, para exportación.****CUADRO 3: Numero de bonches de Liatris/caja, en flor fresca, según su Longitud**

<b>Longitud de Tallo (cm)</b>	<b># de bonches/caja</b>	<b># de tallos</b>
90	40	400
80	50	500
70	60	600
50	70	700

Fuente: Revista Cultivos Controlados 2001

## 20. Comercialización

En el mercado interno ecuatoriano, los tallos cortos tienen un valor aproximado de 8 centavos de dólar por unidad, sin embargo, los tallos de entre 80 y 90 cm. en el mercado externo, alcanzan un precio del orden de los 14 centavos de dólar, los precios elevados por concepto de flete que existe en nuestro país, determinan que este tipo de flor tenga menor ventaja competitiva en el mercado externo frente a la oferta de países como Perú, Chile y Colombia en los que el precio por transporte es inferior.

## B. BROMURO DE METILO

### 1. Generalidades

En la clasificación química, el bromuro de metilo ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ) es un alquilo halogenado que a temperatura ambiente es gaseoso, incoloro, inodoro, sin sabor y tres veces más pesado que el aire. Es un fungicida/herbicida/insecticida altamente tóxico y el segundo en importancia entre los usados más ampliamente en el mundo. Es un producto químico versátil: es penetrante y efectivo bajo un amplio rango de temperaturas y su acción biocida es segura, además de airearse en forma rápida.

El bromuro de metilo se introdujo en la agricultura en la década del 70 como una alternativa a otros pesticidas, tales como el DDT, que habían sido prohibidos a causa de su alta toxicidad y su prolongado tiempo de degradación y su capacidad de acumulación en tejidos grasos tanto de vegetales como de animales

Sin embargo, tiene repercusiones serias sobre el medio ambiente, ya que después de utilizado en los cultivos, el gas excedente pasa a las capas superiores de la atmósfera, donde daña la capa de ozono. La capa de ozono bloquea la trayectoria de los rayos ultravioleta (UV), impidiéndoles la llegada a la superficie de la Tierra. Por esa razón el Protocolo de Montreal, en un acuerdo de más de 160 países del mundo firmado en 1992, incluyó en los calendarios de eliminación al bromuro de metilo como una de las sustancias agotadoras del ozono.

La agencia ambiental americana (EPA) clasificó al bromuro de metilo como un producto "agudamente tóxico" en la Categoría I, reservada a las sustancias más peligrosas. Debe utilizarse cubriendo los almácigos con túnel plástico, sellando perfectamente los bordes del mismo y dejando actuar al gas por un período no inferior a las 48 horas. Luego debe destaparse y dejar airear no menos de 24 horas.

Se debe evitar su aplicación cuando la temperatura ambiental sea inferior a  $10^\circ\text{C}$  o superior a  $30^\circ\text{C}$ , siempre que el suelo se encuentre en capacidad de campo. En su condición de producto seco es muy estable y en presencia de humedad se hidroliza y se torna corrosivo para ciertos metales, como el zinc y el aluminio, no obstante tiene una gran similitud química de los halógenos en general, el bromuro se diferencia del cloruro

por formar compuestos con la materia orgánica, por lo que hay una relación directa entre los niveles de materia orgánica de los suelos y el contenido de bromuro. El bromuro de metilo puede destruir 50 veces más moléculas de ozono que uno de cloro proveniente de un clorofluorocarbonado (CFC) cualquiera.

Algunos productos que contienen bromuro de metilo son: Brom-o-Gas, Bromometano, Celfume, Embafume, Haltox, MB, Methogas, Profume, Terr-o-Gas y Zyttox.

2. Ficha técnica (AIR LIQUIDE S.A. Francia 2002).

a. Identificación de la sustancia.

Nombre del Producto: Bromuro de Metilo (B-40 b1).

Formula Química:  $\text{CH}_3\text{Br}$ .

b. Identificación de Peligros.

1. Identificación de riesgos:

- \* Gas Licuado.
- \* Tóxico por inhalación.
- \* Puede causar daños genéticos hereditarios.
- \* Irritante para los ojos, la piel y el sistema respiratorio.

c. Síntomas de Intoxicación:

- \* A baja concentración puede tener efectos narcotizantes.
- \* Los síntomas pueden incluir vértigos, dolor de cabeza, náuseas y pérdida de coordinación.
- \* Puede producir calambres estomacales y vómitos.
- \* Puede causar irritación en el tracto respiratorio, estornudos, tos, sensación de quemadura en la garganta con sensación constrictiva en la laringe y dificultad de respiración.
- \* Puede actuar principalmente sobre el sistema nervioso central, lo que produce la muerte como consecuencia de la parálisis respiratoria.
- \* La exposición prolongada a pequeñas concentraciones puede producir edema pulmonar.

d. Primeros auxilios

## 1. Inhalación:

- \* Tóxico por inhalación.
- \* Retirar a la víctima a una área no contaminada, llevándola colocada el equipo de respiración.
- \* Mantener a la víctima caliente y en reposo.
- \* Llamar al doctor.
- \* Aplicar la respiración artificial, si se suspende la respiración.

## 2. Contacto con la piel y los ojos:

- \* Lavar inmediatamente los ojos con abundante agua durante, al menos, 15 min.
- \* Obtener asistencia médica.
- \* Quitarse las ropas contaminadas.

## 3. Ingestión:

- \* La ingestión no está considerada como una vía potencial de exposición.

e. Medidas de lucha contra incendios.

## 1. Riesgos específicos:

- \* La exposición al fuego puede causar la rotura o explosión de los recipientes.
- \* No inflamable.

## 2. Productos peligrosos de la combustión:

- \* Monóxido de carbono, Bromuro de Hidrógeno y Bromuro de Carbonilo.

## 3. Medidas de extinción adecuadas:

- \* Se puede utilizar todos los extintores conocidos.

4. Métodos específicos:

- \* Si es posible, detener la fuga del producto.
- \* Colocarse lejos del recipiente y enfriar con agua desde un recinto protegido.

5. Equipo de protección especial para la acumulación en incendios:

- \* Utilizar equipos de respiración autónoma de presión positiva y ropa de protección química.

f. Medidas en caso de escapes/derrames accidentales.

1. Precauciones personales:

- \* Evacuar el área.
- \* Utilizar equipo de respiración autónoma y ropa de protección química.
- \* Asegurar la adecuada ventilación del aire.

2. Precauciones para la protección del medio ambiente:

- \* Intentar parar el derrame/escape
- \* Reducir el vapor con agua en niebla o pulverizada
- \* Prevenir la entrada en alcantarillas, sótanos, fosos de trabajo o en cualquier otro lugar donde la acumulación pueda ser peligrosa

3. Método de limpieza:

- \* Ventilar el área.
- \* Lavar los lugares y el equipo contaminado con abundantes cantidades de agua.
- \* Regar el área con agua.

g. Manipulación y almacenamiento.

### 1. Manipulación y almacenamiento:

- \* Debe prevenirse la filtración de agua al interior del recipiente.
- \* No permitir el retroceso al recipiente
- \* Utilizar solo equipos específicamente apropiados para este producto, para su presión, temperatura de suministro, en caso de dudas contactarse con el suministrador.
- \* Solicitar al suministrador las instrucciones de manipulación de los contenedores.
- \* Mantener el contenedor por debajo de 50 °C, en un lugar bien ventilado.
- \* Evitar el contacto con el Aluminio.

### h. Controles de exposición/protección del personal.

#### 1. Valor límite de exposición TLV:

- \* 5(skin) ppm (2000 edition).

#### 2. Protección personal:

- \* Asegurar una ventilación adecuada.
- \* No fumar cuando se manipule el producto.
- \* Disponer de aparatos de respiración autónomo para uso en casos de emergencia.
- \* Disponer de trajes antiácidos resistentes al producto para usar en caso de emergencia.
- \* Proteger los ojos, cara y piel de las salpicaduras del líquido.

### i. Propiedades físicas y químicas

* Peso molecular:	95
* Temperatura de fusión:	-93.6 °C
* Temperatura de ebullición	4 °C
* Temperatura crítica:	194 °C
* Densidad relativa del gas (aire -1):	3.1

- \* Densidad relativa del liquido: 1.7
- \* Presión de vapor a 20 °C: 1.9 bar
- \* Solubilidad en agua (mg/l): 17250 mg/l
- \* Apariencia y color: Gas incoloro
- \* Olor : Algo dulce, sin olor a pequeñas concentraciones
- \* Temperatura de auto ignición: 535 °C
- \* Rango de inflamabilidad (% de volumen en aire): 8.6-20

\* Otros datos:

- A pesar que esta sustancia tiene datos de inflamabilidad, es difícil que entre en ignición en el aire y está clasificada como no inflamable.
- El vapor es más pesado que el aire y puede acumularse en espacios confinados, particularmente al nivel del suelo o en sótanos.

j. Reactividad y estabilidad

- \* Estabilidad y reactividad.
- \* Puede reaccionar con bases de Cu, Ag, Hg, Zn, y sus aleaciones.
- \* Puede reaccionar violentamente con álcalis.
- \* Reacciona con el agua para formar ácidos corrosivos.
- \* Puede reaccionar con el Al.
- \* La descomposición térmica genera productos tóxicos los cuales pueden ser corrosivos en presencia de humedad.
- \* Puede descomponerse bajo la presencia de luz.

k. Información toxicológica

1. General:

- \* Puede causar dermatitis por contacto con la piel.
- \* Daños a los riñones y al hígado.
- \* Puede tener efectos cancerígenos.

2. LC50/1h (ppm) = 850 ppm

l. Informaciones ecológicas

1. General:

- \* Incluido en el “Protocolo de Montreal”.
- \* Puede causar cambios en el pH de los sistemas acuosos ecológicos.
- \* Pone en peligro el agua potable.

2. Factor reductor de la capa de ozono = 0.6.

m. Consideraciones sobre la eliminación

1. General:

- \* Evitar descargar en la atmósfera.
- \* No descargar dentro de ningún lugar donde su acumulación pudiera ser peligrosa.
- \* Contactar con el suministrador si se necesita orientación.

n. Información relativa al transporte

- \* Nombre propio para el transporte: Bromuro de Metilo (B-40 b1).
- \* Numero ONU 1062.
- \* Clase y división 2.3.
- \* Código de clasificación ADR/RIN 263.
- \* Etiquetado según ADR: Etiqueta 6.1: Sustancia tóxica.

\* Otras informaciones para el transporte:

- Evitar el transporte en los vehículos donde el espacio de la carga no este separado del compartimiento del conductor.
- Asegurar que el conductor se encuentra enterado de los riesgos potenciales de la carga y que conoce que hacer en caso de un accidente o de una emergencia.
- Antes de transportar las botellas:
  - // Asegurarse que las válvulas de las botellas estén cerradas y que no existan fugas.
  - // Asegúrese que el tapón del acoplamiento de la válvula (cuando exista) esta adecuadamente apretado.
  - // Asegure una ventilación adecuada.

//Asegúrese que la caperuza de la válvula o la tulipa (cuando exista), este adecuadamente apretada.

//Asegúrese de cumplir con la legislación aplicable.

o. Información reglamentaria

\* Numero en el anexo 1 de la Directiva 67/548: 602-002-00-2.

\* Clasificación CEE: Muta.Cat.3;R68 \ T;R23/25 \ Xn;R48/20 \ Xi;R36/37/38 \ N;R50 \ N;R59.

- Pictogramas T: Toxico.  
N: Peligroso para el medio ambiente.
- Frase de riesgo R68 Posibilidad de efectos irreversibles.  
R23/25 Tóxico por inhalación y por ingestión.  
R48/20 Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.  
R36/37/38 Irrita los ojos, la piel y vías respiratorias  
R50 Muy toxico para los organismos acuáticos.  
R59 Peligroso para la capa de ozono.
- \* Frases de seguridad S15 Conservar alejado del calor.  
S27 Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada.  
S36/39 Úsense indumentaria adecuada y protección para ojos y cara.  
S38 En caso de ventilación insuficiente, úsese equipo respiratorio adecuado.  
S45 En caso de accidente o mal estar, acuda inmediatamente al medico (si es posible muestre la etiqueta).

S59 Remítirse al fabricante o suministrador para instrucciones sobre el reciclado o recuperación.

S61 Evítese su liberación al ambiente.

p. Otras informaciones

- \* Asegúrese que los operarios comprenden los riesgos de toxicidad.
- \* Los usuarios de los aparatos de respiración deben ser entrenados.
- \* Asegúrese que se cumplen las normativas nacionales y locales.
- \* Antes de utilizar el producto en un nuevo proceso o experimento, debe llevarse a cabo un estudio completo de seguridad y de compatibilidad de materiales.
- \* La presente Ficha de Datos de Seguridad esta establecida de acuerdo con las Directivas Europeas en vigor y se aplica a todos los países que han transpuesto las directivas en su derecho nacional.

## C. VAPORIZACIÓN.

### 1. Generalidades.

La vaporización, con vapor de agua, se puede constituir en una viable alternativa a la utilización de BrMe, tanto para suelos como para semilleros, la eficiencia de este método esta en el aumento de temperatura, provocando así la muerte de patógenos presentes en el suelo, causando su eliminación, debido a que la temperatura actúa sobre la coagulación de sus proteínas y la inactivación enzimática (Laghans 1990).

La esterilización con vapor de agua, fue descubierta en 1888 por Frank en Alemania, y la primera comercialización de un equipo desarrollado para este fin, fue en los Estados Unidos por Rudd en el año de 1893 (Baker 1962). Desde esa fecha en adelante, se han venido mejorando los equipos, es así que en la década de los 50's, ya se utilizan vaporizadores para desinfectar semilleros de algunos cultivos entre los que se cuentan a las flores de corte (Langedijk 1959).

La vaporización entrega una interesante solución, para suelos viveros y otros cultivos, pero pueden ser prohibitivos económicamente para muchos agricultores nacionales. Además los equipos se basan en la aplicación de vapor a altas temperaturas (100-140°C), que provoca un vacío ecológico, al eliminar la microflora del suelo.

Muchas variables influyen sobre el éxito y la relación costo/beneficio del vapor (por ejemplo, la caldera, y los difusores utilizados, el tipo de suelo y su estructura, la preparación del suelo y otros). Calentar el suelo a profundidades superiores a 30 cm. exige utilizar la caldera durante mucho tiempo, con la consecuente necesidad de mano de obra y mayores cantidades de combustible que rápidamente tornarán a la alternativa económicamente inaceptable.

La tecnología de vaporización, se ha aplicado en mayor medida en sustratos y almácigos, pero se puede utilizar con mayor frecuencia en campo abierto, si se tiene particular cuidado en algunos factores. El más importante de ellos es que este tratamiento este complementado con un sistema MIPE, a través del cual las plagas y enfermedades logren mantenerse en un nivel bajo de incidencia, de manera que el tratamiento a 30 cm. sea suficiente para reducir la población de patógenos.

El vapor al igual que cualquier fumigante, es un biocida general, es decir que mata a todos los microorganismos presentes, dejando espacios para que los patógenos, reintroducidos o que hayan quedado latentes, proliferen y causen estragos. Por lo expresado, se obtiene mejores resultados cuando se añaden microorganismos benéficos y/o materia orgánica (compost, humus) al suelo, inmediatamente después de aplicar la desinfección.

## 2. Pasteurización con vapor de agua.

La técnica se basa en la inyección de vapor de agua al suelo con el objetivo de elevar su temperatura y eliminar los microorganismos patogénicos allí presentes. El vapor es generado por una caldera y luego es enviado a unas tuberías enterradas en el suelo, las mismas que poseen orificios que permite la distribución del vapor, llegando a elevar la temperatura del suelo hasta los 100 grados. El objetivo es aplicar el vapor con

el menor consumo energético, al menor costo y alcanzando el máximo grado de esterilización, sin un impacto ambiental.

El estado de los métodos de vaporización, para desinfección de suelos agrícolas, contempla una amplia gama de patentes con sofisticados equipos y procedimientos, todos ellos dan una solución similar en cuanto a la construcción de un aparato móvil para la aplicación del vapor, que de alguna manera remueve la tierra para que el flujo se distribuya lo más homogéneamente posible.

Las conclusiones de algunos trabajos e investigaciones sobre calderas utilizadas en la desinfección con vapor, serán de gran utilidad a la hora de determinar un modelo de tobera eficiente y eficaz, pues dan una idea de cómo puede ser la distribución de flujos de vapor, es decir, la distancia óptima de separación de dos flujos de vapor adyacentes.

La efectividad de la desinfección con vapor, radica en alcanzar como mínimo, la temperatura de 70 °C. conservándola por un lapso no menor a 30 minutos, temperaturas inferiores y tiempos menores de exposición al vapor caliente, no permitirán la eliminación de los patógenos del suelo (Horst y Lawson 1982). La vaporización, no garantiza que los patógenos no vuelvan a colonizar el suelo desinfectado, entre mas rápido se siembre en este, se bajara el riesgo de una reinfestación.

En Argentina se han realizado ensayos utilizando Bromuro de metilo, Metam sodio y Vapor, en cultivos de tomate, pimiento y frutilla, no hubo diferencias significativas en los rendimientos, usando cualquiera de los tres tratamientos; los métodos de desinfección Metam Sodio ó vapor son considerados como alternativas válidas para reemplazar al Bromuro de metilo.

#### a. Calderas y difusores.

En la actualidad existe una gran variedad de calderas en el mercados internacionales, lamentablemente en nuestro país, no existen fabricantes reconocidos, por lo que los vaporizadores, son construidos, de acuerdo a literatura especializada en pasteurización, buscando la satisfacción de las necesidades de las fincas interesadas.

Un vaporizador puede costar algunas docenas de miles de dolares, por lo que es muy importante seleccionar un equipo que cubra las necesidades del productor, algunos criterios a tener en cuenta son:

### 1. Capacidad.

La cantidad de suelo a utilizar es un factor muy importante, en base a este dato, el productor podrá definir que capacidad tendrá el equipo, así como también si necesitara uno solo fijo o algunos móviles. La eficiencia de la vaporización ya instalada en el suelo es generalmente baja, de alrededor del 50 %, es decir que gran parte del vapor aplicado se pierde. Para calcular la capacidad de vaporización se debe conocer que cada HP (caballos de fuerza) de la caldera trata 2 m<sup>2</sup> de sustrato y tardará 2.5 horas llegar a 90 °C., esto de una forma general, porque dependiendo del equipo, este tiempo se reduce considerablemente.

### 2. Presión alta o baja.

Existen calderos que operan con presiones altas (75 – 100 psi) y bajas (10 – 15 psi). La presión es necesaria, para conducir el vapor por todo el sistema de tuberías, pero hay que tener precaución porque un caldero con presiones muy altas, provocará la pérdida de vapor y no se abastecerá a todo el sistema de tuberías. Se recomienda trabajar con presiones de 15 y 18 psi.

Existe la vaporización con presión negativa, utilizada en países europeos principalmente en Holanda, funcionando muy bien en suelos arenosos y arcillosos, en este país por esta presión, se logran menores costos que los demás métodos tradicionales.

### 3. Tipos de difusores y su diámetro.

Existen diferentes tipos, algunos son superficiales como es el caso de placas metálicas con aberturas o mangueras porosas de lana, y otras son enterradas (sistema que se utiliza con mayor frecuencia), utilizando un sistema de tuberías, cuyo diámetro

dependerá de la caldera que se esté utilizando, para presiones altas, el diámetro no debe sobrepasar los 5 cm, mientras que para presiones bajas, la tubería debe ser mas gruesa sobrepasando el diámetro indicado. En cualquier caso, la superficie debe ser cubierta para evitar perdidas de vapor.

#### 4. Cubiertas.

Generalmente se utiliza vinilo para la cobertura, pero el Laboratorio de Polímetro de la Politécnica Nacional, recomendó la utilización de polietileno de alta densidad, debido a que su punto de fusión es de 130 °C y su FI (índice de fluidez) es menor, características que permiten resistir las temperaturas generadas por el tratamiento.

El material de cubierta debe estar muy bien colocado, para evitar posibles fugas de vapor ocasionando así detrimentos en la distribución uniforme del vapor, causando adicionalmente perdidas en temperatura.

#### 5. Combustible.

Existen calderas que operan con diesel, electricidad, gas, y hasta carbón, el tipo de caldera a seleccionar dependerá de los costos del combustible, existen países que tienen prohibiciones de usos de carbón y algunos combustibles, debido a que generan contaminación. La longitud de la chimenea es muy importante, ya que debe tener la altura adecuada para permitir la salida de los gases fuera del invernadero si ahí se encuentra el sitio a desinfectar.

#### 6. Calderas estacionales o móviles.

Esta característica dependerá de las necesidades del productor, se ha visto que prácticamente es mejor tener algunas calderas móviles pequeñas que tan solo una caldera estacionaria, esto debido a la facilidad de movimiento para las desinfecciones en lotes distantes.

b. Suelos o sustratos a tratar.

1. Humedad del suelo.

En suelos muy mojados, la pasteurización es muy lenta, debido a que necesita tiempo adicional para poder calentar el exceso de agua, en suelo muy secos, la distribución del vapor es heterogéneo, formándose cámaras de aire donde la temperatura no subirá lo suficiente como para eliminar los patógenos, por lo que estos pueden reinfectar el suelo. La mejor condición es la llamada “capacidad de campo”, condición en la que el suelo se encuentra húmedo pero permite su oxigenación.

2. Textura del suelo.

Para lograr una correcta difusión de vapor, el suelo se debe encontrar suelto, libre de terrones y compactaciones, debe estar bien preparado, limpio y en lo posible, libre de residuos de cosechas anteriores.

3. Tipo de suelo.

El vapor tiene un comportamiento similar al del agua, penetra mejor en suelos arenosos y francos, mejor que en suelos compactos arcillosos, lo que representa un problema. Para este tipo de suelos funciona bien la presión negativa.

c. Problemas comunes asociados a la vaporización.

1. Acumulación de Sales Solubles.

Las altas temperaturas solubilizan muchos compuestos particularmente fosfatos y ciertos elementos como el Mn, Zn, Fe, Cu y B, como consecuencia, se obtienen altos niveles luego de pasteurizar el suelo, este inconveniente es solucionado, al “lavar” con agua estos excesos, pero no hay que realizarlos excesivamente, a demás, hay que ajustar los programas de fertilización en base a los análisis de suelo antes de la siembra.

## 2. Toxicidad por manganeso.

Muchos suelos tienen altas concentraciones de Mn en el suelo, pero solo pequeñas cantidades de Mn es asimilable por la planta ( $Mn^{++}$ ), al momento de vaporizar, la conversión de Mn no asimilable a forma asimilable se incrementa, las concentraciones asimilables altas de este elemento, provocan en la planta quemaduras principalmente en las hojas viejas, a demás al existir esta sobre oferta de Mn, es interferida la absorción de Fe, por lo que se presentan síntomas de deficiencia de este elemento.

Es importante no sobrepasar el tiempo recomendado de vaporización, porque al estar el suelo con mayor tiempo de exposición al vapor caliente, habrá mayor conversión de Mn, acarreando los problemas ya señalados. Puesto que los niveles altos de pH (condiciones alcalinas) favorecen la condición inversa (de Mn asimilable a no asimilable), una recomendación es añadir cal antes de aplicar el vapor.

## 3. Toxicidad por amonio.

Después de la pasteurización, puede liberarse cantidades de amonio considerables, principalmente en suelos que contengan altos niveles de materia orgánica, esto debido a que en el suelo las fuentes de nitrógeno principales son los iones amonio (amoníaco) y nitratos, lo que normalmente ocurre en los suelos es que existen bacterias nitrificantes que continuamente están transformando al amoníaco en nitratos, forma en la que el nitrógeno es asimilable por la planta.

Al realizar la desinfección, lo que sucede es que se eliminan en gran medida a esas bacterias, ocasionando acumulación de amoníaco, al no tener microorganismos que controlen esta labor.

Las bacterias nitrificantes, no crecen rápidamente para repoblar el suelo, alcanzando a estabilizar el amoníaco solo después de transcurridas seis semanas desde la desinfección, las plantas afectadas por el exceso de amonio se tornan amarillentas y

algunas veces se queman, el problema se sobrepasa cuando se alcanza el equilibrio, y se puede prevenir aplicando materia orgánica después de la vaporización y no antes, estos problemas no se presentan en suelos con bajos niveles de materia orgánica.

**FOTO 11: Vaporizador utilizado para Desinfección de Suelo, en Argentina INTA.**



3. Ventajas del tratamiento con vapor .

- \* Efectivo control sobre la mayoría de los organismos perjudiciales del suelo.
- \* No introduce al suelo residuos tóxicos persistentes.
- \* Es totalmente inocuo y no presentan riesgos de intoxicación para el productor o aplicador ya que se usa solamente vapor de agua a 120 °C.
- \* Permite implantar el cultivo inmediatamente al tratamiento (luego de 12 horas de realizado el mismo).
- \* No afecta el agujero de ozono (a diferencia del Bromuro de Metilo que es una de las sustancias que producen daños en la capa de ozono).
- \* Este tratamiento cuesta alrededor de un 40% menos que el Bromuro de metilo y 18% menos que el Metam sodio (Vendaval ó Vapam).

4. Puntos letales térmicos de patógenos.

Se han desarrollado trabajos en laboratorio, con distintos tipos de hongos, bacterias y malezas Usando pequeñas muestras de suelo (1 kg de suelo) y sometiéndolas a vapor de baja temperatura (60-80°C) se determinaron la temperatura mínima para eliminar cada especie en cuestión.

**CUADRO 4: Puntos Letales Térmicos para Diferentes Agentes Nocivos en plantas (PNUMA, 2002).**

<b>Temperaturas °C.</b>	<b>Pestes Eliminadas</b>
<b>90-100</b>	* Algunas malezas resistentes al calor * Virus resistentes al calor
<b>70 - 90</b>	* Mayoría de las semillas de malezas * Todas la bacterias fitopatógenas. * Mayoría de los virus de las plantas
<b>50 - 75</b>	* Insectos del suelo * Mayoría de las bacterias fitopatopatógenas
<b>50 - 75</b>	* Gusanos, babosas, ciempiés * <i>Fusarium</i> sp. * <i>Botrytis</i> sp. * <i>Rhizoctonia</i> sp. * <i>Sclerotium</i> sp., <i>Sclerotinia</i> sp. * Nemátodos * Mohos de agua

Fuente: PNUMA 2001

Es muy necesario que la pasteurización del suelo, este siempre acompañada de otros métodos de control, como pueden ser métodos de control biológico mediante la utilización de microorganismos tales como *Trichoderma* sp., el cual se ha podido confirmar tiene propiedades de control sobre algunos patógenos en varios cultivos tales tomate, pimienta, flores de corte entre otros (Baker 1992).

## 5. Costos

La vaporización logra costos comparables a aquellos producidos por otros fumigantes, pero a demás trae consigo otros beneficios, uno de ellos es que acorta el

tiempo comprendido entre la desinfección del lote y la siembra, en el caso de BrMe, se pierden de 4 a 5 días, entre la aplicación y la ventilación, mientras que para la pasteurización, la siembra es inmediata.

**CUADRO 5: Comparación de Costos Generales de Desinfección de Suelos con Algunos Fumigantes y Vapor (PNUMA ,2002).**

<b>Fumigante</b>	<b>Costo por Ha.</b>
Dazomet (Basamit)	\$ 5,680
Metam Sodio (Vapam, Buma)	\$ 5,120
Dicloropropeno (Telone)	\$ 8,000
Bromuro de Metilo (BrMe)	\$ 5,030
Vapor	\$ 6,970

Fuente: PNUMA 2001

## 6. Recomendaciones

El suelo una vez esterilizado con vapor, no esta garantizado de que no pueda soportar una reinfestación de patógenos por lo que a continuación se dan algunas recomendaciones a ser aplicadas luego de la vaporización.

- \* Utilice solo material vegetal sano.
- \* Resiembre las áreas tratadas lo mas pronto posible. Idealmente tan pronto como el suelo se enfríe.
- \* Evite interferir o manipular el suelo hasta donde sea posible.
- \* Observe medidas higiénicas sobre MIPE.
- \* Asegúrese de que los trabajadores, herramientas y otros, no provengan de zonas infectadas.
- \* Desinfecte las herramientas y el calzado en la medida de lo posible.
- \* Añada compost bien procesado y / o organismos benéficos cuidadosamente, cuando el sustrato se encuentre tibio.

## D. TRICHODERMA SP.

### 1. Generalidades.

El género *Trichoderma* está compuesto por hongos que se encuentran presentes en forma natural en casi todos los suelos y otros hábitats del planeta. Su desarrollo se ve favorecido por la presencia de altas densidades de raíces, las cuales, son colonizadas rápidamente por estos microorganismos. Algunas cepas son componentes importantes de la rizósfera.

### FOTO 12: Cepa de *Trichoderma harzianum*.



Este género, es cosmopolita en el suelo, frecuentemeten se encuentra dominando la microflora en varios habitats, esto debido a que se le atribuye diversas capacidades metabólicas, lo que le permite acoplarse al medio y tornarse competitivo en la naturaleza. Algunos *Trichoderma* crean asociaciones con plantas, uno de estos es *T. harzianum*, que permite esta simbiosis. Samuels en 1996, revisó la biología de *Trichoderma* y promovió la explotación técnica de enzimas producidas por estos hongos, para el biocontrol.

La mayoría de cepas de *Trichoderma* no poseen etapa sexual, por lo que producen únicamente esporas asexuales. Sin embargo, se conoce la etapa sexual de unas pocas cepas, pero no han sido consideradas para propósitos de biocontrol. La etapa sexual cuando está presente, corresponde a *Hypocrea*, que es un hongo Ascomycotina.

## 2. Evolución de la taxonomía de *Trichoderma* sp.

Acerca del género, se hace referencia que sus estudios empezaron en el siglo XIX, enfatizándose primero en las etapas sexuales del hongo (género *Hipocrea*), estudios realizados por los hermanos Tulasne en 1865, que permanecieron ocultos durante algunas décadas.

Bisby en 1939 encontró variaciones en la morfología del hongo, lo que permitió clasificar algunas especies, una de las primeras clasificadas por este medio fue *T. viride*. Las primeras clasificaciones más específicas tomando en cuenta la morfología del hongo “especies agregadas” fueron realizadas por Rifai en 1969.

Desde 1969 hasta la fecha, se han hecho algunos trabajos para identificar las especies de *Trichoderma*, trabajos realizados por algunos investigadores tales como Doi y Webster, han permitido en la actualidad, conocer en la actualidad, 33 especies de *Trichoderma*.

## 3. Clasificación taxonómica.

REINO:	Fungi
DIVISION:	Eumycota
SUBDIVISION:	Deuteromycotina
CLASE:	Hyphomycetes
ORDEN:	Moniliales
FAMILIA:	Moniliaceae
GENERO:	<i>Trichoderma</i>
ESPECIES:	<i>viride, atroviride, harzianum, inhamatum, aureoviride, koningii, hamatum, minutisporum, polisporum, gelatinosa, oblongisporum, longibractium, pseudokoningii</i> , entre otros.
N.V.:	“Tricoderma”

La taxonomía tradicional está basada en las diferencias morfológicas, principalmente en el aparato de esporulación asexual; en la actualidad ya se están empleando técnicas moleculares para la identificación y clasificación de los organismos. Gran parte de las cepas están altamente adaptadas al ciclo de vida asexual. En ausencia de la meiosis, la plasticidad cromosómica es la norma, diferentes cepas poseen distintos números y tamaños de cromosomas.

Se puede encontrar una gran diversidad de genotipos y fenotipos en las cepas silvestres mientras estas se adaptan con facilidad y pueden ser heterocarióticas (núcleos de distinto genotipo dentro de un mismo organismo), las cepas comerciales usadas para control biológico pueden ser (o son) homocarióticas (núcleos similares o idénticos). Este aspecto, en conjunto con el control estricto de la variación a través de la deriva génica, permite que las cepas comerciales no presenten mayor variabilidad.

#### 4. Mecanismos de parasitismo del hongo

A parte de su facilidad para colonizar las raíces de las plantas, *Trichoderma* ha desarrollado mecanismos para atacar y parasitar a otros hongos y así, aprovecha una fuente nutricional adicional. Recientemente, han sido demostrados varios mecanismos con los cuales actúa *Trichoderma* como biocontrolador y como colonizador de las raíces:

- \* Micoparasitismo.
- \* Antibiosis.
- \* Competición por nutrientes y espacio.
- \* Tolerancia al estrés por parte de la planta, al ayudar al desarrollo del sistema radicular.
- \* Solubilización y absorción de nutrientes inorgánicos.
- \* Resistencia inducida.
- \* Desactivación de las enzimas de los patógenos.

## 5. Rango de hospederos

Diferentes cepas de *Trichoderma* pueden controlar a cada hongo patógeno para el cual se ha diseñado un programa de biocontrol. Sin embargo, la mayoría de cepas de *Trichoderma* son más eficientes para controlar a ciertos patógenos, pudiendo ser ineficaces contra algunos hongos. Se ha descubierto recientemente que algunas cepas pueden inducir a las planta para que "enciendan" su mecanismo nativo de defensa, esto hace pensar que se podrían controlar a otros patógenos a parte de los hongos.

Generalmente, *Trichoderma* controla a los hongos del suelo, como por ejemplo, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Alternaria*, *Phytophthora*, etc.

## 6. Ciclo de vida

El organismo crece y se ramifica desarrollando típicas hifas fungales de 5 a 10  $\mu\text{m}$  de diámetro. La esporulación asexual ocurre en conidios unicelulares (3 a 5  $\mu\text{m}$  de diámetro), usualmente de color verde liberados en grandes cantidades. También se forman clamidosporas de descanso, también son unicelulares, pero pueden fusionarse entre dos o más.

## 7. Susceptibilidad a los pesticidas

*Trichoderma* posee resistencia innata a la mayoría de los agroquímicos, incluyendo a los fungicidas. Sin embargo, el nivel de resistencia difiere entre cepas. Algunas líneas han sido seleccionadas o modificadas para ser resistentes a agroquímicos específicos.

La mayoría de productores de cepas de *Trichoderma* destinadas al control biológico poseen información relacionada con la susceptibilidad o resistencia a un amplio rango de agroquímicos.

## 8. Usos de *Trichoderma* sp.

Estos hongos tan versátiles se emplean comercialmente en una variedad de formas, incluyendo las siguientes:

### a. Alimentos y textiles

*Trichoderma* es un productor eficiente de muchas enzimas extracelulares. Se emplea comercialmente para la producción de celulasas y otras enzimas que degradan polisacáridos complejos. Son usadas con frecuencia en la industria textil y alimenticia para estos propósitos. Por ejemplo, las celulasas se utilizan en el proceso de prelavado de las telas de jean para conferir con mayor facilidad el color blanco. También forman parte del alimento para aves con el fin de incrementar la digestión de las hemicelulosas de la cebada y otros cereales.

### b. Agentes de biocontrol

Estos hongos son empleados, con o sin registro legal, para el control de enfermedades de las plantas. Existen varias compañías que producen cepas de este organismo.

### c. Promotores de crecimiento de las plantas

Durante muchos años ha sido conocida la habilidad de estos hongos para incrementar la tasa de crecimiento y desarrollo de las plantas, en especial de su sistema radicular. Todavía no se conocen con certeza estos mecanismos. Recientemente, se encontró que una cepa de *Trichoderma* contribuye al crecimiento en cuanto a profundidad de las raíces del maíz y algunos pastos, haciendo que estos cultivos sean más resistentes a la sequía. Otro estudio indica que las raíces de las plantas de maíz colonizadas por *Trichoderma* T22 requieren un 40% menos de fertilizantes nitrogenados en relación a las raíces que no se encuentran colonizadas.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

##### 1. Localización

La presente investigación, se realizó en dos fases (laboratorio y campo), la primera se desarrolló en el laboratorio de Fitopatología del Instituto Agropecuario Superior Andino - IASA perteneciente a la Escuela Politécnica del Ejercito - ESPE, que se encuentra ubicado en la provincia de Pichincha, cantón Rumiñahui, parroquia Sangolquí, en la localidad de San Fernando, Hacienda “El Prado”. La Hacienda se encuentra a una altura de 2748 msnm a  $0^{\circ} 23' 20''$  de latitud sur y  $78^{\circ} 24' 44''$  de longitud oeste.

La segunda fase se desarrolló, en la Finca “El Chaparral”, finca perteneciente a la empresa GYPSO S.A., la misma que se encuentra ubicada en la parroquia de Checa, cantón Quito, de igual forma en la provincia de Pichincha. La finca se encuentra localizada a una altitud de 2454 msnm, con una latitud sur de  $0^{\circ} 6' 37''$  y una longitud oeste de  $78^{\circ} 20' 15''$ .

##### 2. Características del campo experimental

La finca posee una particular característica, es un sector muy seco, casi no cuenta con precipitaciones por lo que los registros marcan medias anuales de 400 – 600 mm, la particularidad de la finca, se centra en que por los sectores aledaños llueve un poco mas, observándose en ocasiones un ”efecto burbuja” sobre la propiedad, en donde no se producen precipitaciones. Esto se puede, tal vez, explicar por un continuo viento proveniente de quebradas colindantes al oeste, que arrastra las lluvias, hacia las montañas de nombre Puntas y Tablón de Iñagaro, montañas que albergan casi en sus faldas a la propiedad, precipitando el agua en este sector.

Por fortuna, la finca posee un canal de riego, el mismo que toma el agua producto de los deshielos del Volcán Cayambe, la misma que tras un sistema de distribución, llega y es recolectada en reservorios de gran capacidad en la finca.

Además de estas novedades, se debe expresar, que se tiene una temperatura media de 17°C, y recalcar una vez mas, que los vientos corren bidireccionalmente entre el oeste y el este.

## B. MATERIALES

### 1. Fase de Campo:

#### a. Plantas y material de campo:

- Bulbos de *Liatris spicata*
- Parcelas
- Sistema de riego
- Compost
- Maquinaria Agrícola
- Herramientas de labranza
- Fertilizantes
- Mallas

#### b. Equipo para la vaporización:

- Vaporizador horizontal 30 HP
- Remolque del Vaporizador
- Combustible (Diesel)
- Tuberías
- Estacas
- Plástico
- Piolas

#### c. Equipo de mediciones y marcaje:

- Listones para marcaje
- Termómetro
- Calibrador pie de rey
- Medidor de altura de planta

#### d. Materiales de poscosecha

## 2. Fase de Laboratorio:

a. Laboratorio de Suelos

b. Laboratorio de Fitopatología.

- Cepas de *Trichoderma* sp.

## 3. Otros materiales:

- Material de papelería
- Computador

## C. METODOS

La presente investigación tuvo dos etapas, la primera, se refiere al uso del vaporizador, *Liatris spicata*, patología de bulbo de *Liatris spicata* y estudios preliminares desarrollados en laboratorio y la segunda se relaciona con las diversas actividades de campo, las variables utilizadas en el proceso de evaluación y algunos trabajos desarrollados en laboratorio.

### 1. PRIMERA ETAPA

a. Vaporizador.

1. Bases Técnicas

**FOTO 13: Vaporizador de 30 HP, utilizado en la investigación**



Las ideas sobre la fabricación y diseño del equipo de vaporización, fueron tomadas de un documento, editado por la División de Tecnología, Industria y Economía del programa Acción Ozono, perteneciente al PNUMA, documento que lleva por título, FLORICULRURA Y MEDIO AMBIENTE - Producción de flores de verano sin Bromuro de Metilo (2002).

Partiendo de estas ideas, la Facultad de Ingeniería Mecánica (FIME), de la Escuela Politécnica del Ejercito ESPE, confeccionó, las bases técnicas del equipo para su posterior construcción.

### CUADRO 6: Bases técnicas del Equipo de Vaporización

Características Técnicas	Especificaciones técnicas
<b>Caldero</b>	
Potencia Nominal	30 HP
Tipo	A diesel, horizontal, pirotubular, 3 pasos, espalda seca, transportable en remolque.
Presión de Operación Máxima Regulación	150 psi entre 0-125 psi
Capacidad de almacenamiento	20 galones de agua y 20 galones diesel
Instrumentación de Control: Válvula de seguridad Válvula de purga: Válvula de Ingreso de agua	Automática de apertura en 100 psi Tipo Esférica, en el fondo, salida de vapor y lateral Tipo check
Válvula de ingreso de combustible Presostato Bomba de alimentación de agua	Esférica Automático, regulable entre 0 - 125 psi 2 HP
<b>Sistema desmontable de tuberías Enterradas en campo</b>	Con conexión desmontable al caldero, para transportar el vapor y distribuirlo uniformemente desde una profundidad de 15 cm. bajo el suelo, a través de 16 tramos de tubería de 1 pulg. Tipo flauta y de 30 m de largo cada una, desmontables con módulos de 6 m de largo cada una Los tramos deben estar separados 30 cm. entre si.

## 2. Calibración del Equipo

Se realizaron algunas pruebas en un lote destinado para esta actividad, adecuando presiones y diámetros de los agujeros en las tuberías. Al ser este tipo de equipo totalmente nuevo en la desinfección de suelos en el Ecuador, se hicieron ciertos ajustes a lo largo de esta etapa.

Se inició la calibración, instalando la tubería y enterrando a 20 cm de profundidad, se observó pérdida de presión en el primer tramo de la tubería, por lo que se tomó la decisión de disminuir el número de agujeros los cuales fueron suprimiendo alternadamente, disminuyendo así a la mitad el número de orificios a lo largo de la tubería.

**FOTO 14: Calibración del Vaporizador.**

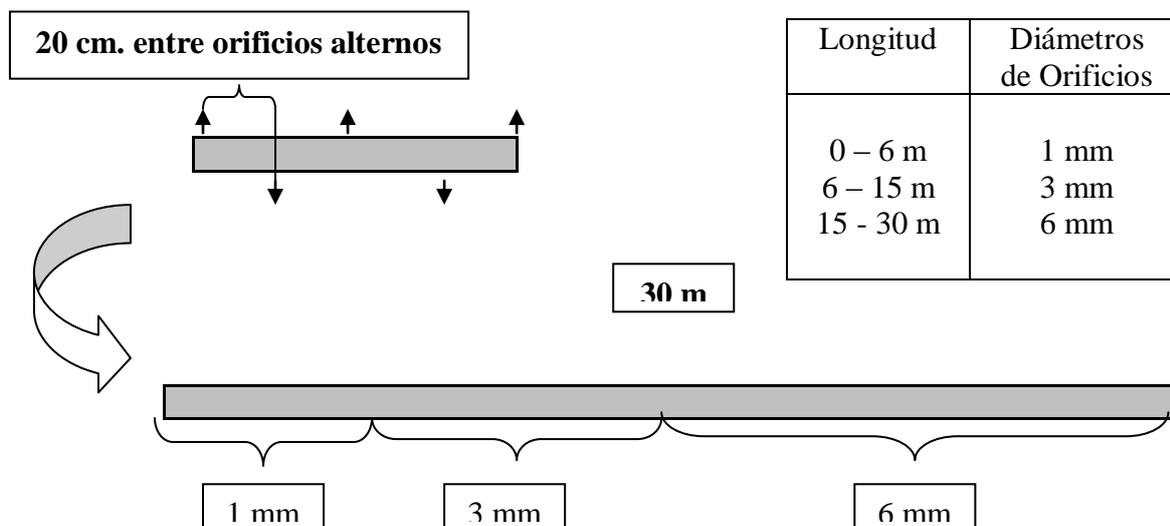


Las pérdidas de presión todavía fueron muy evidentes, por tal razón se soldaron y volvieron a abrir los orificios, pero esta vez con diámetros menores, se observó una considerable mejoría cuando se realizaron pruebas sucesivas, con orificios de tres diámetros diferentes a lo largo de la tubería de 30 m, como se presenta en el Esquema 1.

**FOTO 15: Distanciamiento entre tubos del “muñeco”.**



**ESQUEMA 1: Distribución y diámetros de los orificios en cada tubería de 30 m.**

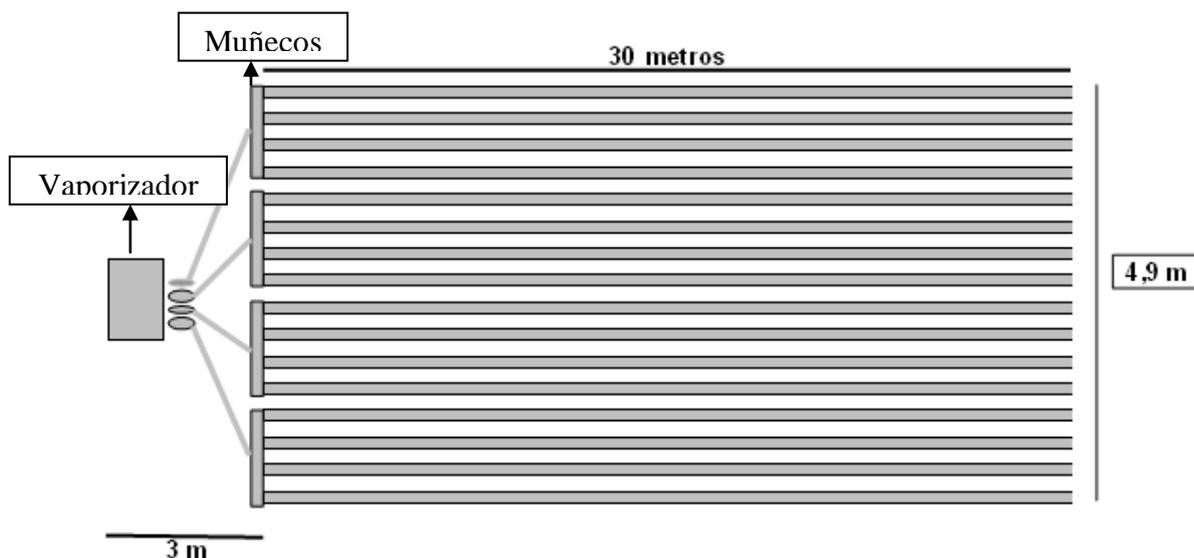


En la calibración del equipo, se probaron algunas presiones de salida de vapor en un rango comprendido entre 50 y 90 psi, presiones que pudieron ser manejadas a través de válvulas de salida de vapor y constatadas mediante un presostato y un manómetro, instalados en el equipo. Al final de esta etapa se decidió manejar presiones entre 50 y 60 psi, con un nivel de agua bajo (1 pulgada aproximadamente), esto con el fin de que en el interior del vaporizador, exista una mayor cámara vacía que sería ocupada por el vapor, aumentando así la presión y el desempeño del equipo.

Para mejorar la potencia, se colocaron pulverizadores de diesel de mayor consumo, los mismos que se encuentran en el interior del quemador, colocando dos de 6 galones/hora de consumo y en un ángulo de 60 °, (ángulo en abanico de pulverización).

Otro punto importante en esta etapa, fue definir el manejo y ángulo de apertura de las válvulas de desfogue de vapor, se llegó a establecer que este ángulo, dependería del nivel de agua que se maneje y también del desempeño del equipo a lo largo de la desinfección del suelo. La distribución de la tubería enterrada a 20 cm, se la detalla en el Esquema 2.

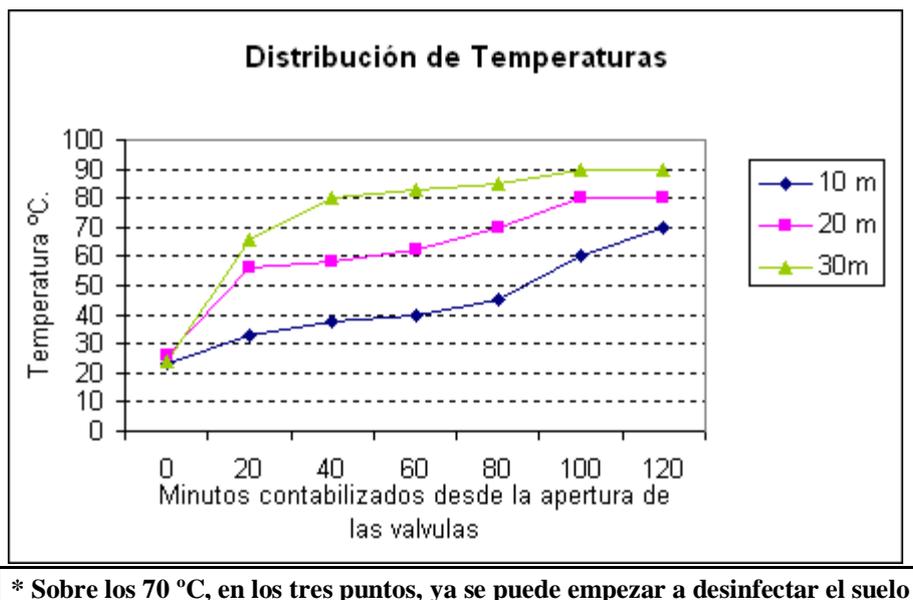
## ESQUEMA 2: Distribución de la tubería en campo.



Se tomaron los tiempos en los cuales se llega a la presión calibrada para la apertura de las válvulas de salida de vapor, este tiempo depende de algunos factores, pero en promedio fue de 30 minutos.

El calentamiento de la tubería fue heterogéneo, primero se calentaron las zonas terminales para posteriormente ir calentando el resto, por esta razón, la temperatura del suelo en la zona donde se encuentra los terminales de la tubería, se calentará más rápido que el resto.

Los tiempos de desinfección, fueron contabilizados desde que el punto más frío del área a desinfectarse, fue de 70 °C a una profundidad de 20 cm, tiempo que osciló entre 2 y 2.5 horas. Los datos de esta calibración se detallan en el Grafico 1.



**GRAFICO 1: Comportamiento de las Temperaturas a lo largo de la Tubería de 30 metros.**

### 3. Tipo de plástico

El suelo ha ser desinfectado debe estar cubierto con plástico, ya que esto permite mejorar y aprovechar de una forma más eficiente el vapor caliente que se está insuflando, el plástico a utilizarse no necesita aditivos especiales. Para determinar, que material plástico sera el más conveniente, se consultó al Laboratorio de Polietilenos de la Escuela Politécnica Nacional (EPN), quienes nos dieron una amplia gama de materiales que se pueden utilizar.

En primera instancia, se recomendó polietileno de alta densidad, esto debido a que posee una temperatura de fusión cercana a los 130 °C, permitiendo reutilizarlo periódicamente, siempre que la temperatura a la que se le expone no sea muy superior a los 70 °C, adicionalmente se explicó que este plástico tiene un menor índice de fluidez FMI, lo que indica que tiene moléculas mas grandes por lo que posee un peso molecular mayor, por esta razón la temperatura de fusión es superior al polietileno de baja densidad que tiene características contrarias.

Otro material recomendado, fue el polietileno de baja densidad pero de calibre alto, para contrarrestar el inconveniente de su degradación, ya que su temperatura de

fusión es menor que la de alta densidad pues tiene un alto FMI y moléculas mas pequeños, lo que ocasiona que este plástico sea desechable prácticamente luego de su uso. Materiales como el poliestireno, plásticos cargados o reciclados, PVC plastificado, también se podrían utilizar, pero su degradación es rápida.

Para la investigación, se utilizó polietileno de baja densidad calibre # 8, el cual toleró las altas temperaturas aplicadas, pero fue evidente su paulatina degradación conforme se realizaban los tratamientos, por lo que se recomendaría en estudios futuros, utilizar polietileno de alta densidad, si bien sus costos son superiores pero se compensarían al extender su vida útil.

**CUADRO 7: Valoración de Propiedades de Materiales que pueden ser Utilizados para Vaporización de Suelos**

<b>PROPIEDAD</b>	<b>PE</b>	<b>PVC</b>	<b>PC</b>
Propiedades térmicas	-/+	+	+
Propiedades mecánicas	-/+	+/-	+
Resistencia al rasgado	+	+	+
Resistencia a las altas temperaturas	+	-/+	+
Precio	+	-	-
Anchuras grandes	+	-	-

Fuente: Montero; Anton (1993)

b. *Liatris spicata*

1. Seguimiento general del Cultivo

Con el objeto de conocer un poco mejor al cultivo, en el Cuadro 8, se pone a disposición algunos datos generales, tomados por semana de cultivo, para *Liatris spicata*.

**CUADRO 8: Seguimiento general del cultivo de *Liatris spicata***

Semana de Cultivo	Fase	Labor	Altura	Calibre	Largo Botón Floral	% tallos cosechados
0		<b>Siembra</b>	0			
1			1			
2			4,5			
3			8			
4		<b>Deshierba</b>	11,5			
5	<b>Vegetativa.</b>		16,5			
6			18			
7		<b>Desbrote</b>	33,5	0,4		
8		<b>2da malla</b>	43	0,4		
9			61,5	0,4		
10			72	0,4	<b>Primordio Floral</b>	
11			83,5	0,5	6	
12			90	0,5	10,5	
13	<b>Floración.</b>		107	0,5	25	10%
14		<b>Cosecha</b>	127	0,6	39,5	20%
15		"	130,5	0,6	43,5	30%
16		"	135	0,6	45,5	30%
17		"	135	0,6	45,5	10%

c. Patología de bulbos de *Liatris spicata*

1. Patología/Etapa de desinfección de bulbos.

Los bulbos, antes de ser sembrados, pasan por un proceso de desinfección, entre los cuales se cuenta con la aplicación de químicos, así como también métodos de profilaxis física (termoterapia), complementariamente a estas actividades son sometidos a refrigeración por algunas semanas, garantizando así su germinación.

Las pérdidas de bulbos debido al ataque de *Penicillium* spp., pueden ser atenuadas, si previamente se trata con termoterapia a los bulbos (Abad, 2004). Con el fin de saber la situación microbiológica en cada estadio del bulbo, antes, durante y posterior a su siembra, se propuso realizar el análisis siguiente:

Se procedieron a tomar cuatro bulbos de cada estadio (constituyéndose 4 repeticiones), tanto en fase de campo (estado vegetativo y de floración) como en fase de desinfección (recién cosechados, luego de 9 semanas de frió, sin y con termoterapia).

El aislamiento de hongos fitopatógenos se realizó mediante la técnica propuesta por Falconi, 1998, se procedió a sacar una lonja de cada bulbo (3-4 mm de espesor), con un sacabocado de 1 cm de diámetro, se tomó una muestra por bulbo y se dividió a esta en cuatro, estos fragmentos fueron sembrados en cada caja petri. Maíz Agar, fue el medio de cultivo utilizado para la determinación de hongos fitopatógenos en los bulbos, a continuación se incubó a 25 °C, durante 7 días antes de proceder a la identificación.

En base a los resultados obtenidos en este análisis, el estudio de la patología se repitió por dos ocasiones pero esta vez centrándose en la fase de campo (estado vegetativo y de floración).

## 2. Patología de bulbos/Semana de Cultivo (1ra-16ta semana).

Con el objeto de saber lo ocurrido con la presencia de patógenos en bulbos durante cada semana de cultivo en *Liatris spicata*, se hizo un estudio patológico general de bulbos, para lo cual se extrajeron dos bulbos por cada semana de cultivo, siguiendo la metodología descrita en el análisis anterior, se evaluaron los resultados al cabo de 7 días.

## 3. Patología General de Bulbos de Aparente Sanidad y Enfermos.

Con el objeto de establecer, una posible diferencia generalizada en cuanto a la patología de bulbos aparentemente sanos y enfermos en proceso de putrefacción, se realizó este análisis, para lo cual, se tomaron dos bulbos de aparente sanidad y dos enfermos, el protocolo fue antes anotado.

## 4. Patología Detallada de Bulbos de Aparente Sanidad y Enfermos.

Una vez mas, se partió de los resultados del análisis anterior, esta vez, se tomaron diez bulbos, cinco aparentemente sanos y cinco enfermos; en esta oportunidad se hizo una variante, primero se evaluaron las estructuras fungosas desarrolladas en la parte externa para luego evaluar internamente.

Para evaluar al estereo-microscopio, fue necesario, implementar una escala arbitraria, donde la calificación de 5 , correspondió al mayor grado de infección y 1 lo contrario. Mediante la técnica propuesta por Falconí (1998), se preparó material fungoso fresco para observarlo al microscopio y de esta manera establecer los hongos que ahí presentes.

Posteriormente, se siguió el protocolo mencionado para el análisis microbiológico, sembrando pedazos de bulbo, en Maíz Agar, la evaluación se realizó al cabo de 7 días.

#### CUADRO 9: Medios de Cultivo Utilizados en la Investigación

Nombre del Medio	Cant./litro	Productos	Antibióticos
<b>Hongos</b>			
<b>Martin</b>	0,5 g. 0,5 g. 0,5 g. 5 g. 10 g. 0,5 g. 0,05 g. 18 g. 0,03 g	Fosfato de potasio Difosfato de potasio Sulfato de magnesio Peptona Dextrosa Extracto de levadura Rosa de vengala Agar	Sulfato de estreptomicina
<b>Verticillium</b>	1,5 g. 4 g. 15 g. 0,05 g. 0,05 g. 0,05 g.	Fosfato de potasio Difosfato de potasio Agar	Sulfato de estreptomicina Clorotetraciclina Cloranfenicol
<b>Extracto de Malta</b>	3 g. 2 g. 0.5 g. 0.5 g. 0,05 g.	Extracto de Malta Extracto de Levadura Agar Difosfato de potasio	Sulfato de estreptomicina
<b>PDA</b>	39 g.	PDA	Sulfato de estreptomicina
<b>Bacterias</b>			
<b>Erwinia</b>	10 g. 10 g. 5 g.	Sucrosa Arabinosa Caseina hidrolizada	

	0,05 g. 0,1 g. 0,06 g. 15 g.	Rodenil Sulfato de sodio Fuchsina acida Bromotilmol azul Agar	
<b>King</b>	20 g. 1,5 g. 1,5 g. 10 ml 18 g.	Peptona Fosfato de potasio Sulfato de magnesio Glicerina Agar	
<b>Agar Nutritivo</b>	20 g.	Agar Nutritivo	
<b>Hongos y Bacterias</b>			
<b>NYDA (pH=6.5)</b>	15 4 g	Agar Extracto de malta	
	8 g 1.5 g	Agar Nutriente Glucosa	

#### d. Estudio Preliminar Desarrollado en Laboratorio

Para este estudio, se procedió a tomar muestras al azar de suelo y bulbos de diferentes lotes, con el objeto de evaluar la presencia de antagonistas y agentes fitopatológicos de la finca, encontrando organismos, algunos de los cuales fueron sometidos a pruebas que enriquecieron la información presentada en esta investigación.

##### 1. Análisis microbiológico general de la finca

Se tomaron muestras de suelo de algunos lotes en producción, de igual forma se muestreó bulbos y se realizó un análisis microbiológico general del compost que fue utilizado. Para los análisis de bulbos, se siguió el protocolo propuesto por Falconí (1998), mientras que para el análisis de suelos y compost, se siguió la técnica descrita por Espinosa A. (2004), para la recuperación de hongos y bacterias fitopatógenas.

Estos análisis se efectuaron con la finalidad de conocer a algunos generos de microorganismos presente en la finca; teniendo así, una visión mas clara sobre los patógenos y los posibles biocontroladores existentes. Los microorganismos de interés previamente purificados mediante siembras sucesivas, fueron conservados en tubos con PDA (hongos) y en Agar Nutriente (bacterias), para la ejecución de pruebas posteriores.

## 2. Aislamiento, purificación y conservación de *Trichoderma* sp.

Una vez identificado *Trichoderma* sp, mediante la técnica de preparación de material fungoso para observarlo al microscopio, propuesto por Falconí (1998), se procedió a conservar las cepas encontradas de este hongo, para lo que se utilizaron algunos métodos y sustratos, los cuales involucraron algunos medios de cultivo, espigas de trigo y turba.

## 3. Pruebas de tolerancia de las 7 cepas de *Trichoderma* sp. con los productos químicos utilizados para la I fase de desinfección de bulbos

Se disolvieron los químicos (Captan, Vitavax, Furadan) en PDA, utilizando las dosis frecuentemente aplicadas por la finca para esta primera etapa de desinfección de bulbos. Una vez solidificado el PDA con los químicos en las cajas petri, se procedió a sembrar, cada cepa de *Trichoderma* sp. En este ensayo, se probaron tres dosis por cada producto, frente a cajas testigo

## 4. Pruebas térmicas de las 7 cepas de *Trichoderma* sp.

Siguiendo el protocolo descrito por Espinosa A. (2004), se procedió a realizar diluciones sucesivas hasta  $10^{-3}$  de esporas a las mismas que fueron sometidas a baño maría a una temperatura de 75 °C, se mantuvieron sumergidos los tubos, durante dos períodos de tiempo 20 y 40 minutos

Este ensayo se realizó, emulando las condiciones a las cuales iba a ser sometido *Trichoderma* sp. al momento de realizar la vaporización del suelo. Luego de transcurridos los tiempos de tratamiento, se sembró una alícuota de la suspensión del hongo en cajas con PDA, para evaluar su crecimiento.

#### 5. Pruebas de antagonismo de las 7 cepas de *Trichoderma* sp. vs *Rhizoctonia* sp.

Para constatar el nivel de biocontrol de las cepas de *Trichoderma* spp. encontradas en el análisis general, se procedió a enfrentar a cada una con *Rhizoctonia* sp. Los datos obtenidos permitieron conjuntamente con los datos recolectados de las investigaciones precedentes, la selección de las mejores cepas, para su posterior multiplicación. Además del análisis estadístico respectivo, también se evaluó el efecto antagonico mediante la utilización de un escala de medición para el análisis de Baker y Cook, utilizada por Bell en 1982.

#### 6. Velocidad de crecimiento de las siete cepas de *Trichoderma* spp.

La velocidad de crecimiento, es un punto importante al momento de elegir una cepa para propagarla masivamente, por lo que se decidió, realizar esta investigación con el objeto de saber el comportamiento de cada cepa, una alta velocidad, permite suponer una alta colonización de micelio en el suelo.

#### 7. Multiplicación de las cepas C<sub>17</sub> y C<sub>19</sub> de *Trichoderma* sp.

La C<sub>17</sub> fue una de las cepas aisladas del suelo y la C<sub>19</sub>, de un bulbo enfermo, se tomó la decisión de multiplicar a estas dos, debido a que la C<sub>17</sub> es altamente prolífica y tiene una velocidad de crecimiento muy acelerada en PDA, y la C<sub>19</sub> presentó los mejores resultados en las pruebas de antagonismo, por lo que se decidió multiplicarlas he inocularlas al suelo y al bulbo respectivamente.

Para definir cual era la mejor forma de propagar masivamente a estas dos cepas, se ejecutó un ensayo en donde se probaron tres proporciones de cascarilla y arroz en fundas plásticas selladas, siendo estas proporciones de 2:1, 1:2 y solo arroz, estas combinaciones fueron probadas como sustratos para el crecimiento de cada cepa por separado y en combinación, se mezclaron las cepas para constatar si existía algún tipo antagonico entre las mismas.

Complementariamente también se multiplicaron en fundas y frascos con “kikuyu” (*Pennisetum clandestinum*), de igual forma se aplicaron las cepas por separado y en combinaciones. Por último, se evaluó el crecimiento en botellas de vidrio con 60 g de arroz, previamente tratado con una solución azucarada al 0.5 %.

La forma de sembrar el hongo en los sustratos ya expuestos, también fue motivo de investigación, se experimentó, sembrando *Trichoderma* directamente al sustrato, es decir, utilizando pedazos de PDA con micelio. Se experimentó también una suspensión de esporas en agua estéril y en un caldo preparado a base de almidón de papa y zumo de zanahoria.

#### 8. Identificación de especies de *Trichoderma* C<sub>17</sub> y C<sub>19</sub>

Teniendo en cuenta la importancia de poder reconocer las especies de *Trichoderma* que se iban a aplicar al suelo y bulbo, se procedió a diferenciar las especies de la cepa 17 y 19, siguiendo el protocolo de identificación de *Trichoderma* y *Gliocladium*, de Kubicek (1998).

#### 9. Prueba de antagonismo entre las cepas de *Trichoderma* C<sub>19</sub> (*T. pseudokoningii*) y C<sub>17</sub> (*T. harzianum*)

Tomando en cuenta lo ocurrido en la interacción entre las dos cepas al momento de la multiplicación, se propuso para verificar la existencia de antagonismo entre ellas. En cajas con PDA, se realizaron pruebas al sembrando las dos cepas una frente a la otra, comparando estos resultados con testigos de cada sepa, en crecimiento libre.

#### 10. Prueba de tolerancia de productos químicos foliares vs *Trichoderma* C<sub>17</sub> (*T. harzianum*, aplicado al follaje y suelo)

Tomando en consideración que la C<sub>17</sub> debía ser periódicamente aplicada al suelo y follaje a lo largo del ciclo de cultivo, se vio la necesidad de realizar este ensayo. Los químicos fueron disueltos utilizando las dosis que emplea la finca, para posteriormente sembrar la cepa y evaluar su comportamiento. Los químicos utilizados fueron: Mertect, Novak, Rovral, Scala, Fitoraz, Score, Shurigan, Match, Padan, Mesurol y Karate

11. Prueba de tolerancia de *Trichoderma* C<sub>19</sub> (*T. pseudokoningii*) vs los productos químicos utilizados para la II fase de desinfección del bulbo.

Para verificar la acción de los productos químicos de la segunda etapa de desinfección de los bulbos, se procedió conforme a lo descrito en numeral anterior, con la diferencia de que los químicos utilizados fueron: Vydate, Benlate, y Sportac

12. Pruebas de antagonismo entre *Rhizoctonia* sp. aislada de bulbo vs *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Trichoderma* C<sub>17</sub> (*T. harzianum*) y C<sub>19</sub> (*T. pseudokoningii*).

El medio de cultivo utilizado fue NYDA (propicia el desarrollo de hongos y bacterias), se procedió, primero a sembrar el patógeno, para luego de 24 horas, sembrar las bacterias o *Trichoderma* sp., esto con el fin de poder observar el antagonismo que se puede presentar entre hongo y bacteria o entre hongo y hongo, cabe recordar que las bacterias, también fueron aisladas de bulbos.

13. Conteo y calibración de las esporas de las cepas de *Trichoderma* C<sub>17</sub> (*T. harzianum*) y C<sub>19</sub> (*T. pseudokoningii*).

Para la calibración, se peso una muestra de 1 g (arroz con micelio) por cada lote de multiplicación de las cepas (botellas de vidrio con 60 g de arroz), en un vaso de precipitación y se aforó a 100 cm<sup>3</sup> de agua destilada, posteriormente se adicionó 1 gota de CARRIER (coadyubante), para facilitar el desprendimiento y una suspensión homogénea de las esporas mediante agitación.

## **2. SEGUNDA ETAPA**

### **a. Fase de experimentación.**

#### **1. Factores en estudio**

En la presente investigación se evaluó, dos tiempos de vaporización del suelo (20 y 40'), tiempo que fue contabilizado desde que el suelo alcanzó como mínimo los

70 °C, también tratamientos con microorganismos benéficos y complementariamente dos niveles de compost (2 y 4 sacos / parcela).

Los tratamientos de vaporización se enfrentaron con tres tratamiento de bromuración, el primero a la concentración normalmente utilizada por la finca (720 Kg/ha), el segundo, utilizando la concentración recomendada por la casa suministradora de BrMe (500 Kg/ha), pero esta vez utilizando la microbiología del compost, valga esta aclaración debido a que la finca luego de la aplicación de materia orgánica, bromura, destruyendo así a toda la microecología de la misma, por lo que se recomendó este tratamiento.

Por ultimo se contempló la posibilidad de aplicar un tratamiento sugiriendo bajando la concentración de BrMe a la mitad del tratamiento recomendado anteriormente (250 Kg/ha), esto con el fin de tener una visión mas certera de lo que puede pasar, de igual forma se utilizó los microorganismos del compost. Además de los tratamientos del suelo ya descritos, también se evaluó el efecto de la inoculación de microorganismos benéficos para la desinfección complementaria de los bulbos de la finca.

a) Desinfección del:	BrMe 720 kg/ha	(S0)
suelo	BrMe 500 kg/ha	(S1)
	BrMe 250 kg/ha	(S2)
	Vapor * 20 min.	(S3)
	Vapor * 40 min.	(S4)
b) Desinfección de:	química	(B0)
bulbos	química-biológica ( <i>T. pseudokoningii</i> )	(B1)
c) Niveles de compost:	1sacos de 45 kg / parcela	(C0)
aplicado al suelo	2 sacos de 45 kg / parcela	(C1)

- d) Aplicación foliar de: Sin aplicación (A0)  
*T. harzianum* Con la aplicación propuesta (A1)

## 2. Tratamientos

**CUADRO 10: Tratamientos aplicados en la Investigación.**

Tratamientos	Desinfección del Suelo	Desinfección de Bulbos	Niveles de Compost	Aplicación de <i>T. harzianum</i>
T1 S0B0C0A0 =	BrMe 720 kg/ha	química	1 sacos/cama	Sin.
T2 S0B0C0A1 =	BrMe 720 kg/ha	química	1 sacos/cama	Aplicado
T3 S0B0C1A0 =	BrMe 720 kg/ha	química	2 sacos/cama	Sin.
T4 S0B0C1A1 =	BrMe 720 kg/ha	química	2 sacos/cama	Aplicado
T5 S0B1C0A0 =	BrMe 720 kg/ha	química-biológica	1 sacos/cama	Sin.
T6 S0B1C0A1 =	BrMe 720 kg/ha	química-biológica	1 sacos/cama	Aplicado
T7 S0B1C1A0 =	BrMe 720 kg/ha	química-biológica	2 sacos/cama	Sin.
T8 S0B1C1A1 =	BrMe 720 kg/ha	química-biológica	2 sacos/cama	Aplicado
T9 S1B0C0A0 =	BrMe 500 kg/ha	química	1 sacos/cama	Sin.
T10 S1B0C0A1 =	BrMe 500 kg/ha	química	1 sacos/cama	Aplicado
T11 S1B0C1A0 =	BrMe 500 kg/ha	química	2 sacos/cama	Sin.
T12 S1B0C1A1 =	BrMe 500 kg/ha	química	2 sacos/cama	Aplicado
T13 S1B1C0A0 =	BrMe 500 kg/ha	química-biológica	1 sacos/cama	Sin.
T14 S1B1C0A1 =	BrMe 500 kg/ha	química-biológica	1 sacos/cama	Aplicado
T15 S1B1C1A0 =	BrMe 500 kg/ha	química-biológica	2 sacos/cama	Sin.
T16 S1B1C1A1 =	BrMe 500 kg/ha	química-biológica	2 sacos/cama	Aplicado
T17 S2B0C0A0 =	BrMe 250 kg/ha	química	1 sacos/cama	Sin.
T18 S2B0C0A1 =	BrMe 250 kg/ha	química	1 sacos/cama	Aplicado
T19 S2B0C1A0 =	BrMe 250 kg/ha	química	2 sacos/cama	Sin.
T20 S2B0C1A1 =	BrMe 250 kg/ha	química	2 sacos/cama	Aplicado
T21 S2B1C0A0 =	BrMe 250 kg/ha	química-biológica	1 sacos/cama	Sin.
T22 S2B1C0A1 =	BrMe 250 kg/ha	química-biológica	1 sacos/cama	Aplicado
T23 S2B1C1A0 =	BrMe 250 kg/ha	química-biológica	2 sacos/cama	Sin.
T24 S2B1C1A1 =	BrMe 250 kg/ha	química-biológica	2 sacos/cama	Aplicado
T25 S3B0C0A0 =	vapor * 20'	química	1 sacos/cama	Sin.
T26 S3B0C0A1 =	vapor * 20'	química	1 sacos/cama	Aplicado
T27 S3B0C1A0 =	vapor * 20'	química	2 sacos/cama	Sin.
T28 S3B0C1A1 =	vapor * 20'	química	2 sacos/cama	Aplicado
T29 S3B1C0A0 =	vapor * 20'	química-biológica	1 sacos/cama	Sin.
T30 S3B1C0A1 =	vapor * 20'	química-biológica	1 sacos/cama	Aplicado
T31 S3B1C1A0 =	vapor * 20'	química-biológica	2 sacos/cama	Sin.
T32 S3B1C1A1 =	vapor * 20'	química-biológica	2 sacos/cama	Aplicado
T33 S4B0C0A0 =	vapor * 40'	química	1 sacos/cama	Sin.
T34 S4B0C0A1 =	vapor * 40'	química	1 sacos/cama	Aplicado
T35 S4B0C1A0 =	vapor * 40'	química	2 sacos/cama	Sin.
T36 S4B0C1A1 =	vapor * 40'	química	2 sacos/cama	Aplicado
T37 S4B1C0A0 =	vapor * 40'	química-biológica	1 sacos/cama	Sin.
T38 S4B1C0A1 =	vapor * 40'	química-biológica	1 sacos/cama	Aplicado
T39 S4B1C1A0 =	vapor * 40'	química-biológica	2 sacos/cama	Sin.
T40 S4B1C1A1 =	vapor * 40'	química-biológica	2 sacos/cama	Aplicado

### 3. Procedimiento.

#### 3.1. Diseño experimental

##### 3.1.1 Tipo de diseño

El presente ensayo, se desarrollará con un diseño de Parcela Doblemente Dividida, de donde la parcela grande corresponde a los tiempos de vaporización, tratamiento con  $\frac{1}{2}$  BrMe y el testigos de bromuro; la sub. parcela, que corresponde a la desinfección de los bulbos; y la sub-sub. parcela que corresponde a la interacción compost-antagonista, ambos aplicados al suelo.

##### 3.1.2 Número de repeticiones.

El estudio contará con 3 repeticiones, para cada uno de los tratamientos expuestos.

#### 3.2. Características de las unidades experimentales.

##### 3.2.1 Número

Para tener a disposición todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones, es necesario tener 120 unidades experimentales.

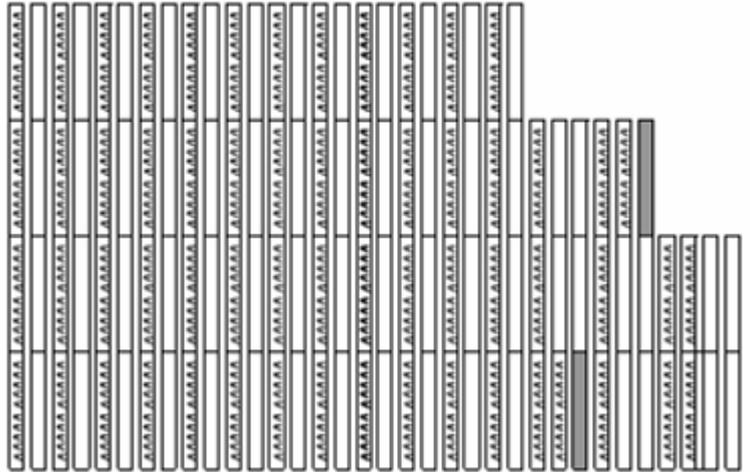
##### 3.2.2 Área del ensayo

Para el presente ensayo se necesitaran 30 camas, cada una de las cuales contendrá 4 unidades experimentales, las mismas que tendrán 7.5 m de largo y 1 de ancho, dando una superficie por cada unidad experimental de 7.5 m<sup>2</sup>.

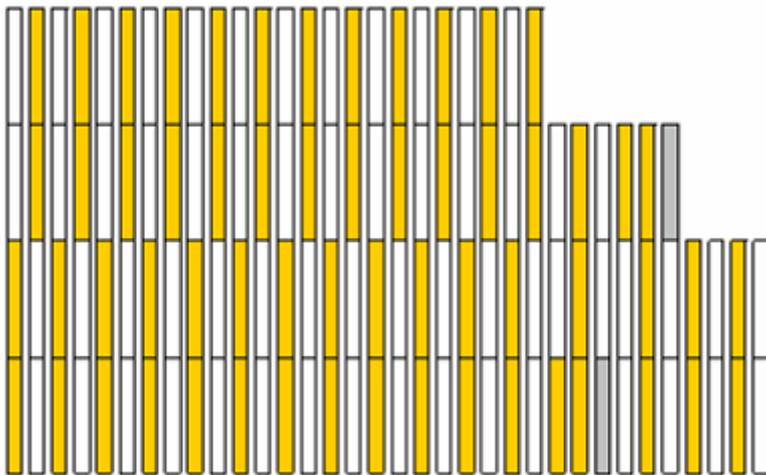


**\* Manejo de Bulbo:**

- Finca (B0)
- VV Finca + Microorganismos benéficos (B1)
- Parcelas que no se contabilizan



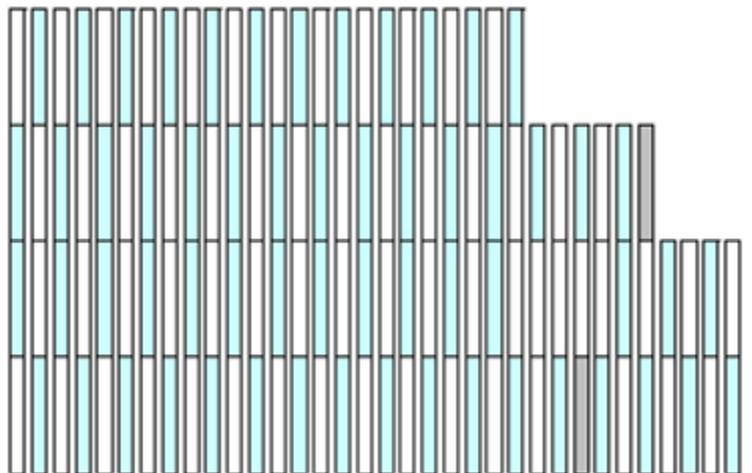
**\* Niveles de compost aplicado al suelo :**



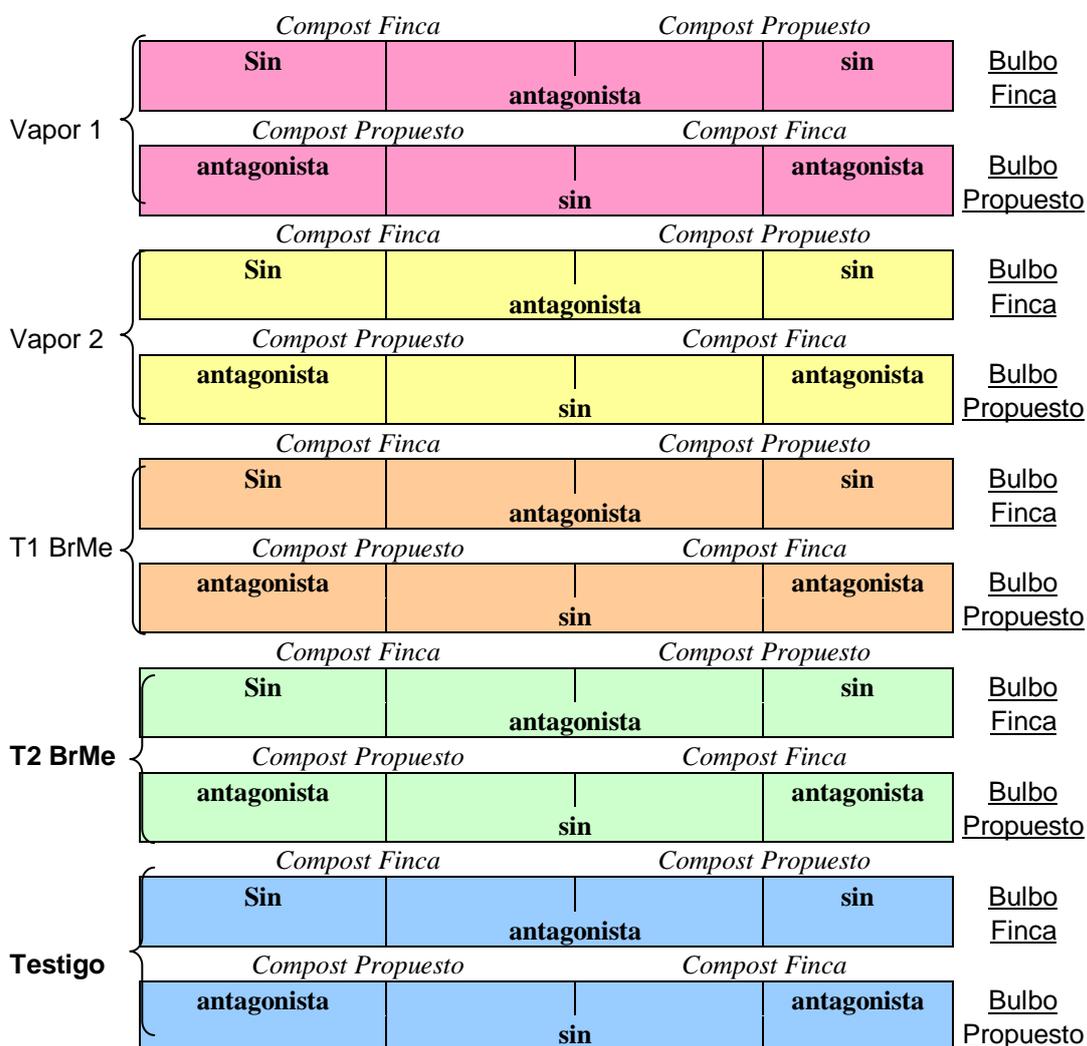
- 1 sacos de 45 kg / parcela (C0)
- 2 sacos de 45 kg / parcela (C1)
- Parcelas que no se contabilizan

**\* Inoculación de micro-organismos:**

- Finca (A0)
- Propuesto (A1)
- Parcelas que no se contabilizan



### ESQUEMA 5: Interacción de los Tratamientos



#### 3.2.4 Densidad de siembra

La densidad de siembra en este ensayo va de acuerdo a la utilizada por la finca. GYPSO S. A. utiliza una densidad 100 plantas de *Liatris* / m<sup>2</sup>, utilizando camas de 30 m de largo y 1 m de ancho, es decir 3000 plantas / cama.

## 3.3 Análisis Estadístico

## 3.3.1 Esquema del análisis de variancia

<b>F de V</b>	<b>gl.</b>
Total	119
Repeticiones	2
<i>Parcela Grande</i>	
Desinfección de Suelo (S)	4
Error	8
<i>Sub. Parcela</i>	
Manejo de Bulbos (B)	1
TxB	2
Error	6
<i>Sub-sub. Parcela</i>	(3)
Niveles de compost (C)	1
Inoculación de microorganismos (A)	1
C x A	1
<i>Sub-sub. Parcela x S</i>	(12)
C x S	4
A x S	4
C x A x S	4
<i>Sub-sub. Parcela x B</i>	(3)
C x B	1
A x B	1
C x A x B	1
<i>Sub-sub. Parcela x (S x B)</i>	(6)
C x S x B	2
A x S x B	2
C x A x S x B	2
Error	72

### 3.3.2 Coeficiente de variación.

Para obtener el coeficiente de variación en la presente investigación se utilizó la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{X} \times 100$$

Fórmula de donde CME, constituye el cuadrado medio del error y X es el promedio de todas las diferentes variables

### 3.3.3 Análisis funcional

Se utilizara DMS al 5% para bulbo, compost y antagonista; mientras que Duncan al 5% para la desinfecciones del suelo.

### 3.4 Análisis económico.

Se utilizará el análisis de presupuesto parcial según Perrin et. al. 1988 de beneficio – costo, para lo cual se tomarán todos los costos variables.

### 3.5 Datos a Tomar y Métodos de Evaluación

#### 3.5.1 Presencia de patógenos y *Trichoderma* sp en bulbos

Los bulbos extraídos en las semanas cinco y diez, fueron motivo de evaluación en el laboratorio, se tomaron tres bulbos por tratamiento y se los evaluó con respecto a la presencia de patógenos.

### 3.5.2 Análisis microbiológicos y físico-químico de compost y suelos

#### 3.5.2.1 Análisis Inicial de Suelos y Compost:

Para este análisis, se tomaron muestras indistintas de suelo así como también de compost, al laboratorio de suelos se envió 1 Kg de compost y 1 de suelo. La recolección de la muestra de suelo se la realizó en una forma al azar, cubriendo la totalidad de la superficie del lote de investigación.

Se tomaron en cuenta las áreas que iban a ser tratadas, para recoger las muestras que fueron destinadas al laboratorio de fitopatología, obteniendo muestras de 300 gramos por cada área de tratamiento (40 muestras).

#### 3.5.2.2 Análisis Intermedio de Suelos:

Para este nuevo análisis, se tomaron en cuenta los tratamientos de desinfección ya aplicados, por lo que se tomaron 5 muestras (una por cada tratamiento de desinfección de suelos), para enviarlas al laboratorio de suelos, mientras que para el análisis microbiológico, se tomaron pequeñas muestras de 300 g cada una, procedente de cada tratamiento (40 muestras). Cabe recalcar, que el muestreo se realizó, después de haber sido desinfectado el suelo y sin la aplicación de los microorganismos ni el compost.

#### 3.5.2.3 Análisis Final, de Suelos:

Este fue el último análisis realizado, en el cual la metodología seguida para la recolección de muestras destinadas al laboratorio de fitopatología, fue el mismo que en el análisis intermedio ya presentado. El análisis físico-químico, cambio un poco al anterior, esta vez, se tomaron muestras de 1 Kg por cada tratamiento ejecutado sobre el suelo, obteniendo así 40 Kg, cada uno de los cuales procede de los tratamientos aplicados.

### 3.5.3 Datos a tomar para las evaluaciones en campo:

#### 3.5.3.1. Tiempo a la brotación de los bulbos:

La evaluación se realizó en la primera y segunda semana; realizando una relación entre las plantas que emergieron en éste lapso de tiempo, esto con el fin de saber que tratamiento de bulbo conjuntamente con el de suelo, acorta, retrasa o mantiene el tiempo de brotación.

#### 3.5.3.2. Presencia de Maleza en el cultivo:

Se realizaron dos evaluaciones, una al final de la tercera semana y otra al final de la cuarta semana, tomando el porcentaje de presencia de malezas en un metro cuadrado de cada unidad experimental.

#### 3.5.3.3. Porcentaje de plantas con hojas secas, retardadas en crecimiento y/o enfermas:

Visualmente se procedió a distinguir plantas que acusen estos síntomas, para lo cual se delimitó 1 m<sup>2</sup> en cada unidad experimental, estableciendo una relación entre las de anormal crecimiento, enferma o muerta y el total de plantas en el m<sup>2</sup>

Las plantas que presentaron síntomas secundarios, posiblemente debido a infecciones radiculares, tales como marchites, lesiones en el tercio inferior de la planta, crecimiento retardado o muerte, fueron motivo de estudio en laboratorio, para lo cual se extrajo muestras representativas. Estos datos fueron evaluados en la quinta y décimo cuarta semana.

Una importante evaluación, fue el porcentaje de ápices de hojas secas, lo que se constituye en un problema en el área de poscosecha, debido a que estas puntas deben ser retiradas antes de ser procesadas, esta operación se llevo a cabo en la semana catorce.

#### 3.5.3.4. Numero, tamaño y % en peso fresco de raíces:

Esta variable se tomó, con el fin de valorar la incidencia de los tratamientos en el desarrollo radicular en el campo. Se procedió a contar y clasificar las raíces por su diámetro en la quinta semana en: grandes (0.92 -1.23 mm), medianas (0.61-0.92 mm), pequeñas (0.3-0.61 mm) y muy pequeñas (<0.3 mm).

Para el % en peso fresco de raíz, se muestreo raíces a la décima semana de cultivo, procediendo a pesar los bulbos y las raíces en una balanza electrónica obteniendo de este modo, el porcentaje equivalente de raíces de cada bulbo.

#### 3.5.3.5. Altura de planta:

Esta actividad se llevó a cabo de la séptima a la décima semana, evaluando cada quince días. Se tomaron 15 plantas por cada tratamiento, identificándolas con la ayuda de una etiqueta para diferenciarlas a fin de seguir evaluándolas.

#### 3.5.3.6. Diámetro de Tallo:

Esta actividad se llevó a cabo en las mismas plantas marcadas para altura, de la séptima a la décima semanas de cultivo; el calibre del tallo fue medido a 15 cm. de altura del suelo.

#### 3.5.3.7. Producción Bruta:

Esta evaluación se realizó en la décima tercera semana (semana previa a la cosecha), en la que se procedió a verificar la cantidad de tallos en cada unidad experimental, considerando la totalidad de los mismos, sin diferenciar tallos que no iban a ser cosechados (escobillas, cabezones y tallos de mala calidad).

Para esta operación se establecieron 2 m<sup>2</sup> dentro de en cada unidad, verificando así, los tallos existentes. Toda esta operación se la realizó con el fin de establecer las diferencias en cuanto a la producción bruta, entre las plantas sometidas a los diferentes tratamientos de bulbos y de suelos.

### 3.5.3.8. Tallos exportables y pérdidas:

En el cultivo de *Liatris spicata*, la selección de los tallos exportables, se la realiza en campo, debido a que se cosechan y procesan únicamente las flores que cumplen con los parámetros de calidad establecidos para su exportación.

Debido a esto, los tallos exportables fueron evaluados a partir de la semana catorce y termino en la dieciséis, para facilitar esta extenuante labor, se aprovecharon los 2 m<sup>2</sup>, que previamente fueron establecidos en cada unidad experimental para medir la variable de producción, realizando así el conteo de tallos cortados que vienen a constituirse en los tallos exportados.

### 3.5.3.9. Pérdidas por plantas “escobillas” y “cabezones”:

Normalmente un alto porcentaje de las pérdidas se debe a la aparición de plantas de estos tipos, plantas que no producen flor (escobilla) y en el otro caso la producen pero no tiene una calidad de exportación, ya que proliferan brotes en la zona media de la inflorescencia (cabezón).

Con el objeto de percibir si los tratamientos ya descritos, favorecen, retrasan o impiden la formación de estas plantas, se efectuó esta evaluación. Cabe anotar que “cabezones” y “escobillas”, son eliminados al final de los ciclos de cultivo, sin aprovechar a estos cormos, lo que significan pérdidas para los productores.

### **FOTO 16: Problemas de Planta, “planta cabezón” y “planta escobilla”**



Planta “Cabezón”



Planta “Escobilla”



Planta Normal

### 3.6 Métodos Específicos de Manejo del Experimento.

Para la realización de esta investigación son necesarias varias actividades, las mismas que serán detalladas a continuación:

#### 3.6.1. Preparación del suelo

Como primer paso, se llevó a cabo la preparación del suelo, realizando algunas operaciones con el fin de dejar suelto y en condiciones al terreno para posteriormente aplicar los tratamientos, estas practicas se realizaron de la siguiente manera:

- Remoción de bulbos del ciclo ya cosechado.
- Dos pases de arado.
- Riego hasta llegar a capacidad de campo.
- Desinfección del suelo.
- Aplicación del compost
- Pase de rastra.
- Formación de camas y parado de pambiles.
- Colocación de goteros.
- Instalación de la primera malla de tutores
- Siembra.



Formación de Camas



Colocación de Mallas



Siembra

#### 3.6.2. Preparación del bulbo.

##### 3.6.2.1. Desinfección de la Finca

La desinfección de los bulbos, se efectuó de acuerdo a las normas de la finca que se describen a continuación:

- Luego de la cosecha anterior se recolectaron los bulbos del campo, se los lavó y limpió de raíces (con tijeras).
- Se desinfectó en 150 l de agua con 500 g de Vitavax, y 150 cm<sup>3</sup> de Furadan., dejándolos secar y airear por 4 días.
- Se pesaron 18 Kg de bulbos/gaveta.

- Se codificaron las gavetas y se introdujeron en cuarto frío por 9 semanas
- Se sacó del cuarto frío, se secaron por 1 día y se desgajaron (separación de bulbos).
- Los bulbos fueron sometidos a termoterapia, en dos tanques, el primero con agua caliente a 45 °C, durante 20 min con Fytoras o Benlate. En el segundo tanque se los introdujo en agua fría, durante 10 a 15 min.
- Se dejó airear y secar por 4 días más.
- Se clasificaron con diferentes tamices, ordenándolos por sus tamaños y se pesaron 22 Kg / gaveta.
- Posteriormente ya clasificados, volvieron al cuarto frío, por 1 semana más.
- Se saca del cuarto frío y se las clasifica, debido a que existen bulbos atacados con *Penicillium* sp. que degenera al bulbo.
- Se los sacó y en 150 l, se mezcló 300 g de Vidate, 150 cc de Sporta, y AG, previamente disolviendo 67 g en 200 cc de alcohol (400 ppm).
- El bulbo esta entonces listo para la siembra.



Desinfección



Termoterapia



Aireación

### 3.6.2.2. Desinfección con *Trichoderma* sp.

Complementariamente a las labores de desinfección de bulbo descritas por la finca, exceptuando la ultima etapa de desinfección (aplicación de Vidate y Sporta), fueron inoculados microorganismos benéficos.

La cepa de *Trichoderma* sp. aplicada para el biocontrol, es la C<sub>19</sub>, cepa, que en laboratorio, fue aislada de un bulbo enfermo y mediante pruebas de antagonismo con patogenos aislados de bulbo, se ha distinguido por el biocontrol que presenta, por esta razón, se tomó la decisión de propagarla en gran cantidad, para incorporarla al bulbo antes de la siembra.

Luego de clasificar y eliminar los bulbos atacados con *Penicillium* sp. se aplicó *Trichoderma* sp. al bulbo, labor que se detalla a continuación:

- Se tomaron dos botellas con 60 g de arroz inoculado con *Trichoderma pseudokoningii*.
- En 200 cc de agua, se colocaron 15 gotas de CARRIER (coadyuvante de productos químicos, compuesto de una mezcla de ácidos carboxílicos y glicéridos no saturados), el mismo que provoca que las esporas se liberen fácilmente del arroz y mejora la distribución de esporas en el agua.
- Este preparado se divide en ambas botellas y se agita fuertemente.
- En 50 litros de agua, se aplica este preparado y se adiciona el AG (400 ppm).
- Se colocan los bulbos a desinfectar, durante 1 hora.



CARRIER  
Con cepa de  
*Trichoderma* sp.

### 3.6.3 Desinfección del Suelo.

#### 3.6.3.1. Bromuración

La dosificación de los tres tratamientos de bromuración se llevó a cabo con la ayuda de una balanza, permitiendo así conocer la cantidad equivalente a cada cama a ser tratada. El suelo a ser desinfectado fué cubierto con plástico para asegurar la desinfección y distribución uniforme; el suelo a ser bromurado, debe estar en capacidad de campo para lo cual se debe regar un día antes.

Los pasos realizados para la bromuración, se ponen a consideración a continuación:

- Colocar las líneas de goteo sobre el lote a bromurar.
- Ubicar a lo largo del lote a desinfectar, el muñeco de bromuración (tubería plástica flexible de 2 pulg, que posee acoples herméticos que se conectarán a las líneas de goteo por donde saldrá el gas).
- Cubrir con plástico el lote
- Llenar con agua y calentar con una hornilla industrial al dosificador de BrMe (barril que en su interior tiene un serpentín de cobre, el cual al calentarse permite el cambio de estado del bromuro, de líquido a gas). El dosificador tiene dos

salidas, una ira conectada al muñeco de bromuración y la otra al tanque de BrMe (125 Kg).

- Realizar las conexiones al dosificador.
- Apagar la hornilla del dosificador, cuando el agua de su interior llegue a 80 °C.
- Abrir el paso del tanque de bromuro y vigilar la presión, que no debe exceder de los 30 psi.

#### **CUADRO 11: Dosis de BrMe Aplicadas**

<b>Tratamiento BrMe</b>	<b>Kg/ ha</b>	<b>Dosis a aplicar</b>	<b>Dosis TOTAL</b>
<b>Testigo</b>	720	6,2 kg/rep	18,6 kg
<b>Trat 1.</b>	500	4,4 kg/rep	13,2 kg
<b>Trat 2</b>	250	2,2 kg/rep	6,6 kg

El suelo se dejó tapado de 48 - 72 horas, para posteriormente ser destapado y ventilado durante 24 horas. La aplicación de BrMe debe hacerse con extremo cuidado ya que es un producto altamente tóxico y letal.

#### 3.6.3.2. Vaporización

Se empleó la tecnología de pasteurización de suelos, utilizando para ello una caldera a diesel, que generará un flujo de vapor, que mediante un sistema de tuberías, permite la desinfección del suelo a una temperatura que oscila entre 70 y 90 °C, manteniendo estas temperaturas por 20 y 40 minutos (tiempo contabilizado desde que el punto mas frío del suelo que se este desinfectando, alcance los 70 °C). Cabe recalcar que para realizar la vaporización, el suelo debe estar en capacidad de campo.

Los pasos realizados para la desinfección con vapor, son los siguientes:

- Abastecer con un flujo continuo de agua al equipo
- Mediante las bombas de agua inyectar el agua al interior del caldero, hasta que el nivel del agua, alcance 1 pulg y mantenerlo en este nivel durante toda la desinfección.

- Prender el quemador (ver capítulo, vaporizador)
- Esperar a que la presión alcance los 70 psi.
- Enterrar la tubería.
- Cubrir con plástico.
- Abrir las válvulas de insuflación de vapor.
- Constantemente, revisar la presión, los niveles de agua, y combustible.

Cabe señalar, que conforme se va insuflando vapor, el plástico se va inflando, por esta razón, al cubrir el lote se debe asegurar muy bien el plástico para evitar que este se levante.

#### **FOTO 17: Vaporización**



### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **A. PRIMERA ETAPA**

1. Patología de bulbos de *Liatris spicata*
  - a. Patología/Etapa de desinfección de bulbo.

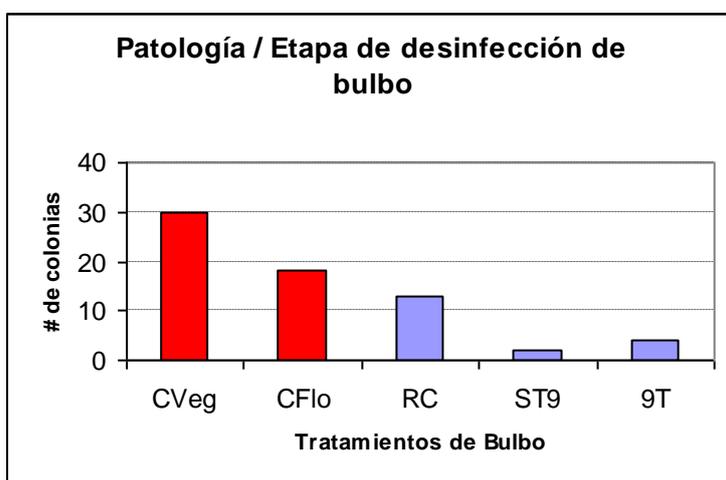
La fase que presentó mayor evidencia de patógenos, fue la de campo (fase vegetativa), en la que se encontró 27 colonias de *Fusarium* spp.; la presencia de *Fusarium* spp., fue generalizada, para las fases de campo y para los bulbos recién cosechados.

Cabe anotar, que para este análisis, se tomaron bulbos de aparente sanidad, sin que acusen problemas tales como pudriciones. Los tratamientos con termoterapia y de horas frío determinaron menor incidencia de patógenos, encontrándose apenas para la

fase ST9 (9 semanas frío sin termoterapia), una sola colonia de *Verticillium* sp. y para la fase de 9T (9 semanas frío mas termoterapia), el número de colonias de *Fusarium* sp. fue a penas de una, y un dato curioso se presentó al poder identificar una colonia de *Trichoderma* sp., después de la termoterapia. Todo esto se puede apreciar en el cuadro 12.

**CUADRO 12: Patología de bulbos/Etapa de desinfección de bulbo.**

Fase de Bulbo	Sigla	# Colonias	Ver	Acre	Cla	Cur	Fus	Pen	Tri	Rhi	Zigo
Campo - Vegetativo	CVeg	30	0	1	1	1	27	0	0	0	0
Campo - Floración	CFlo	18	1	4	4	0	5	0	0	4	0
Recien cosechado	RC	13	0	4	2	0	3	4	0	0	0
9 sem - termoterapia	ST9	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
9 sem + termoterapia	9T	4	0	0	0	0	1	0	1	0	2



Sigla	Patógeno
Ver	<i>Verticillium</i> sp.
Fus	<i>Fusarium</i> sp.
Rhi	<i>Rhizoctonia</i> sp.
<b>Saprófito</b>	
Acre	<i>Acremonium</i> sp.
Cla	<i>Cladosporium</i> sp.
Cur	<i>Curbilaria</i> sp.
Pen	<i>Penicillium</i> sp.
Zigo	Hongos Inferiores
<b>Biocontrolador</b>	
Tri	<i>Trichoderma</i> sp.

b. Patología/Semana de Cultivo.

En base a los datos obtenidos en el análisis anterior, se enfocaron los esfuerzos de investigación, en la fase de campo, realizando este estudio, fitopatológico de bulbos cada semana de cultivo, obteniendo datos de suma importancia (ver cuadro13).

Se encontró que en la fase vegetativa, no existe mayor problema con patógenos en el bulbo, esto debido seguramente a la residualidad de los productos químicos presentes aun en el bulbo, la condición cambia abruptamente, a partir de la semana 7, que coincide con el desbrote de hijuelos, es probable que la planta al ser deshijada, sufra

un stress, el cual provoque una baja en sus defensas, permitiendo que *Fusarium* sp. colonice el tejido.

De la semana 7 a la 9, la condición en cuanto a infestación de patógenos va en aumento, observándose en la semana 9, la aparición de *Rhizoctonia* sp. en gran medida; en la semana 10, existe una mayor incidencia de *Fusarium* sp., la semana de cultivo mencionada, coincide con el cambio de estadio de la planta, pasa de la fase vegetativa a la fase de floración, por lo que se deduce que existe una mayor predisposición de las plantas para soportar la infección.

En las semanas siguientes, la aparición de *Fusarium* sp. fue baja, pero se acentuó principalmente en las semanas de cosecha (semanas 14, 15 y 16), cabe mencionar que al igual que el análisis anterior, los bulbos sometidos a evaluación, tuvieron aparente sanidad, sin que acusaran síntomas secundarios de enfermedad.

**CUADRO 13: Patología/Semana de Cultivo.**

Semana de Cultivo	Incidencia	Patógeno	Saprofito
0	NADA		
1	NADA		
2	NADA		
3	NADA		
4	NADA		
5	12,5%	<i>Fusarium</i> sp.	
6	NADA		
7	45%	<i>Fusarium</i> sp.	
8	25%	<i>Fusarium</i> sp.	
9	37,5%	<i>Rhizoctonia</i> sp.	
	25%	<i>Alternaria</i> sp.	
	12,5%	<i>Fusarium</i> sp.	
10	37,5%	<i>Fusarium</i> sp.	
11	12,50%	<i>Fusarium</i> sp.	
12	NADA		
13	NADA		
14	NADA		
15	12,5%	<i>Fusarium</i> sp.	
	12,5%		<i>Acremonium</i> sp.
16	12,50%	<i>Fusarium</i> sp.	

## c. Patología General de Bulbos de Aparente Sanidad y Enfermos.

Para confirmar los datos obtenidos, se realizaron nuevos trabajos sobre la patología de bulbos, por tal razón se efectuaron análisis de bulbos de aparente sanidad y a diferencia de las otras investigaciones, también se tomaron bulbos que presentaban síntomas de enfermedad, los datos recolectados fueron los siguientes.

Se pudo confirmar, que los bulbos de *Liatris spicata* son tolerantes a la colonización de *Fusarium* spp., debido a que plantas que llegaron a ser cosechadas, acusan esta infección en su bulbo; mediante esta evaluación un tanto general, se pudo constatar, que la relación *Fusarium* sp / *Verticillium* sp., fue la causa fundamental, del deterioro del bulbo, volviéndolo infértil, destruyéndolo y facilitando pudriciones bacterianas, el ataque de ácaros, y la presencia de nematodos saprófagos (ver cuadro 14).

**CUADRO 14: Patología General de Bulbos de Aparente Sanidad y Enfermos**

<b>Bulbo Enfermo</b>	<b>Observación</b>
Enfermo 1	I <i>Fusarium</i> sp. / <i>Verticillium</i> sp. II Micelio Cenocítico III <i>Fusarium</i> sp. ++ IV <i>Fusarium</i> sp. / <i>Pythium</i> sp. / <i>Verticillium</i> sp. *** <i>Pythium</i> sp. puede existir en material de propagación.
Enfermo 2	I <i>Fusarium</i> sp. ++ II <i>Rhizoctonia</i> sp. / <i>Verticillium</i> sp. III <i>Fusarium</i> sp. / <i>Verticillium</i> sp. ++ IV <i>Acremonium</i> sp.
<b>Bulbo Aparentemente Sano</b>	<b>Observación</b>
Sano 1	I <i>Alternaria</i> sp. II <i>Rhizoctonia</i> sp. +/- III <i>Acremonium</i> sp. / <i>Rhizoctonia</i> sp. / <i>Mucor</i> sp. IV <i>Mucor</i> sp.
Sano 2	I <i>Fusarium</i> sp. ++ II <i>Fusarium</i> sp. ++ III <i>Fusarium</i> sp. ++ IV <i>Fusarium</i> sp. ++

## d. Patología Detallada de Bulbos de Aparente Sanidad y Enfermos.

Siguiendo la metodología descrita, se procedió a evaluar cinco bulbos de apariencia sana y cinco, que presentaban síntomas de enfermedad, se realizó un análisis patológico externo de los bulbos con la finalidad de observar signos de hongos y caracterizarlos, luego se efectuó un análisis interno siguiendo el método propuesto por Falconí (1998), empleando el medio de cultivo Maíz Agar.

## 1. Bulbos de Aparente Sanidad

Se tomó al primer grupo de bulbos, evaluándolos con la ayuda de una escala arbitraria (1 al 5, donde 5 es el mayor grado de infección y 1 es ausencia de infección), los datos recolectados se ponen a consideración en el cuadro 15.

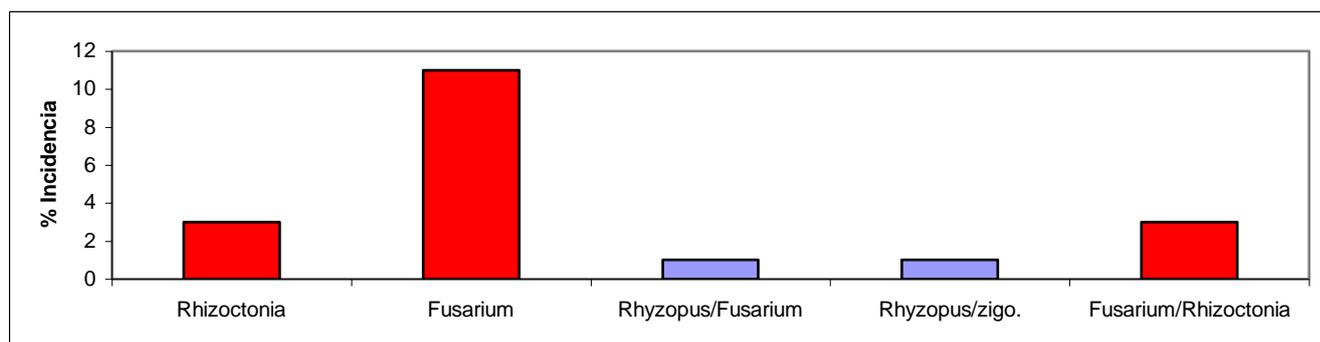
**CUADRO 15: Estudio Externo de Bulbos de Aparente Sanidad**

Bulbos Aparentemente Sanos	Escala de medición					Observaciones <i>donde 5 es el mayor grado de infección y 1 es ausencia de infección.</i>
	1	2	3	4	5	
<b>BS1</b>	X					*Raíces secas aproximadamente 1 % *Raíces rojas muertas por VITAVAX, *Existe presencia de micelio * <i>Cladosporium</i> sp.+ * <i>Acremonium</i> sp.+
<b>BS2</b>		X				*2 % Raíces secas *Presencia de micelio: * <i>Rhizoctonia</i> sp. ++ * <i>Cladosporium</i> sp. ++ * <i>Stigmina</i> sp.
<b>BS3</b>		X				*Presencia de micelio: * Trazas de <i>Rhizoctonia</i> sp. +/- * <i>Cladosporium</i> sp.+
<b>BS4</b>				X		*Raíces muertas + del 5 % * Presencia de micelio: * <i>Alternaria</i> sp. * <i>Rhizoctonia</i> sp. +++ * <i>Cladosporium</i> sp. ++ * <i>Stigmina</i> sp.
<b>BS5</b>		X				* Presencia de micelio: * <i>Acremonium</i> sp. +++ * <i>Cladosporium</i> sp. + * Trazas de <i>Fusarium</i> sp.

En los cinco bulbos evaluados, se observó micelio y estructuras reproductivas en la superficie del bulbo, que fueron identificados y correspondían a los hongos *Acremonium* sp., *Stigmina* sp., *Cladosporium* sp., pero se observaron en BS2 y BS4 (bulbo sano 2 y 4), una notable presencia de raíces muertas ( 2 y 5 % respectivamente) Es probable que el porcentaje de raíces muertas se deba a la infestación masiva de *Rhizoctonia* sp. sobre la superficie de las mismas (BS2) y la que probablemente aumenta con una asociación con *Alternaria* sp. (BS4).

Externamente, no fue evidente la presencia de *Fusarium* sp., salvo BS5 (bulbo sano 5), sobre el cual se observó trazas de este hongo, muy frecuente en los bulbos de *Liatris spicata*. En los cinco bulbos evaluados, así como en toda la investigación realizada sobre patología de bulbos, se encontró poblaciones muy altas de *Cladosporium* sp., lo que sugiere que su alta capacidad de colonización, cabalmente habrá la posibilidad de su patogenicidad, pero con el transcurso de la investigación, la duda se esclareció, al encontrar similar incidencia tanto en bulbos sanos como en enfermos.

Una vez realizada la observación externa, se realizó el estudio interno, para lo cual se sembraron pedazos de bulbo en cajas petri con medio de cultivo, obteniendo los siguientes datos, que se los presenta en el grafico 2.



**GRAFICO 2: Estudio Interno de Bulbos de Aparente Sanidad**

En esta evaluación, se estableció un 11 % de incidencia de *Fusarium* sp., (% mas alto) en los bulbos de aparente sanidad, este dato confirma, las conclusiones

sacadas a través del estudio de patología de bulbos de *Liatris spicata*, sobre la amplia presencia de este hongo en el bulbo.

*Rhizoctonia* sp. presentó una incidencia del 3 % y en mismo porcentaje la relación *Fusarium* sp./*Rhizoctonia* sp., La relaciones *Rhizopus* sp. / *Fusarium* sp. y *Rhizopus* sp. / Hongo Zigomicotina, estuvo al rededor del 1 %.

*Fusarium* sp., se desarrolla muy bien en el interior de los bulbos de *Liatris spicata*, siendo esporádico, la aparición de micelio sobre la superficie externa del bulbo; extrapolando la información del estudio externo e interno en cuanto a presencia de *Rhizoctonia* sp., se puede decir, que un signo de su aparición, es el incremento de su población, agravándose, cuando se asocia con otros hongos como *Alternaria* sp. o *Fusarium* sp.

## 2. Bulbos Enfermos

Se tomó el segundo grupo de bulbos, el proceso de evaluación fue similar al utilizado para bulbos de aparente sanidad empleándose, la misma escala de medición, los datos recolectados fueron los presentados en el cuadro 16.

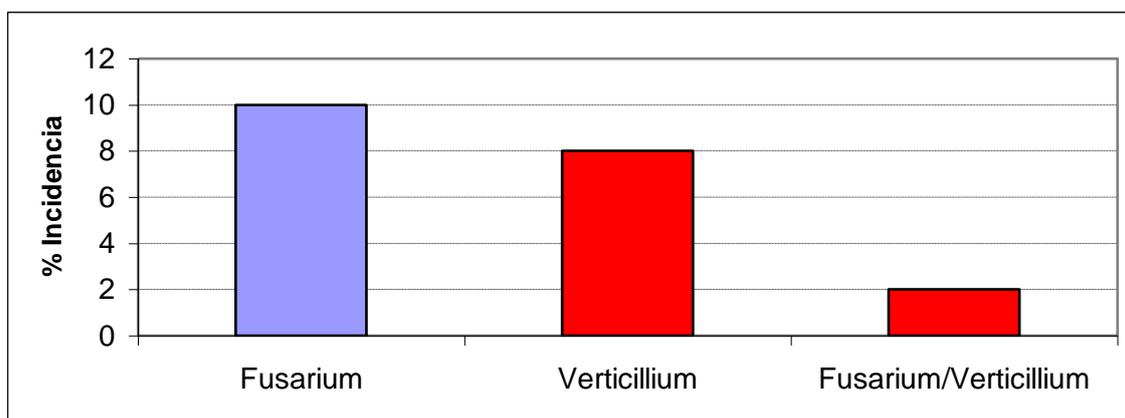
**CUADRO 16: Estudio Externo de Bulbos Enfermos.**

Bulbos Enfermos	Escala de medición					Observaciones <i>donde 5 es el mayor grado de infección y 1 es lo contrario.</i>
	1	2	3	4	5	
BE1					X	*Mucha destrucción *Ausencia de Raíces *Existe presencia de micelio * <i>Rhizoctonia</i> sp. +++ * <i>Cladosporium</i> sp. ++ *Presencia de Ácaros y Nematodos Sapro.
BE2				X		*Presencia de micelio: * <i>Fusarium</i> sp. ++
BE3				X		*Presencia de micelio: * <i>Cladosporium</i> sp. +
BE4			X			*Presencia de micelio: * <i>Cladosporium</i> sp. +
BE5			X			* Presencia de micelio: * <i>Alternaria</i> sp. * <i>Cladosporium</i> sp. + * <i>Rhizoctonia</i> sp. * Probable <i>Botrytis</i> sp.

Al igual que en los bulbos de aparente sanidad, se encontró micelio correspondiente de una forma general a saprofitos de los mismos géneros encontrados anteriormente. Particular interés, suscitó BE1 (bulbo enfermo 1), debido a su necrosis muy marcada, por lo que fue calificado con grado 5 de la escala de medición (bulbo en proceso de putrefacción, atacado por ácaros y nematodos saprofitos), al realizar el estudio al microscopio, se constató una severa infección de *Rhizoctonia* sp.

BE5 (bulbo enfermo 5), presentó la presencia de *Rhizoctonia* sp. y *Alternaria* sp., esta vez la calificación fue de 3, ya que los daños al bulbo, no fueron muy evidentes como en el BS4, descrito anteriormente, es probable que no haya existido un impacto tan severo, debido algún tipo de antagonismo con un hongo que probablemente es *Botrytis* sp., quien pudo mitigar su infección. En BE2 (bulbo enfermo 2), se encontró *Fusarium* sp., un poco mas desarrollado que en la superficie de BS5, anteriormente analizado.

Continuando con la metodología ya descrita, los bulbos después de haber sido evaluados externamente, fueron analizados internamente, para lo cual se sembraron pedazos de estos en medio de cultivo y evaluó al cabo de siete días. Los datos obtenidos fueron los presentados en el grafico 10.



**GRAFICO 3: Estudio Interno de Bulbos Enfermos**

Una vez mas se confirma la amplia presencia de *Fusarium* sp. en los bulbos de *Liatris spicata*, obteniendo un porcentaje de incidencia de 10 %, en todos los bulbos enfermos. Es importante mencionar que a través de todos los estudios realizados sobre

patología de bulbos, se ha podido registrar que la presencia de *Fusarium* sp. en el bulbo, no afecta el crecimiento normal de la planta, pudiendo incluso llegar a la cosecha un bulbo infectado, obteniendo tallos de calidad de exportación, lo que con toda seguridad se debe a una gran capacidad de tolerancia de estas especies.

Un porcentaje de incidencia muy cercano a *Fusarium* sp. presentó la infección de *Verticillium* sp., correspondiéndole el 8 % de la totalidad de bulbos enfermos; externamente, no se registró micelio de *Verticillium* sp., pero internamente fue alta su presencia, por lo que se puede asegurar que a diferencia del micelio de *Fusarium* sp, que aparece esporádicamente en la superficie del bulbo, *Verticillium* sp. únicamente se desarrolla en el interior.

Particular interés, tiene la relación *Fusarium* sp. / *Verticillium* sp., si bien de una forma general comprende solo el 2 % de incidencia en la totalidad de bulbos enfermos evaluados, es muy importante recordar lo ocurrido en el estudio general de bulbos enfermos con BE1 (bulbo enfermo 1), bulbo que presentaba un procesos de putrefacción, atacado por ácaros y nematodos saprofitos, se trató por separado a este bulbo en el cual se encontró esta relación; para el BE2 y 3 (bulbos enfermos 2 y 3), bulbos calificados con 4, se observó altas poblaciones de *Verticillium* sp. pero esta vez no asociado con *Fusarium* sp.

Estos trascendentales datos recolectados, permiten concluir, que la presencia de *Verticillium* sp. en el bulbo de *Liatris spicata*, provoca una paulatina degeneración consecuentemente, aminora la viabilidad de la planta, mientras que la relación *Fusarium* sp. / *Verticillium* sp., es el causante de la degeneración total y muerte del bulbo.

## 2. Estudio Preliminar Desarrollado en Laboratorio

### a. Análisis microbiológico general de la finca

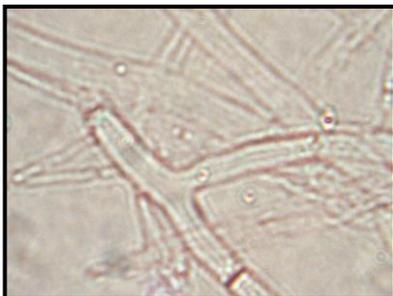
Los hongos encontrados en compost, bulbos y suelos, se ponen a consideración, en el Cuadro 17, en donde se detallan los hongos patógenos, saprofitos y biocontroladores.

**CUADRO 17: Hongos Encontrados en el Análisis Microbiológico General de la Finca**

	<b>Patógeno</b>	<b>Saprofita</b>	<b>Bio-controlador</b>
<b>Compost</b>		<i>Aspergillus</i> sp.	
<b>Bulbo</b>	<i>Rhizoctonia</i> sp.	<i>Acremonium</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp.
	<i>Verticillium</i> sp.	<i>Curvularia</i> sp.	
	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	
	<i>Alternaria</i> sp.		
	<i>Pythium</i> sp.		
<b>Suelo</b>	<i>Rhizoctonia</i> sp.	<i>Acremonium</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp.
	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Metarrizium</i> sp.
	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Gliocladium</i> sp.	
	<i>Rhizopus</i> sp.	<i>Graphium</i> sp.	
		<i>Ostracoderma</i> sp.	

**FOTO 18: Algunos Patógenos Encontrados**

*Rhizoctonia* sp.



**División:** Eumycota  
**Subdivisión:** Deuteromycotina  
**Clase:** Hyphomycetes  
**Orden:** Moniliales  
**Familia:** Agonomycetaceae  
**Genero:** *Rhizoctonia* sp.

*Verticillium* sp.



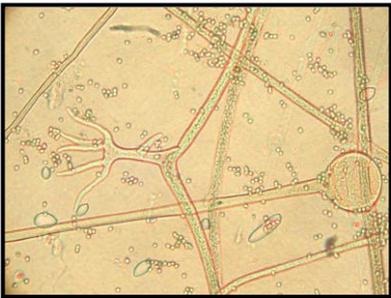
**División:** Eumycota  
**Subdivisión:** Deuteromycotina  
**Clase:** Hyphomycetes  
**Orden:** Moniliales  
**Familia:** Moniliaceae  
**Genero:** *Verticillium* sp.

*Fusarium* sp.

**División:** Eumycota  
**Subdivisión:** Deuteromycotina  
**Clase:** Hyphomycetes  
**Orden:** Moniliales  
**Familia:** Tuberculariaceae  
**Genero:** *Fusarium* sp.

*Alternaria* sp.

**División:** Eumycota  
**Subdivisión:** Deuteromycotina  
**Clase:** Hyphomycetes  
**Orden:** Moniliales  
**Familia:** Dematiaceae  
**Genero:** *Alternaria* sp.

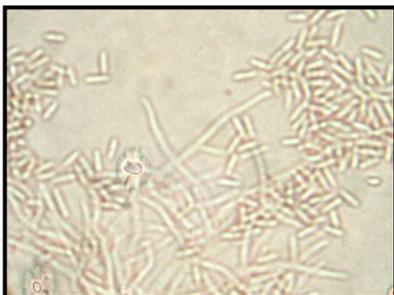
*Pythium* sp.

**División:** Eumycota  
**Subdivisión:** Phycomycotina  
**Clase:** Oomycetes  
**Orden:** Peronosporales  
**Familia:** Pythaceae  
**Genero:** *Pythium* sp.

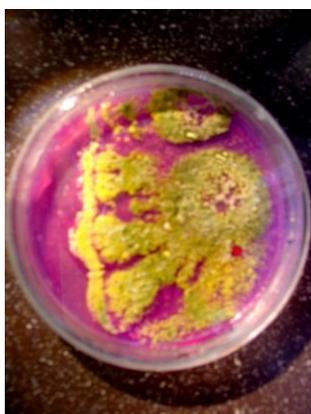
### FOTO 19: Fotos de Bio-controladores Encontrados

*Trichoderma* sp

**División:** Eumycota  
**Subdivisión:** Deuteromycotina  
**Clase:** Hyphomycetes  
**Orden:** Moniliales  
**Familia:** Moniliaceae  
**Genero:** *Trichoderma* sp.

*Metarhizium* sp.

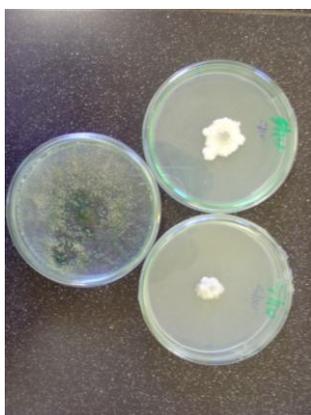
**División:** Eumycota  
**Subdivisión:** Deuteromycotina  
**Clase:** Hyphomycetes  
**Orden:** Moniliales  
**Familia:** Moniliaceae  
**Genero:** *Metarhizium* sp.

b. Aislamiento, purificación y conservación de *Trichoderma* sp.

*Trichoderma* sp.,  
aislada en caja petri.

Al realizar el análisis microbiológico general de la finca, se encontraron 7 cepas de *Trichoderma* sp, 5 aisladas de suelo (cepas 11, 12, 13, 15, 17) y dos de bulbo (cepas 18,19), que fueron primero purificadas, mediante siembras de los bordes de las colonias.

Posteriormente se conservaron en tubos con PDA, en turba y en espigas de trigo estériles, previamente tratadas con una solución azucarada al 0.05 %.

c. Pruebas de tolerancia de las 7 cepas de *Trichoderma* sp. con los productos químicos utilizados para la I fase de desinfección de bulbos

Crecimiento anormal  
de *Trichoderma* sp.

Los productos utilizados fueron Captan, Vitavax y Furadan mismos que fueron probados en tres dosis mezclándolos en el medio de cultivo PDA. Con la ayuda de un saca bocado, se obtuvieron muestras de cada *Trichoderma* spp, constituidas por micelio de la periferia de las colonias puras y fueron sembradas en las cajas con pesticida.

Visualmente se observó, un crecimiento heterogéneo de dicaba que el hongo había entrado en un periodo de adaptación a este -plaguicida, esto se pudo confirmar al momento de evaluarlas al

microscopio, distinguiéndose grandes cantidades de clamidosporas (esporas adaptadas de sobrevivencia).

Para tener una noción general de las características de los productos utilizados, de forma se describe su acción fitosanitaria y su toxicidad.

#### **CAPTAN 50% P.M.**

**ACCIÓN FITOSANITARIA:** Es un fungicida orgánico dicarboximida a base de Captan con acción protectora y erradicante para el control de enfermedades en los cultivos de papa, tomate, manzanas, durazneros, peral, fresa, cucurbitáceas y ornamentales, así como para la desinfección del suelo, de la semilla y de las plántulas.

**TOXICIDAD:** Categoría toxicológica IV.

#### **FURADAN 3F**

**ACCIÓN FITOSANITARIA:** Insecticida-nematicida sistémico en su suspensión concentrada. Furadan se puede aplicar foliarmente con acción residual y de contacto o al suelo con acción sistémica ya que es absorbido por las raíces y translocado a toda la planta. Una amplia variedad de plagas es controlada con ambos tratamientos.

**TOXICIDAD:** Categoría toxicológica Ib.

#### **VITAVAX: 300**

**ACCIÓN FITOSANITARIA:** es el resultado de la mezcla de un fungicida sistémico (carboxin) y un fungicida protectante (captan) que controla y previene el desarrollo de enfermedades causadas por hongos que atacan las semillas (granos y material vegetativo) y plántulas; estimula el crecimiento y vigor de los cultivos en sus primeras etapas, aumentando los rendimientos de las cosechas. Vitavax es efectivo contra enfermedades que causan la pudrición de las semillas y muerte de las plántulas: *Rhizoctonia* sp., *Pythium*" sp., *Sclerotium* sp., entre otros.

**TOXICIDAD:** Categoría toxicológica IV.

Para tener datos mas precisos, la información del crecimiento de las siete cepas de *Trichoderma* spp., sometidas a la acción de los plaguicidas fueron analizadas en esta prueba de tolerancia a productos químicos, que frecuentemente son utilizados en la I etapa de desinfección de bulbos. En el cuadro 18 se pone a consideración estos datos.

**CUADRO 18: Análisis de variancia para el crecimiento de siete cepas de *Trichoderma* sp., en la prueba de tolerancia a productos químicos, utilizados en la I etapa de desinfección de bulbos. (Cuadrados medios)**

Fuente de Variación	Gl.	EVALUACIONES DIARIAS		
		1° día	2° día	3° día
TOTAL	251			
Tratamientos	83	0.261 **	2.199 **	10.387 **
Productos	2	7.789 **	27.851 **	214.070 **
DP1 CAPTAN	27	0.019 ns	2.460 **	7.563 **
Dosis	3	0.163 **	19.800 **	67.555 **
Cepas	6	0.001 ns	0.244 **	0.054 ns
D x C	18	0.001 ns	0.309 **	0.068 ns
DP2 VITAVAX	27	0.014 ns	0.014 ns	7.622 **
Dosis	3	0.114 **	12.730 **	66.964 **
Cepas	6	0.002 ns	0.067 **	0.205 **
D x C	18	0.002 ns	0.067 **	0.205 **
DP3 FURADAN	27	0.198 **	0.773 **	0.883 **
Dosis	3	0.614 **	3.198 **	1.888 **
Cepas	6	0.380 **	1.424 **	1.626 **
D x C	18	0.068 **	0.153 **	0.469 **
ERROR	168	0.016	0.030	0.075
X (cm.)		0.216	0.808	1.896
CV (%)		58.83	21.56	14.42

Las evaluaciones en cuanto al crecimiento de las cepas del hongo, se las efectuó en tres días consecutivos. El análisis de varianza presenta una significación al 1% para los tratamientos, lo que indica que las cepas de *Trichoderma* exhibieron diferentes grados de natalidad y desarrollo.

Además se percibió la existencia de significación al 1% entre los productos utilizados y dentro de estos, las dosis y cepas, manifestaron un comportamiento un tanto similar, particularmente en la tercera evaluación.

La aparición de significación (al 1%) es diferente para las cepa de *Trichoderma* sp., desarrolladas sobre cada producto, siendo Furadan, la que mantuvo la misma significación, en los todos los días de evaluación.

En conclusión se puede decir que el crecimiento de las cepas, estuvo influenciado directamente por los productos y sus dosis. El producto evaluado que

restringió el desarrollo de las cepas de *Trichoderma* sp. en mayor medida fue Captan, seguido de Vitavax y Furadan, en consecuencia el ultimo plaguicida permitió un mejor desarrollo de las cepas.

Los promedios de crecimiento del micelio, estuvieron comprendidos entre 0.216 y 1.896 cm., los coeficientes de variación, entre el 14.42 y 58.84 %. A continuación, se anotan, las pruebas de Duncan al 5 %, en las cuales se puede ver de una forma grafica el comportamiento entre productos, dosis y cepas (ver cuadro 19).

**CUADRO 19: Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de las cepas de *Trichoderma* sp., en la prueba de tolerancia a productos químicos utilizados en la I etapa de desinfección de bulbos.**

PRODUCTOS		EVALUACIONES DIARIAS		
		1° día	2° día	3° día
P1	Captan 50% PM	0.044 b	0.569 b	1.058 b
P2	Vitavax 300	0.037 b	0.389 c	0.893 c
P3	Furadan 3F	0.568 a	1.464 a	3.737 a

Furadan que ocupó el primer rango (a) fue el producto que exhibió un mayor crecimiento de cepas, durante los tres días de evaluación; Captan y Vitavax, se desarrollaron casi de manera similar durante el primer día, pero en los días subsiguientes, Captan permitió un mejor desarrollo que Vitavax. En los cuadros 20, 21 y 22, se presentan las pruebas de Duncan para el desarrollo diametral de *Trichoderma* sp.

**CUADRO 20: Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de las cepas de *Trichoderma* spp., en la prueba de tolerancia a tres dosis de Captan.**

Dosis Captan		EVALUACIONES DIARIAS		
		1° día	2° día	3° día
D1	2.25 g/l	0.000 b	0.033 c	0.133 b
D2	2 g/l	0.000 b	0.071 bc	0.119 b
D3	1.25 g/l	0.000 b	0.148 b	0.233 b
D0	Testigo	0.176 a	2.024 a	3.748 a

**CUADRO 21: Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de las cepas de *Trichoderma* spp., en la prueba de tolerancia a tres dosis de Vitavax.**

Dosis Vitavax		EVALUACIONES DIARIAS		
		1° día	2° día	3° día
D1	2 g/l	0.000 b	0.000 b	0.000 b
D2	1.5 g/l	0.000 b	0.000 b	0.000 b
D3	1 g/l	0.000 b	0.000 b	0.000 b
D0	Testigo	0.148 a	1.557 a	3.571 a

**CUADRO 22: Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de las cepas de *Trichoderma* spp., en la prueba de tolerancia a tres dosis de Furadan.**

Dosis Furadan		EVALUACIONES DIARIAS		
		1° día	2° día	3° día
D1	1.75 cc/l	0.381 d	1.138 d	3.400 d
D2	1 cc/l	0.495 c	1.276 c	3.833 b
D3	0.75 cc/l	0.614 b	1.419 b	3.614 c
D0	Testigo	0.781 a	2.024 a	4.100 a

En forma general, se apreció que a menor dosis, el crecimiento de las cepas de *Trichoderma*, fue ligeramente mejor y que al aumentarlas, la disminución del incremento radial de las mismas, fue evidente, lo que se confirma al encontrar significaciones al 1 %, para las dosis de cada producto y durante todos los días de evaluación.

En los cuadros 23, 24 y 25, se pone a consideración, las pruebas de Duncan para el incremento diametral de cada cepa, por producto evaluado.

**CUADRO 23: Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral por cepa de *Trichoderma* sp., en la prueba de tolerancia a Captan.**

Captan	EVALUACIONES DIARIAS		
	1° día	2° día	3° día
Cepa 11	0.058	0.508 bc	0.967
Cepa 12	0.050	0.583 b	0.975
Cepa 13	0.042	0.467 bc	1.133
Cepa 15	0.042	0.617 b	1.050
Cepa 17	0.042	0.850 a	1.100
Cepa 18	0.050	0.550 bc	1.125
Cepa 19	0.025	0.408 c	1.058

De acuerdo al análisis de varianza (cuadro 18), en la interacción entre Captan y cepas, únicamente existió significación para el segundo día. Al aplicar la prueba de Duncan al 5 %, para la segunda evaluación (2° día), se conformaron cuatro rangos correspondiéndole el mayor (a) para la cepa 17, que causó un mejor comportamiento.

**CUADRO 24: Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral por cepa de *Trichoderma* sp., en la prueba de tolerancia a Vitavax.**

Vitavax	EVALUACIONES DIARIAS		
	1° día	2° día	3° día
Cepa 11	0.050	0.392 ab	0.792 ab
Cepa 12	0.058	0.392 ab	0.817 ab
Cepa 13	0.017	0.333 b	0.683 b
Cepa 15	0.033	0.442 ab	1.033 a
Cepa 17	0.042	0.317 b	0.933 a
Cepa 18	0.025	0.525 a	1.000 a
Cepa 19	0.033	0.325 b	0.992 a

El análisis de varianza (cuadro 18) en la interacción entre Vitavax y cepas, permitió una significación al 1% en la segunda y tercera evaluación; razón por la cual las medias fueron analizadas por la prueba de Duncan al 5%, se observó que la cepa 18 mantuvo su primacía en los dos días, las cepas 13, 17 y 19, ocuparon el segundo rango en el segundo día evaluado, pero al día siguiente la cepa 17 y 19 se equiparon estadísticamente a la cepa 18, en cuanto a su crecimiento.

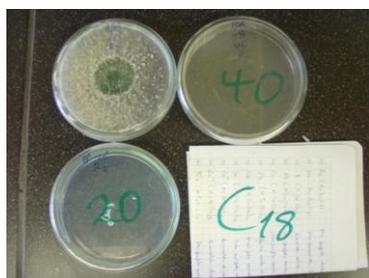
**CUADRO 25: Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral por cepa de *Trichoderma* sp., en la prueba de tolerancia a Furadan.**

Furadan	EVALUACIONES DIARIAS		
	1° día	2° día	3° día
Cepa 11	0.500 cd	1.442 cd	3.850 bc
Cepa 12	0.542 c	1.525 c	3.383 d
Cepa 13	0.442 cd	1.225 e	3.325 d
Cepa 15	0.700 b	1.683 b	4.042 b
Cepa 17	0.908 a	2.067 a	3.800 c
Cepa 18	0.400 d	1.308 de	3.450 d
Cepa 19	0.483 cd	1.000 f	4.308 a

Conforme fue advertido antes, en el análisis de varianza, para el tercer producto (Furadan), se encontró significación al 1 %, en los tres días evaluados. Se pudo observar que la cepa 17 mantuvo el crecimiento elite durante los dos primeros días (rango a), cayendo a la tercera posición (rango c) al tercer día, una remontada interesante presentó la cepa 19, cepa que el primer día se encontró en cuarta posición, para el segundo día se ubicó en la séptima posición, pero al tercer día evaluado, llegó al primer lugar en cuanto a crecimiento diametral de la cepa.

La cepa 17, marcó los mejores resultados en cuanto a crecimiento diametral en la investigación realizada, la cepa 19, de manera general, se ubicó en la segunda posición, mientras que la cepa 15 ocupó el tercer escalafón.

d. Pruebas térmicas de las 7 cepas de *Trichoderma* sp.



Crecimiento de *Trichoderma* sp. después de Termoterapia.

Luego del tratamiento térmico de las cepas, estas fueron sembradas en cajas petri con PDA e incubadas a 27°C, a las 24 horas, se tomaron los primeros datos, repitiendo estas evaluaciones por dos días mas.

La información recolectada, fue sometida a un análisis de variancia, para detectar la significación de tratamientos e interacciones de tiempo y cepas, la misma que se detalla en el cuadro 26.

**CUADRO 26: Análisis de variancia para el crecimiento de siete cepas de *Trichoderma* spp., luego de haber sido sometidas a termoterapia, por dos periodos de tiempo. (Cuadrados medios)**

Fuente de Variación	Gl.	EVALUACIONES DIARIAS		
		1° día	2° día	3° día
TOTAL	62			
Tratamientos	(20)	0.117 **	9.309 **	26.167 **
Tiempo	2	0.917 **	92.446 **	261.332 **
Cepas	6	0.033 **	0.096 **	0.056 **
T x C	12	0.026 **	0.060 **	0.029 **
ERROR	42	0.008	0.010	0.004
$\bar{X}$ (cm.)		0.187	1.268	1.271
CV (%)		46.60	7.76	2.94

El análisis de variancia, estableció significación al 1 % para los tratamientos, lo que indica que existió diferencias en los tres días de evaluación, en cuanto al crecimiento de cada cepa, luego de haberlas sometido a termoterapia (70°C.).

Los tiempos de exposición, al igual que las cepas sometidas a termoterapia, manifestaron diferencias significativas al 1 %, confirmando de este modo que la diversa influencia de los dos tiempos de exposición, sobre el crecimiento diametral de cada cepa, fue notorio en los tres días de evaluación.

Los promedios de crecimiento diario del micelio de *Trichoderma* spp., estuvieron comprendidos entre 0.167 y 1.271 cm, mientras que los coeficientes de variación, estuvieron en un rango entre 2.94 a 46.6 %.

Con el objeto de conocer la influencia de cada tiempo de tratamiento sobre el crecimiento de las cepas de *Trichoderma* spp., se presenta en el cuadro 27, la prueba de Duncan al 5%, la cual detalla el efecto de la temperatura en función al tiempo de exposición sobre las cepas.

**CUADRO 27: Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de *Trichoderma* spp., luego de haber sido sometidas a termoterapia, por dos periodos de tiempo.**

Tiempos	EVALUACIONES DIARIAS		
	1° día	2° día	3° día
20 minutos	0.071 b	0.100 b	0.110 b
40 minutos	0.062 b	0.014 c	0.014 b
Testigo	0.429 a	3.690 a	3.690 a

La supremacía del crecimiento diametral del testigo fue evidente, en los tres días de evaluación, pues no sufrieron tratamiento alguno, no así para las cepas que fueron sometidas a tratamientos térmicos durante dos tiempos de exposición distintos.

Ambos tiempos en el primero y tercer día de evaluación, mantuvieron crecimientos diametrales de las cepas equiparadas, manifestando una ligera relación inversa, la que consistía en que al aumentar el tiempo de exposición, el crecimiento disminuye, caso contrario se presentó en el segundo día, en el cual se pudo percibir que las cepas sometidas a 20 minutos de termoterapia, sobresalieron en cuanto a su crecimiento, frente a las sometidas a 40 minutos.

El comportamiento específico de cada cepa de *Trichoderma* spp., frente a los tiempos de termoterapia, se puede reconocer mediante la prueba de Duncan al 5 %, que se detalla en el cuadro 28.

**CUADRO 28: Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de las cepas de *Trichoderma* sp., luego de haber sido sometidas a termoterapia, por dos periodos de tiempo.**

<i>Trichoderma</i> sp.	EVALUACIONES DIARIAS		
	1° día	2° día	3° día
Cepa 11	0.133 b	1.256 b	2.056 bc
Cepa 12	0.144 b	1.211 b	2.089 b
Cepa 13	0.144 b	1.200 b	2.067 bc
Cepa 15	0.156 b	1.200 b	2.022 c
Cepa 17	0.189 ab	1.367 a	2.089 b
Cepa 18	0.278 a	1.189 b	2.100 b
<b>Cepa 19</b>	0.267 a	1.456 a	2.267 a

La cepa 19, resalta por su evidente comportamiento en los tres días, esta cepa tuvo el mejor desarrollo después de haber sido sometida a termoterapia, en segunda posición se ubicó la cepa 18 y muy próxima a esta la cepa 17.

e. Pruebas de antagonismo de las 7 cepas de *Trichoderma* sp. vs *Rhizoctonia* sp.



Antagonismo entre:  
*Trichoderma* y *Rhizoctonia*

Las 7 cepas, fueron enfrentadas a una de *Rhizoctonia* sp., que permitió constatar el biocontrol que presenta cada cepa, visualmente se observó que la cepa C<sub>19</sub>, sobresalía, por su biocontrol, mientras que la cepa C<sub>17</sub> presentaba un crecimiento acelerado en el medio de PDA.

Para confirmar estas observaciones, se recurrió a la aplicación de estudios estadísticos, analizando por separado el crecimiento del patógeno y los biocontroladores.

El análisis de variancia para el crecimiento de *Rhizoctonia* sp., se lo detalla en el cuadro 29, mientras que el análisis de variancia para el crecimiento diametral de *Trichoderma* sp. esta en el cuadro 31.

**CUADRO 29: Análisis de variancia para el crecimiento de *Rhizoctonia* sp. en la pruebas de antagonismo con 7 cepas de *Trichoderma* spp. (Cuadrados medios).**

Fuente de Variación	Gl.	EVALUACIONES			
		1° día	2° día	3° día	4° día
TOTAL	47				
Tratamientos	(15)	0.038 ns	0.099 **	0.162 **	0.908 *
Cepas	7	0.073 *	0.120 **	0.264 **	0.596 ns
DRhi vs C <sub>11</sub>	1	0.007 ns	0.000 ns	0.135 ns	1.602 *
DRhi vs C <sub>12</sub>	1	0.007 ns	0.007 ns	0.002 ns	1.707 *
DRhi vs C <sub>13</sub>	1	0.015 ns	0.602 **	0.060 ns	1.815 *
DRhi vs C <sub>15</sub>	1	0.002 ns	0.007 ns	0.082 ns	0.060 ns
DRhi vs C <sub>17</sub>	1	0.002 ns	0.007 ns	0.135 ns	1.127 ns
DRhi vs C <sub>18</sub>	1	0.002 ns	0.015 ns	0.135 ns	2.940 **
DRhi vs C <sub>19</sub>	1	0.007 ns	0.002 ns	0.015 ns	0.167 ns
DRhizoctonia test.	1	0.015 ns	0.015 ns	0.015 ns	0.027 ns
ERROR	32	0.026	0.027	0.056	0.373
$\bar{X}$ (cm.)		0.869	2.158	3.369	3.9
CV (%)		18.65	7.62	7.03	15.67

El análisis de variancia, estableció diferencias significativas al 1 % entre los tratamientos, para las evaluaciones realizadas en el segundo y tercer día, mientras que al cuarto día la significación fue al 5 %. Estos datos permitieron conocer que el crecimiento diametral del patógeno durante el segundo y tercer día, fue considerable, mientras que al cuarto día, este desarrollo fue mitigado probablemente al existir un antagonismo frente a *Trichoderma* spp.

Los promedios del crecimiento diametral diario de *Rhizoctonia* sp., estuvieron entre 0.869 y 3.9 cm, mientras los coeficientes de variación comprendieron un rango de 7.03 hasta 18.65 %

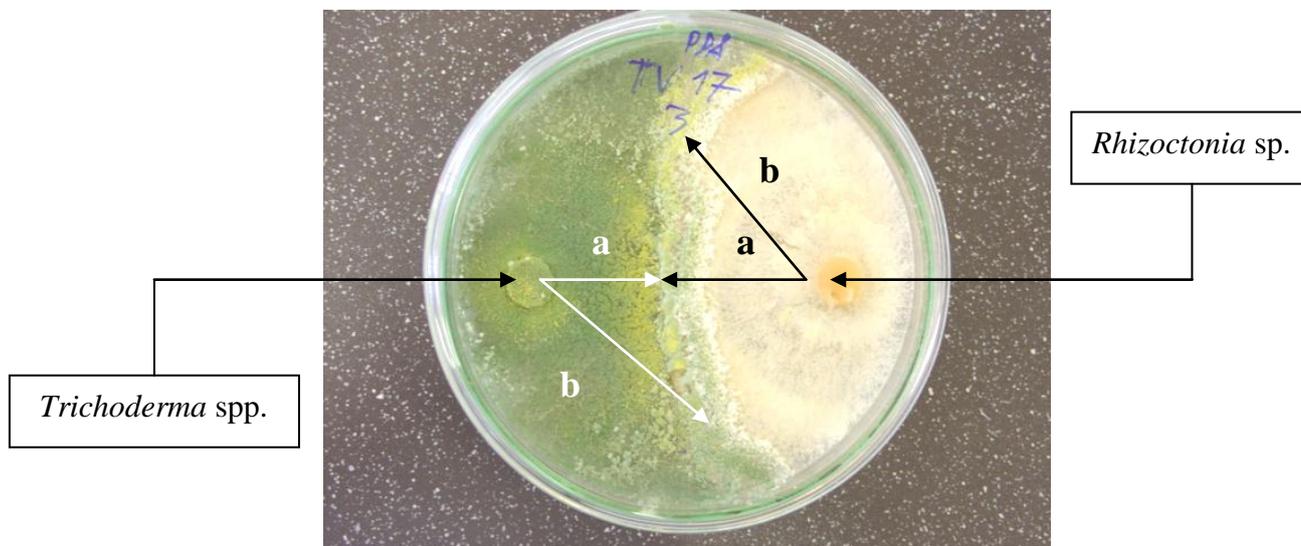
Para conocer el comportamiento de *Rhizoctonia* sp., en el cuadro 30, se detalla el análisis de Duncan al 5%, para el desarrollo diametral del patógeno.

**CUADRO 30: Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de *Rhizoctonia* sp. en dirección (a) y su perpendicular (b), de las siete cepas del biocontrolador *Trichoderma* spp.**

TRATAMIENTOS		EVALUACIONES DIARIAS			
		1° día	2° día	3° día	4° día
T1	<i>Rhi</i> vs C <sub>11</sub> (a)	0.833	2.100	2.967	3.100 b
	<i>Rhi</i> vs C <sub>11</sub> (b)	0.767	2.100	3.267	4.133 a
T2	<i>Rhi</i> vs C <sub>12</sub> (a)	0.933	2.333	3.467	3.267 b
	<i>Rhi</i> vs C <sub>12</sub> (b)	0.867	2.267	3.500	4.333 a
T3	<i>Rhi</i> vs C <sub>13</sub> (a)	1.033	1.533 b	3.400	3.400 b
	<i>Rhi</i> vs C <sub>13</sub> (b)	1.133	2.167 a	3.600	4.500 a
T4	<i>Rhi</i> vs C <sub>15</sub> (a)	0.933	2.267	3.700	3.500
	<i>Rhi</i> vs C <sub>15</sub> (b)	0.967	2.200	3.467	3.700
T5	<i>Rhi</i> vs C <sub>17</sub> (a)	0.767	2.233	3.300	3.267
	<i>Rhi</i> vs C <sub>17</sub> (b)	0.800	2.167	3.600	4.133
T6	<i>Rhi</i> vs C <sub>18</sub> (a)	0.867	2.200	3.333	3.200 b
	<i>Rhi</i> vs C <sub>18</sub> (b)	0.833	2.300	3.633	4.600 a
T7	<i>Rhi</i> vs C <sub>19</sub> (a)	0.700	2.133	2.933	3.900
	<i>Rhi</i> vs C <sub>19</sub> (b)	0.767	2.100	3.033	4.233
T8	<i>Rhizoctonia</i> Test. (a)	0.900	2.167	3.400	4.633
	<i>Rhizoctonia</i> Test. (b)	0.80	2.267	3.300	4.500

En el segundo día, *Rhizoctonia* sp. vs C<sub>13</sub>, contempló una significación del 1 % mientras que al cuarto día, existió significación al 5 %, para *Rhizoctonia* sp. vs C<sub>11</sub>, C<sub>12</sub> C<sub>13</sub> y, a diferencia de *Rhizoctonia* sp. vs C<sub>18</sub> la que contaba con una significación al 1 %. La dirección en cuanto al crecimiento contra el biocontrolador (a) y el crecimiento libre del patógeno (b), se puede contemplar en el esquema 6.

**ESQUEMA 6: Direcciones de toma de datos para *Trichoderma* spp. y *Rhizoctonia* sp.**



En conclusión, se puede afirmar que *Rhizoctonia* sp. vs C<sub>13</sub>, al segundo día, presento una anomalía en el crecimiento diametral, ( $b > a$ ), prueba irrefutable de la presencia de antagonismo, debido a que una de sus direcciones no desarrolló a la misma velocidad que la otra. Al cabo del cuarto día, este comportamiento se repite para el mismo enfrentamiento y se suman a él, *Rhizoctonia* sp. vs C<sub>11</sub> y C<sub>12</sub> al 5 % de significación, mientras que *Rhizoctonia* sp. vs C<sub>18</sub>, presenta la misma característica en cuanto a crecimiento, pero con una significancia del 1%.

Para poder palpar el comportamiento de cada cepa de *Trichoderma* spp, en este ensayo de antagonismo frente a *Rhizoctonia* sp., se estudio al biocontrolador por separado, en el cuadro 31, se presenta su análisis de variancia.

**CUADRO 31: Análisis de variancia para el crecimiento de las 7 cepas de *Trichoderma* spp. en la prueba de antagonismo frente a *Rhizoctonia* sp. (Cuadrados medios).**

Fuente de Variación	Gl.	EVALUACIONES DIARIAS			
		1° día	2° día	3° día	4° día
TOTAL	41				
Tratamientos	(13)	0.000 ns	0.112 **	0.186 **	0.811 *
Cepas	6	0.000 ns	0.068 *	0.793 **	0.187 ns
DC <sub>11</sub>	1	0.000 ns	0.042 ns	0.007 ns	1.127 ns
DC <sub>12</sub>	1	0.000 ns	0.282 **	0.540 **	2.407 *
DC <sub>13</sub>	1	0.000 ns	0.002 ns	0.042 ns	0.882 ns
DC <sub>15</sub>	1	0.000 ns	0.015 ns	4.682 **	2.042 ns
DC <sub>17</sub>	1	0.000 ns	0.007 ns	0.060 ns	1.815 *
DC <sub>18</sub>	1	0.000 ns	0.002 ns	0.000 ns	1.307 ns
DC <sub>19</sub>	1	0.000 ns	0.007 ns	0.482 **	2.535 *
ERROR	28	0.000 ns	0.027	0.055	0.365
$\bar{X}$ (cm.)			2.15	3.371	3.805
CV (%)			7.63	6.99	15.88

Los datos obtenidos son de particular interés, se encontró significancia al 1% entre los tratamientos tomados los días dos y tres, mientras que para el día cuatro la significación es del 5 %; esta última significación confirma la presencia de antagonismo debido a que el crecimiento de las cepas de *Trichoderma* minimizan su crecimiento, , seguramente este retraso en crecimiento, es reflejo de una etapa preparación del

biocontrolador, para parasitar al patógeno. Las pruebas de Duncan, se detallan en el cuadro 32.

Los promedios del crecimiento diametral de las cepas de *Trichoderma* estuvo entre 2.15 hasta 3.805 cm., en las diferentes evaluaciones, mientras que para el coeficiente de variación, registró un rango cuyo valor inferior era de 6.99 y su mayor de 15.88 %.

**CUADRO 32: Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de *Trichoderma* sp. en dirección (a) o no (b), de *Rhizoctonia* sp.**

TRATAMIENTOS		EVALUACIONES DIARIAS			
		1° día	2° día	3° día	4° día
T1	C <sub>11</sub> vs <i>Rhi</i> (a)	0.000	2.100	2.967	3.100
	C <sub>11</sub> vs <i>Rhi</i> (b)	0.000	2.100	3.267	4.133
T2	C <sub>12</sub> vs <i>Rhi</i> (a)	0.000	2.333 a	3.467 b	3.267 b
	C <sub>12</sub> vs <i>Rhi</i> (b)	0.000	2.267 b	3.5 a	4.333 a
T3	C <sub>13</sub> vs <i>Rhi</i> (a)	0.000	1.533	3.400	3.400
	C <sub>13</sub> vs <i>Rhi</i> (b)	0.000	2.167	3.600	4.500
T4	C <sub>15</sub> vs <i>Rhi</i> (a)	0.000	2.267	3.700 a	3.500
	C <sub>15</sub> vs <i>Rhi</i> (b)	0.000	2.200	3.467 b	3.700
T5	C <sub>17</sub> vs <i>Rhi</i> (a)	0.000	2.233	3.300	3.267 b
	C <sub>17</sub> vs <i>Rhi</i> (b)	0.000	2.167	3.600	4.133 a
T6	C <sub>18</sub> vs <i>Rhi</i> (a)	0.000	2.200	3.333	3.200
	C <sub>18</sub> vs <i>Rhi</i> (b)	0.000	2.300	3.633	4.600
T7	C <sub>19</sub> vs <i>Rhi</i> (a)	0.000	2.133	2.933 b	3.900 b
	C <sub>19</sub> vs <i>Rhi</i> (b)	0.000	2.100	3.033 a	4.233 a

La cepa 12 presentó un comportamiento normal en cuanto al crecimiento diametral en el día dos, pero esta condición cambió en la evaluación del día tres, en donde se pueden percibir signos de antagonismo puesto que (b) es mayor que (a) (ver esquema 6).

Comportamiento similar se observó en las cepas 12, 15 y 19 de *Trichoderma* spp, en la ultima evaluación; no obstante, se debe enfatizar que todos los tratamientos (cepas) manifestaron similares comportamientos, esta misma condición se encuentra en el cuarto día de toma de datos, donde las cepas 12, 17 y 19, crecen pero no muy significativamente.

Para la evaluación del efecto antagónico de cada cepa, se utilizó la escala de evaluación propuesta por Baker y Cook y utilizada por Bell y otros en el año de 1982, misma que es aprecia en el cuadro 33.

**CUADRO 33: Escala de Baker y Cook, para la evaluación del efecto antagónico de *Trichoderma* spp.**

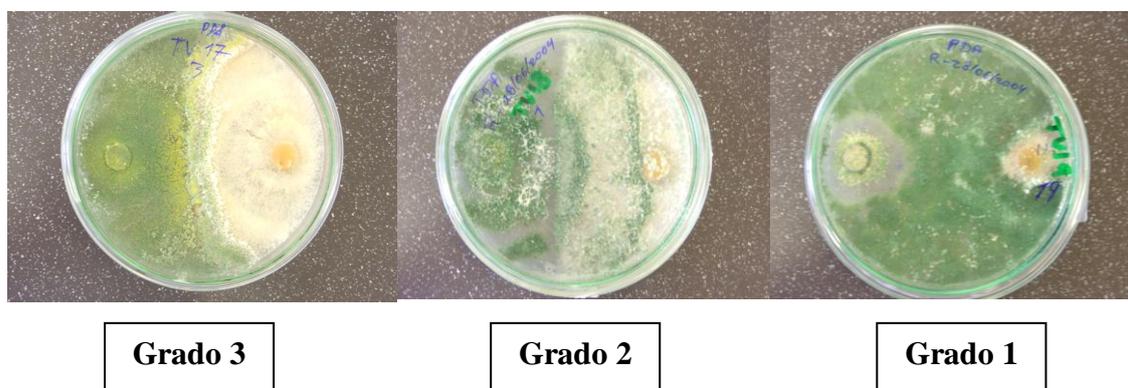
<b>Grado</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	<i>Trichoderma</i> crece sobre el patógeno y cubre la totalidad de la caja.
<b>2</b>	<i>Trichoderma</i> crece al menos 2/3 de la superficie del medio
<b>3</b>	<i>Trichoderma</i> y el patógeno crecen ½ - 1/2, aproximadamente.
<b>4</b>	El patógeno crece por lo menos hasta cubrir 2/3 de la superficie del medio y con aparente resistencia a la invasión de <i>Trichoderma</i> .
<b>5</b>	El patógeno se desarrolla completamente sobre <i>Trichoderma</i> y ocupa toda la superficie del medio.

El efecto antagónico, se evaluó, una vez que se terminó con la determinación del crecimiento diametral, se tomaron los datos, el 6º, 9º y 12º día. En el cuadro 34, se detallan las los principales comportamientos de cada cepa de *Trichoderma* evaluada de acuerdo a la evaluación propuesta.

**CUADRO 34: Eficiencia de las cepas de *Trichoderma* sp “in vitro” en el control de *Rhizoctonia* sp., según la propuesta por Baker y Cook (1982).**

<i>Trichoderma</i> spp.	EVALUACIONES DIARIAS		
	6º día	9º día	12º día
<b>Cepa 11</b>	2	2	2
<b>Cepa 12</b>	3	2	1
<b>Cepa 13</b>	3	2	1
<b>Cepa 15</b>	2	2	2
<b>Cepa 17</b>	3	2	2
<b>Cepa 18</b>	3	2	1
<b>Cepa 19</b>	1	1	1

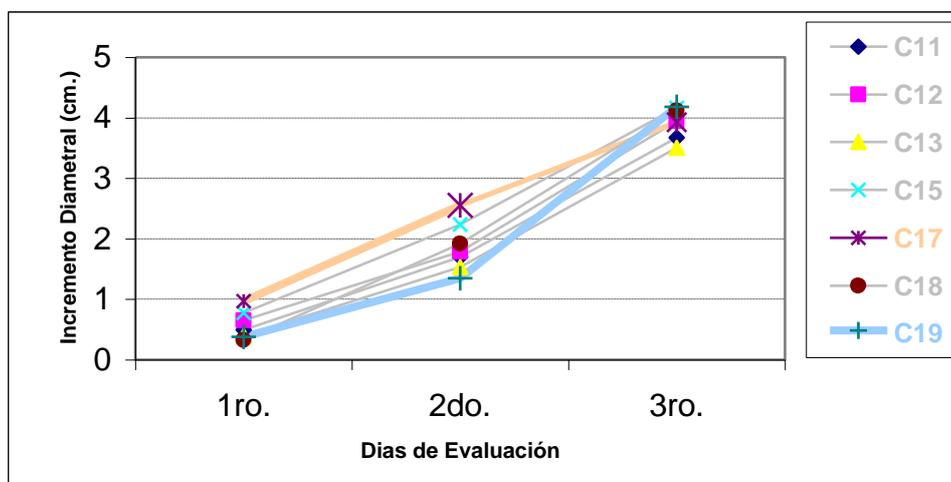
**FOTO 20: Escala de Baker y Cook, para la evaluación del efecto antagónico de *Trichoderma* spp.**



La cepa que manifestó una mayor capacidad antagónica, fue la 19 (*T. pseudokoningii*), la misma que presentó el grado 1, desde la primera evaluación, siguiendo a esta se encontraron las cepas 13 y 15. De acuerdo a las investigaciones mencionadas, el grado o nivel 1, corresponde a una cepa efectiva para el control de *Rhizoctonia* sp.

f. Velocidad de crecimiento de las siete cepas de *Trichoderma* spp.

Para esta evaluación, se tomaron los promedios de los testigos, en tres días de evaluación, dando un conocimiento verídico sobre la realidad del crecimiento de cada cepa, en el grafico 4, se aprecian las diferencias.



**GRAFICO 4: Velocidad de crecimiento de las siete cepas de *Trichoderma* spp.**

Se encontró que la cepa 17 fue la más prolífica, la cepa 19 por su lado es la que mayor tiempo se demoró en desarrollarse, pero ya se determinó que fue la de mejor comportamiento antagónico frente a *Rhizoctonia* sp.

g. Multiplicación de las cepas C<sub>17</sub> y C<sub>19</sub> de *Trichoderma* sp.



*Trichoderma* sp.  
en arroz

La decisión de multiplicar masivamente a estas dos cepas, se dio debido a que la cepa 17 reiteradas veces sobresalió por su rápido desarrollo en el medio y sus propiedades antagónicas; para el caso de la cepa 19, su velocidad de crecimiento es notablemente inferior a la cepa 17, pero sus características de antagonismo, la hace sobresalir del resto.

Inicialmente se intentó propagarlas en fundas plásticas con arroz estéril, utilizando en primera instancia al momento de sembrar, pedazos de medio de cultivo con micelio de *Trichoderma* sp., depositándolo directamente sobre el sustrato preparado desafortunadamente los resultados no fueron alentadores, por lo que luego se probaron suspensiones del hongo en agua estéril, obteniendo similares resultados.

También se probó, tratando con una solución azucarada al arroz antes de esterilizarlo, el hongo bajo estas condiciones tuvo un desarrollo mejor pero no lo suficiente. En base a estos resultados, se experimentó con tres proporciones de cascarilla y arroz puro, en el tratamiento solo con arroz, se encontró mejores resultados.

Al parecer el retardo en el crecimiento se debía a falta de nutrientes del sustrato, por lo que se experimentó con kykuyo en frascos y en fundas plásticas, la colonización fue evidente en los frascos de vidrio mientras que en las fundas el crecimiento fue nulo, se había encontrado otro problema, la aireación.

En base a la experiencia adquirida se probó realizando primero suspensiones del hongo en un caldo nutritivo a base de zumo de zanahoria y almidón de papa, para posteriormente sembrar en frascos con arroz puro, previamente tratado con una solución

azucara al 0.05 %, bajo estas condiciones se pudo realizar la multiplicación de las cepas de *Trichoderma* spp.

Un comportamiento importante que también fue motivo de estudio, fue la mezcla de cepas, lamentablemente, se pudo descubrir que al mezclar la cepas 17 y 19, se provoca algún tipo de antagonismo, lo que prolonga el tiempo de colonización de cualquier material que se utilice como sustrato.

**FOTO 21: Multiplicación Masiva de *Trichoderma*, C<sub>17</sub> y C<sub>19</sub>**



**Fundas con arroz**



**“kykuyo” en frascos**

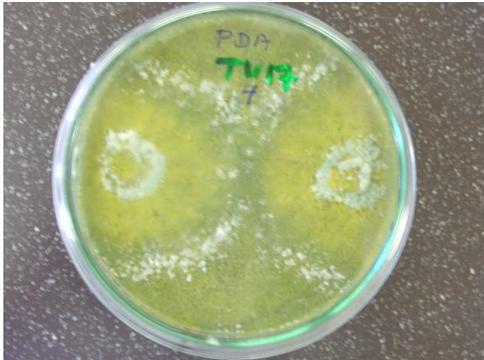


**Arroz en botellas**

**h. Identificación de Especies de *Trichoderma* C<sub>17</sub> y C<sub>19</sub>.**

Teniendo en cuenta la importancia de poder reconocer las especies de *Trichoderma* que se aplicó al suelo y bulbo, se procedió a reconocer las especies de la cepa 17 y 19, siguiendo el protocolo de identificación de *Trichoderma* y *Gliocladium*, de Kubicek (1998), se pudo concluir que las especies de *Trichoderma* correspondían a la especie, *pseudokoningii* (Cepa 19) y *harzianum* (Cepa 17).

**FOTO 22:** *Trichoderma harzianum* (Cepa 17) y *Trichoderma pseudokoningii* (Cepa 19)



**Cepa 17**

*Trichoderma harzianum*



**Cepa 19**

*Trichoderma pseudokoningii*

- i. Prueba de antagonismo entre las cepas de *Trichoderma* C<sub>19</sub> (*T. pseudokoningii*) y C<sub>17</sub> (*T. harzianum*)



*Trichoderma* sp.  
C<sub>19</sub> vs C<sub>17</sub>

El retardo en colonización del sustrato, detectado en la multiplicación de *Trichoderma* sp., al momento de mezclar ambas cepas, fue lo que motivó el desarrollo de esta investigación.

Para establecer los cambios en cuanto a crecimiento de cada cepa, se recurrió a un estudio estadístico, en el cual se evaluaron los crecimientos diametrales de las dos cepas por separado y enfrentadas. En los cuadros 35 y 37, se presentan los análisis de variancia para *T. pseudokoningii* y *T. harzianum* respectivamente.

**CUADRO 35: Análisis de variancia para el crecimiento de *Trichoderma pseudokoningii*, en la prueba de antagonismo entre *T. pseudokoningii* y *T. harzianum* (Cuadrados medios).**

Fuente de Variación	Gl.	EVALUACIONES DIARIAS		
		1° día	2° día	3° día
TOTAL	11			
Tratamientos	(3)	4.083 **	13.407 **	25.036 **
Cepas	1	12.201 **	39.967 **	73.508 **
DG1(C19+C17)	1	0.007 ns	0.015 ns	1.602 **
DG2 (C19)	1	0.042 ns	0.240 ns	0.000 ns
ERROR	8	0.039	0.093	0.032
$\bar{X}$ (cm.)		9.1	4.875	6.525
CV (%)		2.175	6.24	2.73

Se registró significación al 1 %, para los tratamientos durante los tres días evaluados; el crecimiento de *T. pseudokoningii* enfrentado a *T. harzianum*, acusó una significación al 1 %, al tercer día de toma de datos, esto da a entender que en el último día de la investigación, existió un comportamiento anormal en el crecimiento diametral de *T. pseudokoningii*. En el cuadro 36, mediante la prueba de Duncan, se puede explicar lo sucedido.

Los promedios en cuanto al crecimiento diametral de *T. pseudokoningii*, estuvieron comprendidos entre 4.875 y 9.1 cm, mientras que para el coeficiente de variación, se obtuvo un rango entre 2.173 y 6.24 %.

**CUADRO 36: Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de *Trichoderma pseudokoningii*, en la prueba de antagonismo entre *T. pseudokoningii* y *T. harzianum*.**

TRATAMIENTOS		EVALUACIONES DIARIAS		
		1° día	2° día	3° día
T1	C19+C17 (a)	1.133 b	3.000 b	3.533 c
T2	C19+C17 (b)	1.200 b	3.100 b	4.567 b
T3	C19 (a)	3.267 a	6.900 a	9.000 a
T4	C19 (b)	3.100 a	6.500 a	9.000 a

El crecimiento diametral del testigo de *T. pseudokoningii* (C<sub>19</sub>), fue ampliamente notorio durante los días de evaluación, mientras que *T. pseudokoningii* (C<sub>19</sub>) enfrentada a *T. harzianum* (C<sub>17</sub>), presentó antagonismo, debido a que los crecimientos diametrales habían sido afectados ( $a < b$ ) ver esquema 5.

**CUADRO 37: Análisis de variancia para el crecimiento de *Trichoderma harzianum*, en la prueba de antagonismo entre *T. pseudokoningii* y *T. harzianum*. (Cuadrados medios).**

Fuente de Variación	Gl.	EVALUACIONES DIARIAS		
		1° día	2° día	3° día
TOTAL	11			
Tratamientos	(3)	1.694 **	13.967 **	25.861 **
Cepas	1	5.070 **	41.813 **	74.501 **
DG1(C19+C17)	1	0.007 *	0.027 ns	3.082 **
DG2 (C17)	1	0.007 *	0.060 ns	0.000 ns
ERROR	8	0.004	0.063	0.043
X̄ (cm.)		1.417	4.733	6.508
CV (%)		4.56	5.32	3.2

En cuanto al crecimiento de *T. harzianum* (C<sub>17</sub>), se encontró significancia al 1%, durante todos los días de evaluación, lo que indica que los crecimientos fueron altamente significativos en cada día para todos los tratamientos.

Para el crecimiento del testigo de *T. harzianum*, así como para *T. harzianum* enfrentado a *T. pseudokoningii*, se encontró una significancia al 1 %, en el primer día de evaluación, mientras que al tercer día, se encontró significación al 5 % para el crecimiento diametral de *T. harzianum*, enfrentado a *T. pseudokoningii*.

Lo antes citado, permitió constatar la alta velocidad de crecimiento que tiene *T. harzianum*, de tal modo que al primer día tuvo un crecimiento acelerado, el cual prácticamente fue detenido al segundo día (crecimiento ns, no significativo), retomando su crecimiento al tercer día pero con un crecimiento anormal, en el cuadro 38, se puede apreciar puntualmente lo sucedido, con la ayuda de la prueba de Duncan al 5 %.

Con respecto a los promedios en cuanto al crecimiento diametral de la *T. harzianum*, se puede anotar que estuvieron comprendidos entre 1.417 y 6.508 cm,

mientras que sus coeficientes de variación estuvieron en un rango cuyo valor inferior fue de 3.2 y de 5.32 su mayor.

**CUADRO 38: Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de *Trichoderma harzianum*, en la prueba de antagonismo entre las cepas *T. pseudokoningii* y *T. harzianum*.**

TRATAMIENTOS		EVALUACIONES DIARIAS		
		1° día	2° día	3° día
T1	C19+C17 (a)	0.800 b	2.800 b	3.300 c
T2	C19+C17 (b)	0.733 b	2.933 b	4.733 b
T3	C17 (a)	2.033 a	6.700 a	9.000 a
T4	C17 (b)	2.100 a	6.500 a	9.000 a

Fue evidente la velocidad de crecimiento de *T. harzianum*, pero desde el primer día, se pudo percibir algún efecto de antagonismo, debido a que el incremento diametral de *T. harzianum*, enfrentado a *T. pseudokoningii*, ya presentó retardo en su crecimiento si se lo compara con el crecimiento testigo.

Al tercer día, surgió el antagonismo en si, apreciarlo incluso visualmente, el incremento diametral fue heterogéneo para *T. harzianum* enfrentado a *T. pseudokoningii*, ( $a < b$ ), ver esquema 5.

j. Prueba de tolerancia de productos químicos foliares vs *Trichoderma* C<sub>17</sub> (*T. harzianum*, aplicado al follaje)



Crecimiento Cepa 17, en medio con Mesurol

La cepa 17 (*T. harzianum*), fue aislada de suelo y fue aplicada al follaje, por lo que se vio la necesidad de conocer cual es el comportamiento de esta cepa, frente a los fitosanitarios frecuentemente aplicados al follaje, en la finca donde se realizó la investigación.

Para este análisis, se disolvieron las dosis empleadas por la finca en papa dextrosa agar (PDA), y se procedió a sembrar la cepa 17 para su posterior evaluación.

Se probaron los 11 plaguicidas descritos a continuación: Mertect, Novak, Rovral, Scala, Fitoraz, Score, Shurigan, Match, Padan, Mesurol y Karate, cuyas características a continuación se detallan. El análisis de variancia para estos productos, se detalla en el cuadro 39.

#### **MERTECT 500 SC**

**ACCIÓN FITOSANITARIA:** Es un fungicida sistémico, de amplio espectro y muy versátil por su efectividad en el control de una gran variedad de enfermedades en los cultivos de hortalizas, frutales y ornamentales. Controla las enfermedades de las plantas mediante su acción protectora y curativa. Mertect 500 SC es resistente al clima y brinda una protección duradera. Cuando se usa de acuerdo con las dosis recomendadas Mertect 500 SC no daña los tejidos, ni a los animales ni seres humanos; tampoco es tóxico para las abejas ni peligroso para la fauna silvestre.

**TOXICIDAD:** Categoría toxicológica IV.

#### **NOVAK 70%**

**ACCIÓN FITOSANITARIA:** Es un fungicida con propiedades: Preventiva, curativa y sistémica por lo que controla varias enfermedades simultáneamente con una sola aplicación.

**TOXICIDAD:** Categoría toxicológica III

#### **ROVRAL 500 SE**

**ACCIÓN FITOSANITARIA:** Es un fungicida protectante para el control de hongos tales como: *Botrytis cinerea*, *Alternaria* spp., *Rhizoctonia* spp., *F. oxysporum* en ornamentales y otros, cultivos. Pertenecen al grupo químico de las dicarboximidas

**TOXICIDAD:** Categoría toxicológica IV.

#### **SCALA 40 SC**

**ACCIÓN FITOSANITARIA:** Es un fungicida sistémico translaminar de acción protectante y curativa para el control de hongos deuteromicetos que pertenece al grupo químico de las anylino pirimidinas.

**TOXICIDAD:** Categoría toxicológica IV.

**FITORAZ 76 PM**

**ACCIÓN FITOSANITARIA:** Es un fungicida orgánico protectante y curativo, desarrollado para el control de enfermedades causadas por hongos. Es un fungicida de doble acción actúa por sistemía y contacto, trabaja sobre la espora y la enfermedad. Su parte sistémica se absorbe rápidamente y no se lava después de una hora de aplicado.

**TOXICOLOGÍA:** Categoría Toxicológica III.

**SCORE 250 EC**

**ACCIÓN FITOSANITARIA:** Fungicida sistémico del grupo de los triazoles que provee un duradero efecto preventivo y un fuerte control curativo y erradicativo en una amplia gama de enfermedades producidas por Ascomycetos, Basidiomicetos y Deuteromicetos en varios cultivos.

**TOXICIDAD:** Categoría toxicológica III.

**SHURIGAN**

**ACCIÓN FITOSANITARIA:** Insecticida piretroide sintético que actúa por contacto e ingestión contra larvas de insectos masticadores en varios cultivos.

**TOXICIDAD:** Categoría toxicológica II.

**MATCH 50 EC.**

**ACCIÓN FITOSANITARIA:** Es un insecticida del grupo de los inhibidores de quitina que actúa principalmente por ingestión para el control de larvas comedoras de hojas del orden Lepidóptera.

**TOXICIDAD:** Categoría toxicológica III.

**PADAN 50 PS**

**ACCIÓN FITOSANITARIA:** Es un insecticida sistémico y de contacto derivado de las nereistoxinas, sustancias con propiedades insecticidas que se encuentran en los anélidos marinos (*Lumbrineris* spp.), con características únicas en su estructura y acción biológica.

**TOXICIDAD:** Categoría toxicológica III

**MESUROL 500 SE**

ACCIÓN FITOSANITARIA: Mesurol es un insecticida carbamato de contacto e ingestión de excelente acción contra trips (*Frankiniella* sp. *Trips tabaci*).

TOXICIDAD: Categoría toxicológica II.

**KARATE ZEON**

ACCIÓN FITOSANITARIA: Insecticida microencapsulado, de amplio espectro, acción de contacto e ingestión que posee propiedades repelentes, las microcápsulas permiten que el ingrediente activo se libere casi inmediatamente después de que se seca el depósito de la aspersión, prolongando así su acción sobre un amplio rango de plagas foliares y de la superficie del suelo.

TOXICIDAD: Categoría toxicológica III.

**CUADRO 39: Análisis de variancia para el crecimiento de *Trichoderma harzianum*, en la prueba de tolerancia a productos químicos, utilizados para el control de plagas y enfermedades foliares, en la finca de investigación (Cuadrados medios).**

Fuente de Variación	Gl.	EVALUACIONES DIARIAS		
		1° día	2° día	3° día
TOTAL	35			
Tratamientos	11	0.214 **	4.683 **	21.295 **
ERROR	24	0.021	0.059	0.055
$\bar{X}$ (cm.)		0.186	0.728	1.342
CV (%)		78.07	33.42	17.48

El análisis de variancia permitió constatar, diferencias significativas al 1%, para los tratamientos en los tres días evaluados, lo que estableció que el crecimiento de *Trichoderma harzianum*, fue notable en cada toma de datos.

Por otro lado los promedios relacionados con el crecimiento diametral diario de *T. harzianum*, estuvieron comprendidos entre 0.186 y 1.342 cm, mientras que el coeficiente de variación comprendió un rango de 17.48 hasta 78.07%.

Una visión mas clara, ofrece la prueba de Duncan al 5 %, la cual se encuentra en el cuadro 40.

**CUADRO 40: Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de *Trichoderma harzianum*, en la prueba de tolerancia a productos químicos, utilizados para el control de plagas y enfermedades foliares, en la finca de investigación.**

TRATAMIENTOS		EVALUACIONES DIARIAS		
		1° día	2° día	3° día
T1	Mertect 500 SC	0.000 d	0.000 e	0.000 f
T2	Novak 70 %	0.500 ab	0.567 cd	0.767 cd
T3	Rovral 500 se	0.133 cd	0.533 cd	0.533 de
T4	Scala 40 SC	0.000 d	0.233 de	0.233 ef
T5	Fitoraz 76 PM	0.000 d	0.000 e	0.000 f
T6	Score 250 EC	0.000 d	0.000 e	0.000 f
T7	Shurigan	0.000 d	0.000 e	0.000 f
T8	Match 50 EC	0.000 d	0.000 e	0.000 f
T9	Padan 500 PS	0.333 bc	1.533 b	4.067 b
T10	Mesurol 500 se	0.000 d	0.933 c	0.967 c
T11	Karate Zeon	0.533 ab	0.533 cd	0.533 de
T12	Testigo	0.733 a	4.400 a	9.000 a

Los productos que permitieron al menos un desarrollo escueto del micelio, fueron: Padan, Mesurol, Novak, Karate, Rovral y Scala, mientras que el resto, no facilito el desarrollo del micelio.

- k. Prueba de tolerancia de *Trichoderma C<sub>19</sub>* (*T. pseudokoningii*) vs los productos químicos utilizados para la II fase de desinfección del bulbo.



Crecimiento cepa 19, en medio con Vydate

La cepa 19 (*T. pseudokoningii*), fue aislada de bulbos y reinoculada a bulbos, por lo que era de trascendental importancia, realizar esta investigación, los productos utilizados en la segunda etapa de desinfección de bulbos, son: Vydate, Benlate y Sportak que se detallan mas adelante.

El procedimiento fue similar al utilizado en la prueba de tolerancia de la cepa 17 para productos químicos aplicados al follaje. Para la evaluación, se utilizaron análisis estadísticos, los cuales se presentan en el cuadro 41.

#### **VYDATE SL**

(Oxamyl (Carbamato) 240 g/l) líquido soluble, INSECTICIDA – NEMATICIDA. Actúa por contacto e ingestión, control plagas, minadores, pulgones (Dupont Colombia).

#### **BENLATE OD,**

(Benomyl (Carbamato) 500 g/kg), polvo suspendible en aceite, FUNGICIDA sistémico de aspersión foliar, control sigatoka negra,.

#### **SPORTAK 45 EC**

ACCIÓN FITOSANITARIA: Es un fungicida sistémico translaminar protectante y curativo para el control de enfermedades producidas por hongos deuteromicetos en ornamentales y otros cultivos. Especialmente recomendado en tratamientos post-cosecha perteneciente al grupo químico de los imidazoles.

TOXICIDAD: Categoría toxicológica III (franja azul),

**CUADRO 41: Análisis de variancia para el crecimiento de *Trichoderma pseudokoningii*, en la prueba de tolerancia a productos químicos, utilizados en la II etapa de desinfección de bulbos. (Cuadrados medios).**

Fuente de Variación	Gl.	EVALUACIONES DIARIAS		
		1° día	2° día	3° día
TOTAL	11			
Tratamientos	3	0.567 **	12.860 **	41.167 **
ERROR	8	0.010	0.023	0.290
$\bar{X}$ (cm.)		0.375	1.767	3.175
CV (%)		26.67	8.65	16.96

El análisis de variancia, revela significación al 1 % para los tratamientos, durante los tres días de evaluación, lo que permite conocer que el crecimiento de *Trichoderma pseudokoningii*, en los días evaluados, fue notorio de una forma general.

El cuadro 42 (Prueba de Duncan al 5 %), permite conocer lo sucedido con cada producto.

Los promedios de crecimiento diametral de *T. pseudokoningii*, fueron de 0.375 hasta 3.175 cm, distribuidos en los tres días de evaluación; el coeficiente de variación, comprendió un rango entre 8.65 y 26.67 %.

**CUADRO 42: Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de *Trichoderma pseudokoningii*, en la prueba de tolerancia a productos químicos, utilizados en la II etapa de desinfección de bulbos.**

TRATAMIENTOS		EVALUACIONES DIARIAS		
		1° día	2° día	3° día
T1	Vydate SL	0.700 b	3.100 b	5.700 b
T2	Benlate OD	0.000 c	0.000 c	0.000 c
T3	Sportak 45 EC	0.000 c	0.000 c	0.000 c
T4	Testigo	0.800 a	3.967 a	7.000 a

El crecimiento del testigo, fue lógicamente mayor que la cepa sometida al resto de productos. El único producto que permitió el desarrollo de la *T. pseudokoningii* fue Vydate.

- I. Pruebas de antagonismo entre *Rhizoctonia* sp. aislada de bulbo vs *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Trichoderma* C<sub>17</sub> (*T. harzianum*) y C<sub>19</sub> (*T. pseudokoningii*).



*Rhizoctonia* sp.  
vs *Bacillus* sp.

Esta prueba tuvo una particular importancia, pues la cepa de *Rhizoctonia* sp. utilizada, fue aislada de bulbos de *Liatris spicata*, de igual forma que las bacterias empleadas para esta investigación.

El antagonismo entre el patógeno y las bacterias, visualmente fue muy notorio, *Bacillus* sp, tuvo un crecimiento muy acelerado, ocupando en poco tiempo el medio que se hallaba libre del patógeno, mientras que *Pseudomonas fluorescens*, tuvo un crecimiento reducido.

El antagonismo entre el patógeno y las cepas de *Trichoderma* visualmente también estuvo presente. El análisis de variancia se describe en el cuadro 43.

**CUADRO 43: Análisis de variancia para el crecimiento de *Rhizoctonia* sp., en la prueba de antagonismo frente a *T. harzianum* y *T. pseudokoningii* así como también a bacterias biocontroladoras del los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas* (Cuadrados medios).**

Fuente de Variación	Gl.	EVALUACIONES DIARIAS			
		1° día	2° día	3° día	4° día
TOTAL	29				
Tratamientos	(9)	0.018 ns	0.016 ns	0.140 ns	14.466**
Rhizoctonia	4	0.028 ns	0.036 ns	0.349 ns	26.853 **
DRhi vs Bac	1	0.042 ns	0.007 ns	0.082 ns	0.282 *
DRhi vs Pse	1	0.007 ns	0.002 ns	0.007 ns	0.042 ns
DRhi vs C <sub>17</sub>	1	0.000 ns	0.002 ns	0.027 ns	1.402 **
DRhi vs C <sub>19</sub>	1	0.002 ns	0.007 ns	0.015 ns	1.402 **
DRhizoctonia test.	1	0.007 ns	0.007 ns	0.015 ns	0.000 ns
ERROR	20	0.010	0.018	0.156	0.052
$\bar{X}$ (cm.)		0.900	2.067	3.090	4.907
CV (%)		11.11	6.49	12.80	4.66

El análisis de variancia, únicamente detectó significación al 1 % en el cuarto día, lo que sugiere que el crecimiento diametral en este día, sufrió una alteración seguramente al enfrentarse a los biocontroladores. En el cuadro 44, se puede ver detalladamente lo sucedido.

En relación a los promedios del crecimiento diametral de *Rhizoctonia* sp., se pudo registrar que durante los días de evaluación, se presentó un rango que no excedió los 4.907 cm, teniendo como valor inferior 0.9 cm. Los coeficientes de variación, presentaron un intervalo comprendido entre los 4.66 y 12.8 %.

**CUADRO 44: Prueba de Duncan al 5 %, para el incremento diametral de *Rhizoctonia* sp., en la prueba de antagonismo frente, a bacterias biocontroladoras del los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas*. Así como también a *T. harzianum* y *T. pseudokoningii*.**

TRATAMIENTOS		EVALUACIONES DIARIAS			
		1° día	2° día	3° día	4° día
T1	<i>Rhi</i> vs <i>Bac</i> (a)	0.900	2.067	3.167	3.900 b
T2	<i>Rhi</i> vs <i>Bac</i> (b)	1.067	2.133	3.400	4.333 a
T3	<i>Rhi</i> vs <i>Pse</i> (a)	0.833	2.033	2.800	3.400
T4	<i>Rhi</i> vs <i>Pse</i> (b)	0.767	2.000	2.867	3.567
T5	<i>Rhi</i> vs C <sub>17</sub> (a)	0.900	2.100	3.333	3.533 b
T6	<i>Rhi</i> vs C <sub>17</sub> (b)	0.900	2.133	3.200	4.500 a
T7	<i>Rhi</i> vs C <sub>19</sub> (a)	0.900	2.100	2.833	3.433 b
T8	<i>Rhi</i> vs C <sub>19</sub> (b)	0.933	2.167	2.933	4.400 a
T9	<i>Rhizoctonia</i> test. (a)	0.933	2.000	3.133	9.000
T10	<i>Rhizoctonia</i> test. (b)	0.867	1.933	3.233	9.000

La prueba de Duncan al 5 %, aporta interesantes resultados al cuarto día, el crecimiento diametral de *Rhizoctonia* sp., fue afectado al enfrentarse con *Bacillus* sp., igual comportamiento sufrió el patógeno al entrar en contacto con las cepas 17 y 19 de *Trichoderma* sp.. En el caso de *Pseudomonas fluorescens*, no se registró significancia, a pesar de que visualmente se pudo constatar un detenimiento en el desarrollo de *Rhizoctonia* sp.

Todo lo anotado anteriormente, permite asegurar que existe un antagonismo entre *Rhizoctonia* sp. y *Bacillus* sp. (bacteria muy agresiva), de igual forma se presenta ante las dos cepas de *Trichoderma* sp. Se pudo constatar el antagonismo debido a que sus dos medidas de crecimiento diametral, sufrieron anomalías al cuarto día ya que la mediada a fue menor que b (ver esquema 5).

m. Conteo y calibración de las esporas de las cepas de *Trichoderma* C<sub>17</sub> (*T. harzianum*) y C<sub>19</sub> (*T. pseudokoningii*).

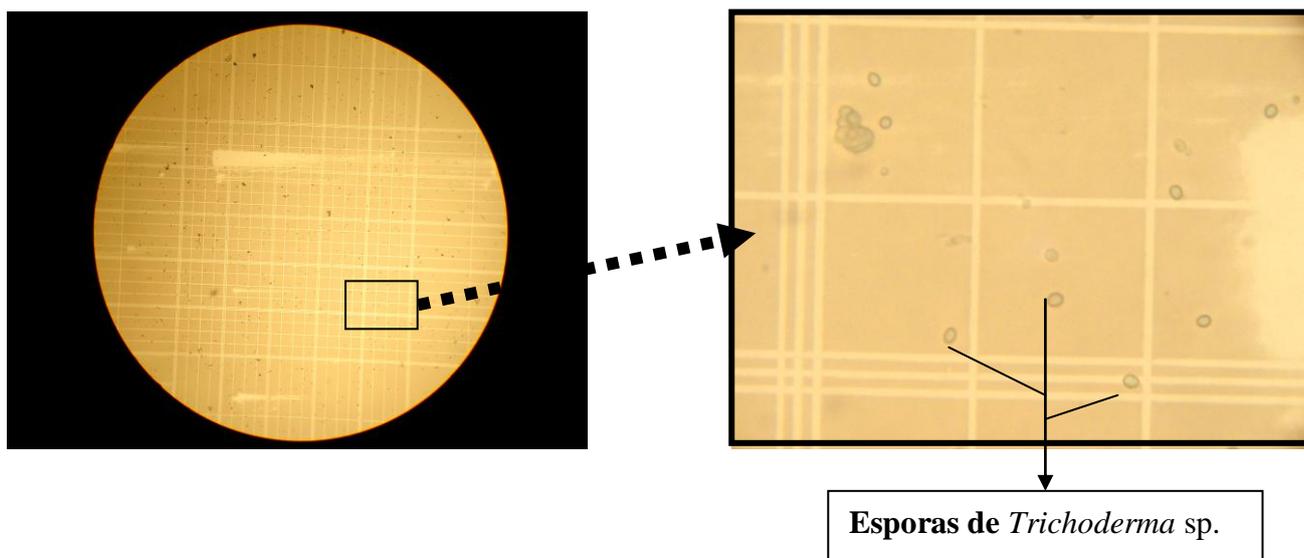


Cámara de Neubauer

Una vez obtenidos los lotes de producción de *T. harzianum* y *T. pseudokoningii*, se procedió a verificar el número de esporas (unidades formadoras de colonias), de ambos lotes de producción.

Los procesos seguidos, ya se describieron en la metodología de investigación. Una vez obtenida la suspensión de esporas procedente del muestreo de los lotes y con la ayuda de una cámara de Neubauer se contabilizaron las esporas. En la foto 23, se puede reconocer la micro cuadrícula así como también las esporas (ufs) de *Trichoderma* sp.

#### FOTO 23: Micro cuadrícula de la Cámara de Neubauer



Esporas de *Trichoderma* sp.

El número de ufc, para cada cepa, se detalla en el cuadro 45, donde se aprecia tanto las esporas por gramo de arroz inoculado con *Trichoderma*, así como también, el contenido de esporas por frasco preparado (100 g de arroz).

**CUADRO 45: Conteo y calibración de las esporas de *T. harzianum* y *T. pseudokoningii*.**

<b>Cepa 17 (<i>Trichoderma harzianum</i>)</b>				
<b>Lotes</b>			<b># ufc / g</b>	<b># ufc / frasco</b>
<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>		
42.9 ufc	16.9 ufc	37 ufc	$8.36 \times 10^6$	$8.36 \times 10^8$
<b>Cepa 19 (<i>Trichoderma pseudokoningii</i>)</b>				
<b>Lotes</b>			<b># ufc / g</b>	<b># ufc / frasco</b>
<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>		
18.8 ufc	11.9 ufc	15.5 ufc	$3.85 \times 10^6$	$3.85 \times 10^8$

Para saber la cantidad que se debe aplicar de ufc, se tomó como base un producto comercial (MYCOBAC) a base de *Trichoderma lingnorum*, cuya concentración es de  $1 \times 10^7$  ufc / g. Se observó que las concentraciones obtenidas de la multiplicación de las cepas de *Trichoderma* spp, superaba la concentración del producto comercial, lo que indica que se dispuso de una buena concentración de esporas.

## **B. SEGUNDA ETAPA**

### **1. Análisis Económico.**

Siguiendo la metodología de presupuesto parcial, se procedió a obtener los beneficios brutos que corresponden a la proyección por hectárea del número de tallos multiplicado por su valor (0.12 – 0.14 dólares/tallo).

Por otro lado se obtuvo los costos variables que corresponden a los costos correspondientes a cada uno de los tratamientos (mano de obra, materiales para la desinfección de suelos, entre otros). La diferencia entre Beneficio bruto y costos variables, se obtuvo el beneficio neto el cual se presenta en el cuadro 46.

**CUADRO 46: Beneficio bruto, costos variables y beneficio neto de los tratamientos.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Beneficio Bruto</b>	<b>Costo Variable</b>	<b>Beneficio Neto</b>
<b>T1 S0B0C0A0 =</b>	116107,78	17101,07	99006,71
<b>T2 S0B0C0A1 =</b>	104087,81	17101,43	86986,38
<b>T3 S0B0C1A0 =</b>	110992,90	17978,21	93014,69
<b>T4 S0B0C1A1 =</b>	108179,71	17978,57	90201,14
<b>T5 S0B1C0A0 =</b>	104599,30	17103,29	87496,01

T6	S0B1C0A1 =	121734,14	17103,65	104630,50
T7	S0B1C1A0 =	121222,66	17980,43	103242,23
T8	S0B1C1A1 =	116107,78	17980,79	98126,99
T9	S1B0C0A0 =	91044,86	15085,07	75959,80
T10	S1B0C0A1 =	99995,90	15085,43	84910,48
T11	S1B0C1A0 =	89254,66	15962,21	73292,45
T12	S1B0C1A1 =	101018,88	15962,57	85056,31
T13	S1B1C0A0 =	106645,25	15087,29	91557,96
T14	S1B1C0A1 =	103320,58	15087,65	88232,93
T15	S1B1C1A0 =	109202,69	15964,43	93238,26
T16	S1B1C1A1 =	118153,73	15964,79	102188,94
T17	S2B0C0A0 =	98461,44	12985,07	85476,37
T18	S2B0C0A1 =	102553,34	12985,43	89567,92
T19	S2B0C1A0 =	102297,60	13862,21	88435,39
T20	S2B0C1A1 =	111760,13	13862,57	97897,56
T21	S2B1C0A0 =	105366,53	12987,29	92379,24
T22	S2B1C0A1 =	109714,18	12987,65	96726,53
T23	S2B1C1A0 =	108435,46	13864,43	94571,03
T24	S2B1C1A1 =	108179,71	13864,79	94314,93
T25	S3B0C0A0 =	110140,42	15501,20	94639,21
T26	S3B0C0A1 =	107526,14	15501,56	92024,58
T27	S3B0C1A0 =	107313,02	16378,34	90934,68
T28	S3B0C1A1 =	102936,96	16378,70	86558,26
T29	S3B1C0A0 =	117244,42	15503,42	101741,00
T30	S3B1C0A1 =	112726,27	15503,78	97222,49
T31	S3B1C1A0 =	112129,54	16380,56	95748,98
T32	S3B1C1A1 =	107597,18	16380,92	91216,26
T33	S4B0C0A0 =	109117,44	17315,31	91802,13
T34	S4B0C0A1 =	111873,79	17315,67	94558,12
T35	S4B0C1A0 =	102965,38	18192,45	84772,92
T36	S4B0C1A1 =	114701,18	18192,81	96508,37
T37	S4B1C0A0 =	124916,74	17317,53	107599,21
T38	S4B1C0A1 =	112470,53	17317,89	95152,64
T39	S4B1C1A0 =	120057,60	18194,67	101862,93
T40	S4B1C1A1 =	109131,65	18195,03	90936,62

Colocando los beneficios netos en orden decreciente se procedió a efectuar el análisis de dominancia, donde el tratamiento dominado es aquel que a igual o menor beneficio neto, presenta un mayor costo variable lo que se puede ver en el cuadro 47.

**CUADRO 47: Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio.**

Tratamientos	Costo Variable	Beneficio Neto
T37 S4B1C0A0 =	17317,53	107599,21
T6 S0B1C0A1 =	17103,65	104630,50
T7 S0B1C1A0 =	17980,47*	103242,23
T16 S1B1C1A1 =	15964,79	102188,94
T39 S4B1C1A0 =	18194,67*	101862,93
T29 S3B1C0A0 =	15503,42	101741,00

T1	S0B0C0A0 =	17101,07*	99006,71
T8	S0B1C1A1 =	17980,79*	98126,99
T20	S2B0C1A1 =	13862,57	97897,56
T30	S3B1C0A1 =	15503,78*	97222,49
T22	S2B1C0A1 =	12987,65	96726,53
T36	S4B0C1A1 =	18192,81*	96508,37
T31	S3B1C1A0 =	16380,56*	95748,98
T38	S4B1C0A1 =	17317,89*	95152,64
T25	S3B0C0A0 =	15501,20*	94639,21
T23	S2B1C1A0 =	13864,43*	94571,03
T34	S4B0C0A1 =	17315,672*	94558,12
T24	S2B1C1A1 =	13864,79*	94314,93
T15	S1B1C1A0 =	15964,43*	93238,26
T3	S0B0C1A0 =	17978,21*	93014,69
T21	S2B1C0A0 =	12987,29	92379,24
T26	S3B0C0A1 =	15501,562*	92024,58
T33	S4B0C0A0 =	17315,312*	91802,13
T13	S1B1C0A0 =	15087,29*	91557,96
T32	S3B1C1A1 =	16380,92*	91216,26
T40	S4B1C1A1 =	18195,03*	90936,62
T27	S3B0C1A0 =	16378,342*	90934,68
T4	S0B0C1A1 =	17978,57*	90201,14
T18	S2B0C0A1 =	12985,43	89567,92
T19	S2B0C1A0 =	13862,29*	88435,39
T14	S1B1C0A1 =	15087,65*	88232,93
T5	S0B1C0A0 =	17103,29*	87496,01
T2	S0B0C0A1 =	17101,43*	86986,38
T28	S3B0C1A1 =	16378,70*	86558,26
T17	S2B0C0A0 =	12985,07	85476,37
T12	S1B0C1A1 =	15962,57*	85056,31
T10	S1B0C0A1 =	15085,43*	84910,48
T35	S4B0C1A0 =	18192,452*	84772,92
T9	S1B0C0A0 =	15085,04*	75959,80
T11	S1B0C1A0 =	15962,21*	73292,45

En el cuadro 48, se presenta el análisis marginal de los tratamientos, para el cual se tomaron los datos no dominados presentes en el cuadro anterior.

**CUADRO 48: Análisis marginal de los tratamientos no dominados.**

Tratamientos	Beneficio Neto	Costo Variable	△Beneficio Neto	△Costo Variable	TIR
T37 S4B1C0A0 =	107599,21	17317,53	2968,71	213,88	13,88
T6 S0B1C0A1 =	104630,50	17103,65	2441,56	1138,86	2,14
T16 S1B1C1A1 =	102188,94	15964,79	447,95	461,37	0,97
T29 S3B1C0A0 =	101741,00	15503,42	3843,44	1640,85	2,34
T20 S2B0C1A1 =	97897,56	13862,57	1171,03	874,92	1,34
T22 S2B1C0A1 =	96726,53	12987,65	4347,29	0,36	12075,80
T21 S2B1C0A0 =	92379,24	12987,29	2811,33	1,86	1513,09
T18 S2B0C0A1 =	89567,92	12985,43	4091,54	0,36	11365,40
T17 S2B0C0A0 =	85476,37	12985,07	85476,37	12985,07	6,58

Los tratamientos de mejor desempeño económico, tomando en cuenta el beneficio neto y los costos variables, en orden descendente fueron:

- T22 (BrMe 250 kg/ha, desinfección de bulbo químico-biológico, 1 saco de compost y con la aplicación foliar de *T. harzianum*).
- T18 (BrMe 250 kg/ha, desinfección de bulbo químico, 1 saco de compost y con la aplicación foliar de *T. harzianum*).
- T21 (BrMe 250 kg/ha, desinfección de bulbo químico-biológico, 1 saco de compost y sin la aplicación foliar de *T. harzianum*).
- T37 (**Vapor\* 40 min**, desinfección de bulbo químico-biológico, 1 saco de compost y sin la aplicación foliar de *T. harzianum*)

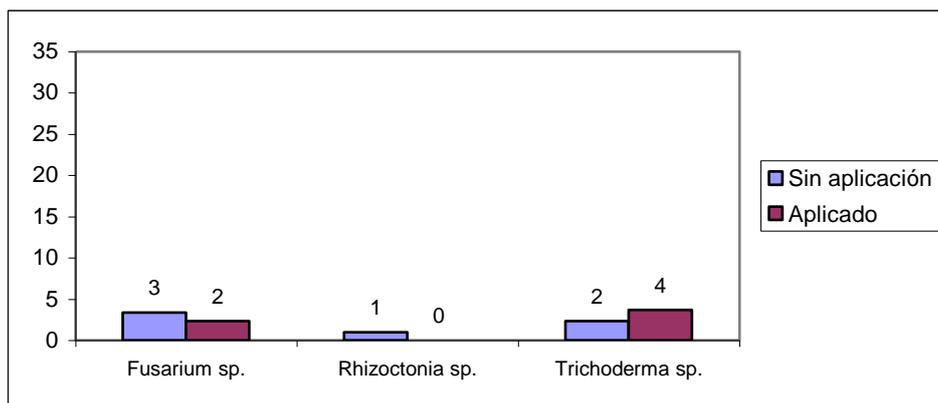
## 2. Fase de Laboratorio.

### a. Presencia de patógenos y *Trichoderma* sp en bulbos.

En la quinta semana de cultivo, se encontró a *Fusarium* sp, *Rhizoctonia* sp. y *Trichoderma* sp., así como también trazas de micelio cenocítico, *Aspergillus* sp y *Acremonium* sp. (Saprofitos).

El numero de colonias en bulbos, fue reducido, pero sobresalió *Fusarium* sp, y *Trichoderma* sp., para una mejor comprensión en el grafico 5, se presentan los promedios de los niveles poblacionales sin y con la aplicación de *T. pseudokoningii*, utilizado en la desinfección química-biológica de bulbos.

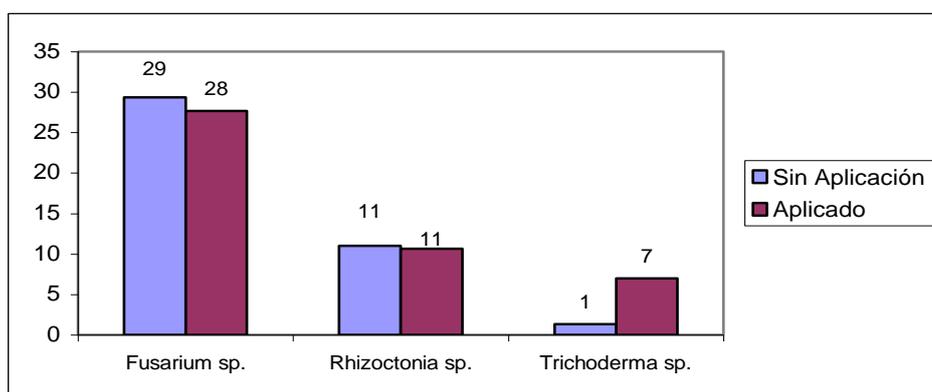
Se puede ver, que los niveles poblaciones se reducen en bulbos con desinfección química-biológica, de igual forma se consta también que los bulbos no sometidos a esta desinfección, poseen *Trichoderma* sp.



**GRAFICO 5: Promedios de numero de colonias en bulbos de *Liatris spicata*, en la quinta semana de cultivo, aplicando o no *T. pseudokoningii*, en la II etapa de desinfección de bulbo.**

Por otro lado en la décima semana de cultivo, los niveles poblacionales de *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.*, se incrementaron, se encontraron trazas de *Aspergillus sp.*, *Acremonium sp.*, *Botrytis sp.* y *Pythium sp.*

En el grafico 6 se presentan los incrementos poblacionales, donde se aprecia que *Fusarium sp.* tiene un crecimiento muy agresivo, siguiéndolo esta *Rhizoctonia sp.* La presencia de *Trichoderma sp.*, se incrementó, pero no la medida suficiente para aminorar el numero de colonias de los patógenos.



**GRAFICO 6: Promedios de numero de colonias en bulbos de *Liatris spicata*, en la décima semana de cultivo, aplicando o no *T. pseudokoningii*, en la II etapa de desinfección de bulbo.**

## b. Análisis microbiológicos y físico-químico de compost y suelos:

## 1. Compost

## 1.1. Microbiológico



*Aspergillus* sp.

Este análisis permitió conocer la calidad del compost que la finca produce, obteniendo la ausencia de patógenos en todas la muestras procesadas, lo único que se encontró, fue altas

poblaciones del hongo saprofito *Aspergillus* spp.

## 1.2. Físico- químico

Para este análisis, se enviaron muestras al laboratorio de suelos, en el cuadro 49, se presentan los resultados.

**CUADRO 49: Análisis Físico químico de Compost.**

Análisis de Compost										
N	NO3	P2O5	K2O	CaO	MgO	Na	S	Zn	Cu	Fe
%	ppm	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
2,34	240	1,15	2,76	1,68	0,83	0,014	820	135	28	5625
Mn	B	M.O.	C	Humedad	C.E.	C/N	pH			
ppm	ppm	%	%	%	mmhos/cm					
447	8,5	37,31	21,6	39,94	6,72	9,2	8,5			

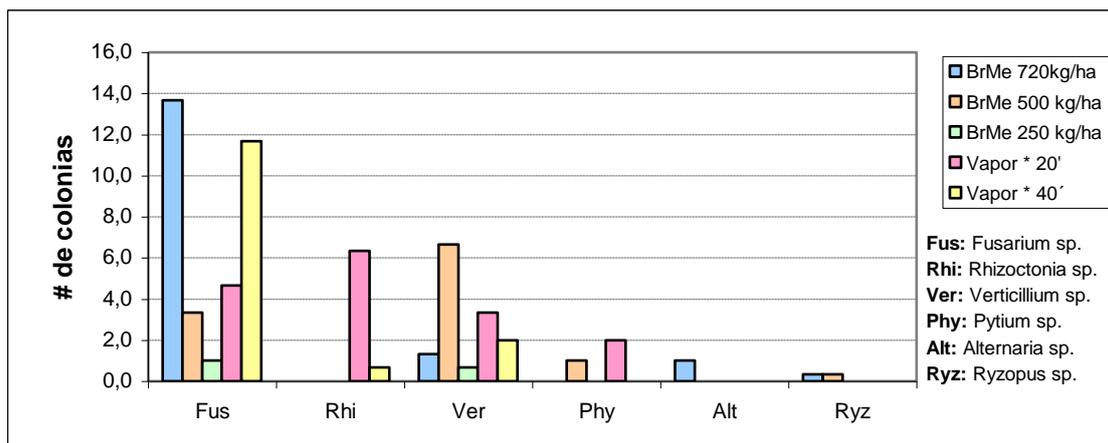
## 2. Suelos

## 2.1 Microbiológico

## 2.1.1 Inicial

Para saber los niveles poblacionales de patógenos, se realizó este análisis, tomando muestras representativas de las áreas que iban a ser desinfectadas con BrMe o vapor, obteniendo los resultados que se exponen en el grafico 7.

Se pudo constatar que en general, existía una mejor distribución y una alta población de *Fusarium* sp., y *Verticillium* sp.. *Rhizoctonia* sp., no estuvo muy presente y se constataron trazas de *Pythium* sp, *Alternaria* sp. y *Ryzopus* sp.

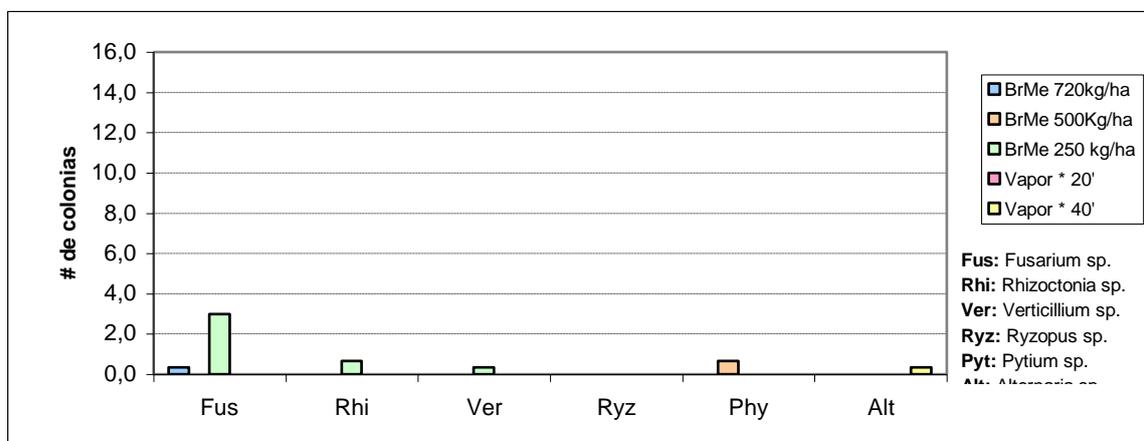


**GRAFICO 7: Análisis Fitopatológico Inicial de suelos por área a desinfectar con BrMe y Vapor**

### 2.1.2. Intermedio

Después de la desinfección de suelos con BrMe y Vapor, se tomaron muestras de cada área desinfectada, obteniendo los resultados que expuestos en el grafico 8.

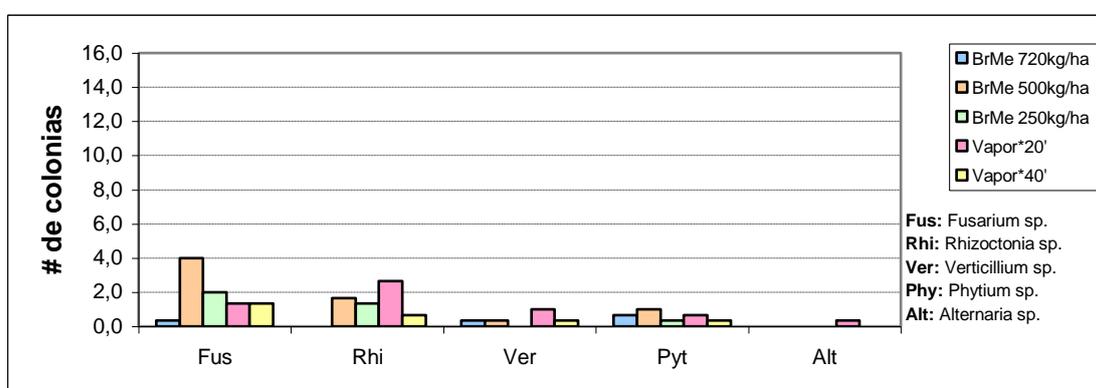
Todos los tratamientos bajaron notablemente los niveles poblacionales, BrMe 250kg/ha, fue el que mantuvo mayor numero de colonias para *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., y *Verticillium* sp., mientras que Vapor\*20', permitió un tenue desarrollo de *Pythium* sp. y Vapor\*40' uno ligero de *Alternaria* sp.



**GRAFICO 8: Análisis Fitopatológico Intermedio de suelos por área desinfectada con BrMe y Vapor**

## 2.1.3. Final

En la décimo tercera semana de cultivo, se tomaron muestras, se encontró que la repoblación de patógenos va en incremento, especialmente para *Fusarium* sp. y *Rhizoctonia* sp. Se observó que *Fusarium* sp., tiene un mayor desarrollo con una desinfección de 500 kg/ha de BrMe, mientras que *Rhizoctonia* sp., posee un mejor desarrollo, cuando fue sometida a Vapor\*40', para el resto de hongos la repoblación es homogénea. (ver grafico 9).



**GRAFICO 9: Análisis Fitopatológico Final de suelos por área desinfectada con BrMe y Vapor**

## 2.2. Físico- químico

## 2.2.1. Inicial

Previa a la implementación de la investigación, se recogió una muestra representativa del lote, la cual se envió al laboratorio de suelos para su evaluación los datos obtenidos, se presentan en el cuadro 50.

**CUADRO 50: Análisis Fitopatológico Inicial de suelos por área a desinfectar con BrMe y Vapor**

MUESTREO GENERAL									% Arena 82	% Arcilla 4	% Limo 14
pH	C.E. mmhos/cm	M.O. %	NH4 ppm		P ppm	K meq/100 ml	Ca meq/100 ml	Mg meq/100 ml	Na meq/100 ml		CICE meq/100 ml
7,1	0,74	0,64	21		52	1,08	5,2	1,4	0,11		7,79
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	B ppm	S ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4		
6,8	27,9	2,9	5	0,72	13,7	9,62	3,71	1,29	6,11		

### 2.2.2. Intermedio

Una vez realizada la desinfección de suelos, se tomaron cinco muestras representativas de cada área desinfectada, cada una de las cuales se expone en los cuadros 51, 52, 53, 54 y 55.

**CUADRO 51: Análisis Físico-Químico Intermedio de suelos desinfectados con BrMe a 720 kg/ha.**

BrMe 720 KG/HA									% Arena 80	% Arcilla 6	% Limo 14
pH	C.E. mmhos/cm	M.O. %	NH4 ppm	NO3 Ppm	P ppm	K meq/100 ml	Ca meq/100 ml	Mg meq/100 ml	Na meq/100 ml	Al+H meq/100 ml	CICE meq/100 ml
7,3	0,29	0,92	33	2	80	1,08	5,34	1,36	0,08	0,24	8,1
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	B Ppm	S ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4		S.B. %
8	25,9	1,9	4,8	0,42	7,5	13,63	3,92	1,25	6,2		97,12

**CUADRO 52: Análisis Físico-Químico Intermedio de suelos desinfectados con BrMe a 500 kg/ha.**

BrMe 500 KG/HA									% Arena 78	% Arcilla 8	% Limo 14
pH	C.E. mmhos/cm	M.O. %	NH4 ppm	NO3 Ppm	P ppm	K meq/100 ml	Ca meq/100 ml	Mg meq/100 ml	Na meq/100 ml	Al+H meq/100 ml	CICE meq/100 ml
6,9	0,32	0,71	34	2	55	0,99	4,24	1,22	0,09	0,23	6,77
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	B Ppm	S ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4		S.B. %
8,6	26,9	1,9	6,2	0,42	6,7	14,15	3,47	1,23	5,51		96,71

**CUADRO 53: Análisis Físico-Químico Intermedio de suelos desinfectados con BrMe a 250 kg/ha.**

BrMe 250 KG/HA									% Arena 78	% Arcilla 8	% Limo 14
pH	C.E. mmhos/cm	M.O. %	NH4 ppm	NO3 ppm	P ppm	K meq/100 ml	Ca meq/100 ml	Mg meq/100 ml	Na meq/100 ml	Al+H meq/100 ml	CICE meq/100 ml
7,1	0,33	0,98	33	6	40	1,07	4,14	1,23	0,09	0,44	6,97
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	B ppm	S ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4		S.B. %
7,2	23,9	1,8	8,6	0,66	6,3	13,27	3,36	1,15	5,01		94,06

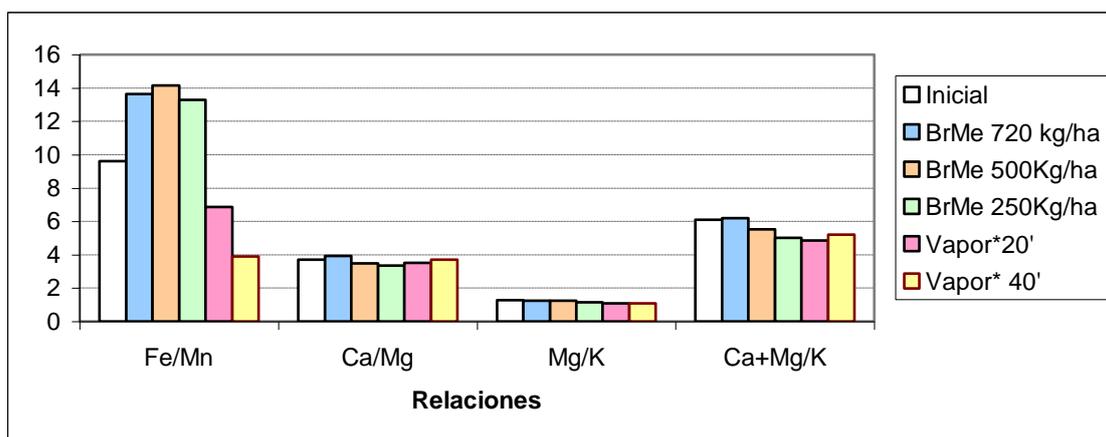
**CUADRO 54: Análisis Físico-Químico Intermedio de suelos desinfectados con vapor por 20 minutos.**

Vapor * 20 MINUTOS									% Arena 80	% Arcilla 6	% Limo 14
pH	C.E. mmhos/cm	M.O. %	NH4 ppm	NO3 ppm	P ppm	K meq/100 ml	Ca meq/100 ml	Mg meq/100 ml	Na meq/100 ml	Al+H meq/100 ml	CICE meq/100 ml
7,1	0,35	1	38	7	45	1,06	4,02	1,14	0,09	0,45	6,76
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	B ppm	S ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4		S.B. %
6,8	24,1	3,5	6,9	0,39	7,2	6,88	3,52	1,07	4,86		93,75

**CUADRO 55: Análisis Físico-Químico Intermedio de suelos desinfectados con vapor por 40 minutos.**

Vapor * 40 MINUTOS									% Arena 80	% Arcilla 6	% Limo 14
pH	C.E. mmhos/cm	M.O. %	NH4 ppm	NO3 ppm	P ppm	K meq/100 ml	Ca meq/100 ml	Mg meq/100 ml	Na meq/100 ml	Al+H meq/100 ml	CICE meq/100 ml
7,3	0,33	1,01	38	4	65	1,17	4,81	1,29	0,08	0,33	7,68
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	B ppm	S ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4		S.B. %
8,9	28,5	7,3	7,2	0,48	8,3	3,9	3,72	1,1	5,21		95,88

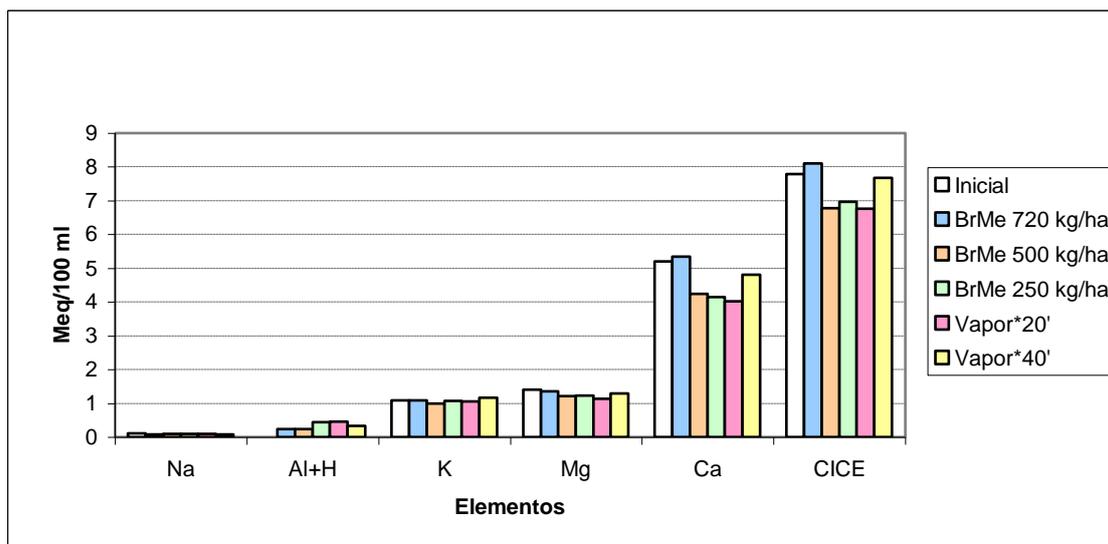
Comparando con el análisis inicial, el pH, se mantuvo en un rango constante de 7, mientras que la conductividad eléctrica fue afectada, aminorando su valor en general de 0.7 (análisis inicial) a 0.3 mmhos/cm, en cuanto a las relaciones Fe/Mn, experimento un incremento para las desinfecciones con BrMe mientras que para vapor, una disminución de 3 y 6 puntos (vapor\*20 y 40' respectivamente). Ver grafico 10.



**GRAFICO 10: Relaciones en la Interacción entre análisis inicial e intermedio**

Las relaciones Ca/Mg y Mg/k, se mantuvieron constantes, mientras que para Ca+Mg/K, se presentó una disminución conforme aminora la concentración de BrMe, lo que no ocurrió con las desinfecciones con vapor, las cuales aumentaron conforme el aumento de tiempo de exposición.

Los meq/100ml de Na, se mantuvieron constantes entre el análisis inicial y cada desinfección de suelo, esto no ocurrió con los niveles de acidez total (Al+H), ya que en la muestra del análisis inicial no se registró este nivel, mientras que en las muestras recolectadas luego de las desinfecciones si se encontraron, estas diferencias aumentaron para BrMe, al ir disminuyendo la dosis del producto, mientras que para vapor el efecto fue opuesto. Ver grafico 11.



**GRAFICO 11: Mili equivalentes / 100 mililitro en la Interacción entre análisis inicial e intermedio**

Para los meq/100 ml de K, no se encontró mayor diferencia entre las desinfecciones y el análisis inicial, por otro lado, se pudo constatar que para Mg, existe una disminución conforme decrece la concentración de BrMe, mientras que para vapor, aumenta al incrementar el tiempo de exposición.

En lo referente a Ca y CICA, se observó que existe un decremento de acuerdo a la disminución de la dosis de BrMe, cosa que no ocurre para las desinfecciones con vapor donde existe un despunte de vapor\*40 minutos, que casi equipara al análisis inicial.

Los ppm para el P, tienen un notable aumento para BrMe 720 kg/ha, a partir de esta desinfección de suelo, disminuyen los ppm de acuerdo con la disminución de los niveles de aplicación de BrMe, para vaporización, el efecto es contrario y van incrementándose.

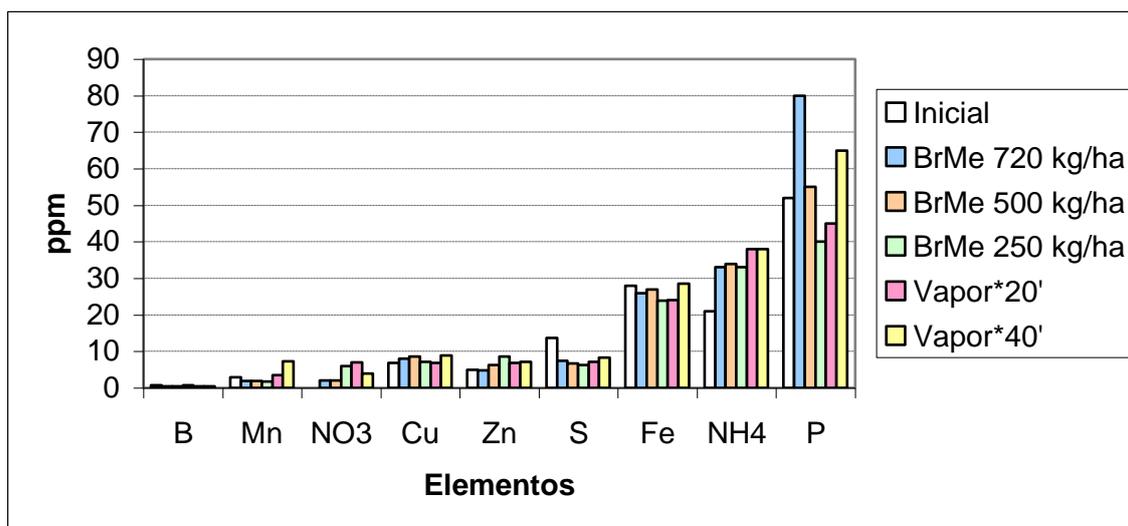
El NH<sub>4</sub>, por su parte tiene un aumento constante de ppm, que esta de acuerdo al incremento de los niveles de BrMe, para las zonas vaporizadas, el comportamiento es el mismo, obteniéndose que la desinfección sometida a 40 minutos de vapor, es la que mas ppm posee. (ver grafico 12).

Para Fe y Mn, existe una disminución de ppm para las desinfecciones con BrMe, mientras que para las zonas vaporizadas existen incrementos, es de esta forma que existe un despunte con vapor\*40 minutos, que sobrepasa al análisis inicial.

En el caso de los ppm de S, se puede ver que disminuyen de acuerdo al decremento de la dosis de BrMe mientras que para vapor, aumenta conforme se eleva el tiempo de explosión, es de este modo que con vapor a 40 minutos, los ppm de S rebasan al análisis inicial. Comportamiento muy parecido ocurre con el Mn.

El Zn y NO<sub>3</sub>, tienen un decremento tanto para BrMe como para vapor, en el primer caso, existe un ligero despunte de BrMe 500 kg/ha, mientras que para el segundo caso el despunte esta a cargo de BrMe 720 kg/ha, partir del cual el decremento es evidente

El Cu, presenta un incremento en cuanto a ppm, en las áreas tratadas con BrMe, mientras que en las zonas en las que se aplicó vapor, el comportamiento es decreciente, equiparándose los valores de vapor \* 40 minutos y BrMe 720 kg/ha. El B, mantiene un comportamiento homogéneo entre los análisis efectuados después de las desinfecciones de suelo y el análisis inicial de suelos.



**GRAFICO 12: Partes por millón en la Interacción entre análisis inicial e intermedio**

## 2.2.3. Final

En la décimo tercera semana de cultivo, se realizó este último análisis, con el objeto de saber en que condiciones se deja al suelo para el próximo ciclo de cultivo, cabe anotar que este análisis se lo hizo antes de las semanas de cosecha (semanas 14, 15 y 16), a continuación en los cuadros 56, 57, 58, 59 y 60 se exponen los resultados de este análisis.

**CUADRO 56: Análisis Físico-Químico Final de suelos desinfectados con BrMe a 720 kg/ha.**

BrMe 720 KG/HA									% Arena	% Arcilla	% Limo
pH	C.E. mmhos/cm	M.O. %	Sat. Ac %	N Total %	N disponi ppm	NO3 ppm	P ppm	K ppm	S ppm	Al+H meq/100 ml	CICE meq/100 ml
7,32	0,36	1,18	1,95	0,06	8,26	11,8	107,5	434,54	26	0,12	6,15
<b>Bases</b>	K meq/100 ml	Ca+Mg meq/100 ml	Ca meq/100 ml	Mg meq/100 ml	Na meq/100 ml		Ca/K R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4	TDS mg/l
	1,12	4,9	3,5	1,4	0,006		3,12	2,5	1,25	4,37	175

**CUADRO 57: Análisis Físico-Químico Final de suelos desinfectados con BrMe a 500 kg/ha.**

BrMe 500 KG/HA									% Arena	% Arcilla	% Limo
pH	C.E. mmhos/cm	M.O. %	Sat. Ac %	N Total %	N disponi ppm	NO3 ppm	P ppm	K ppm	S ppm	Al+H meq/100 ml	CICE meq/100 ml
7,8	0,5	1,39	1,44	0,07	9,73	13,6	112,5	500,04	38	0,108	5,57
<b>Bases</b>	K meq/100 ml	Ca+Mg meq/100 ml	Ca meq/100 ml	Mg meq/100 ml	Na meq/100 ml		Ca/K R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4	TDS mg/l
	1,28	4,2	3,8	0,4	0,003		2,96	9,5	0,31	3,28	247

**CUADRO 58: Análisis Físico-Químico Final de suelos desinfectados con BrMe a 250 kg/ha.**

BrMe 250 KG/HA									% Arena	% Arcilla	% Limo
pH	C.E. mmhos/cm	M.O. %	Sat. Ac %	N Total %	N disponi ppm	NO3 ppm	P ppm	K ppm	S ppm	Al+H meq/100 ml	CICE meq/100 ml
7,37	0,41	1,29	2,09	0,06	9,03	13,8	100	479,21	29,33	0,12	5,75
<b>Bases</b>	K meq/100 ml	Ca+Mg meq/100 ml	Ca meq/100 ml	Mg meq/100 ml	Na meq/100 ml		Ca/K R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4	TDS mg/l
	1,23	4,4	3,8	0,6	0,002		3,09	6,33	0,49	3,58	196

**CUADRO 59: Análisis Físico-Químico Final de suelos desinfectados con vapor por 20 minutos.**

Vapor * 20 MINUTOS									% Arena	% Arcilla	% Limo
pH	C.E. mmhos/cm	M.O. %	Sat. Ac %	N Total %	N disponi ppm	NO3 ppm	P ppm	K ppm	S ppm	Al+H meq/100 ml	CICE meq/100 ml
7,49	0,38	1,47	2,46	0,07	10,29	12,6	102,5	375,03	38,67	0,12	4,89
<b>Bases</b>	K meq/100 ml	Ca+Mg meq/100 ml	Ca meq/100 ml	Mg meq/100 ml	Na meq/100 ml		Ca/K R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4	TDS mg/l
	0,96	3,8	2,8	1	0,005		2,91	2,8	1,04	3,95	185

**CUADRO 60: Análisis Físico-Químico Final de suelos desinfectados con vapor por 40 minutos.**

Vapor * 40 MINUTOS									% Arena	% Arcilla	% Limo
pH	C.E. mmhos/cm	M.O. %	Sat. Ac %	N Total %	N disponi ppm	NO3 ppm	P ppm	K ppm	S ppm	Al+H meq/100 ml	CICE meq/100 ml
6,94	0,27	1,1	5,65	0,06	7,7	11,4	107,5	354,2	30	0,24	4,25
<b>Bases</b>	K meq/100 ml	Ca+Mg meq/100 ml	Ca meq/100 ml	Mg meq/100 ml	Na meq/100 ml		Ca/K R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4	TDS mg/l
	0,91	3,1	2,2	0,9	0,001		2,42	2,44	0,99	3,41	131

Los resultados del análisis, permitieron constatar que el porcentaje de nitrógeno total, es bajo para todos los tratamientos de desinfección, de igual forma se presenta para el nitrógeno contenido en NO<sub>3</sub>.

El S, P y K, acusaron niveles muy altos, con excepción, de BrMe 720 kg/ha, que tuvo niveles altos de S. En cuanto a las bases, se encontró niveles altos para K, mientras que bajos y muy bajos para Ca y Na respectivamente.

Mg tuvo un comportamiento especial, debido a que únicamente la desinfección con BrMe 500 kg/ha, registró niveles muy bajos de esta base, mientras que para el resto de desinfecciones se mantuvieron niveles bajos.

### 3. Fase de campo.

#### a. Tiempo a la brotación de los bulbos.



Brotación de bulbo  
en *Liatris spicata*

No se detectaron diferencias estadísticas en esta evaluación, todos los bulbos brotaron uniformemente en la primera semana, por tanto el tiempo de brotación no tuvo relación con la aplicación de los tratamientos.

#### b. Presencia de Maleza en el cultivo.



“Malva” junto a *Liatris spicata*

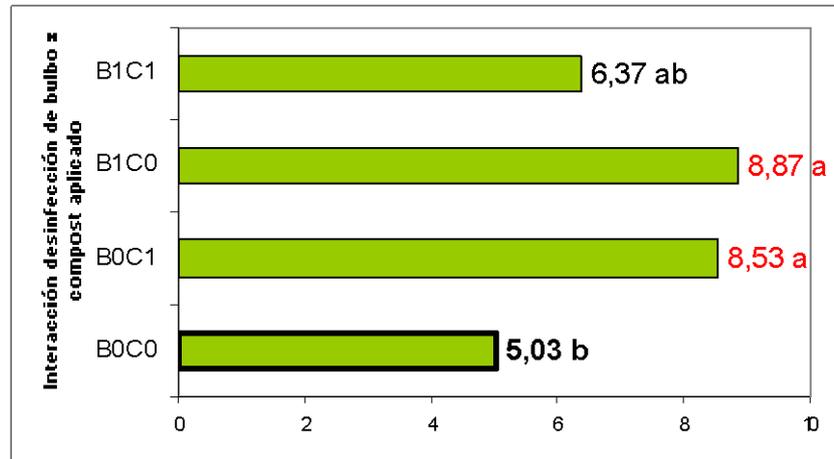
La presencia de malezas en cualquier cultivo, trae consigo problemas de manejo, ya que disminuyen la disponibilidad de nutrientes, restan luz, así como también son hospederos de plagas y enfermedades, de ahí que su control es necesario. En algunas fincas se realizan bromuraciones para evitar o aminorar la presencia de malezas antes que por problemas fitopatológicos. La principal maleza en el área de cultivo fue “malva” (*M. alba* y *peruviana*).

En el cuadro 61, se reporta el análisis de varianza para malezas, encontrándose que no existieron diferencias significativas para las desinfecciones de suelo y bulbo, como tampoco entre los niveles de compost aplicados al suelo, ni las aplicaciones foliares de *T. harzianum*. En el caso de las interacciones, se encontró una significación del 1 % para la interacción entre desinfección de bulbo y compost, registrada en la tercera semana evaluada.

**CUADRO 61: Análisis de varianza para el Numero de malezas /m<sup>2</sup>, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*, a la 3ra. y 4ta. semana de cultivo.**

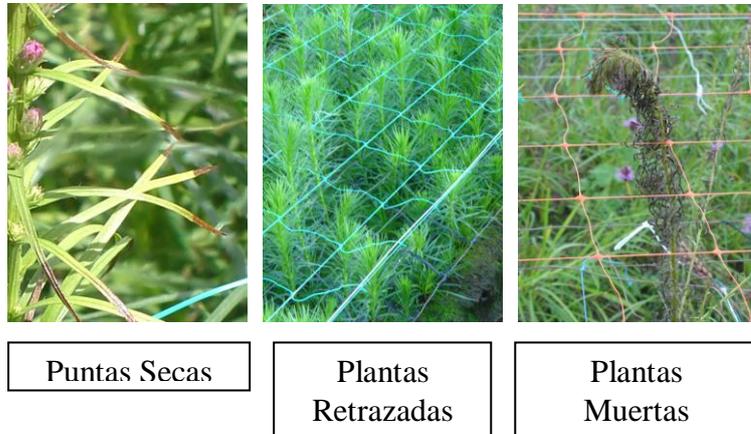
FUENTES DE VARIACIÓN	Gl.	NUMERO DE MALEZAS/m <sup>2</sup>	
		Tercera semana	Cuarta semana
TOTAL	119		
Repeticiones	2	288.300 ns	244.900 **
Desinfección de Suelos (S)	4	206.270 ns	59.650 ns
<i>Error</i>	<u>8</u>	<u>107.120</u>	<u>20.350</u>
Desinfección de Bulbo (B)	1	20.830 ns	12.030 ns
SxB	2	16.100 ns	24.320 ns
<i>Error</i>	<u>6</u>	<u>24.475</u>	<u>11.460</u>
Sub-sub. Parcela	(3)	3.170 ns	8.680 ns
Nivel de Compost (C)	1	7.500 ns	0.130 ns
Aplicación de <i>Trichoderma</i> (A)	1	0.833 ns	1.630 ns
C x A	1	1.200 ns	24.300 ns
S x Sub-sub. Parcela	(12)	8.850 ns	9.340 ns
S x C	4	13.060 ns	3.340 ns
S x A	4	3.140 ns	2.840 ns
S x C x A	4	10.340 ns	21.84 ns
B x Sub-sub. Parcela	(3)	94.100 *	21.65 ns
B x C	1	270.000 **	40.83 ns
B x A	1	4.800 ns	10.80 ns
B x C x A	1	7.500 ns	13.330 ns
(S x B) x Sub-sub. Parcela	(12)	18.560 ns	13.800 ns
S x B x C	4	38.930 ns	5.120 ns
S x B x A	4	5.730 ns	15.840 ns
S x B x C x A	4	11.020 ns	20.450 ns
<i>Error</i>	<u>60</u>	<u>24.960</u>	<u>12.110</u>
$\bar{X}$ (# malezas/m <sup>2</sup> )		7.20	6.4
CV (%)		69.39	54.38

En el Grafico 13 se puede apreciar la prueba de Duncan al 5%. para la interacción entre desinfección de bulbo y compost. La interacción que menor número de malezas registró, fue B0C0 (desinfección química de bulbo con 1 saco de compost).



**GRAFICO 13:** Prueba de Duncan al 5%, en el numero de malezas /m<sup>2</sup>, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*, a la tercera.

c. Porcentaje de plantas con hojas secas, retardadas en crecimiento y/o enfermas.



Plantas retrazadas en cuanto a su crecimiento, se refieren a plantas que en las semanas iniciales de cultivo, presentaron visualmente diferencias en cuanto a su altura, muchas de las mismas que con el transcurso del tiempo, se llegaron a recuperar, esta evaluación se efectuó con el objeto de hacer un seguimiento de las plantas en sus primeros estadios.

Para el caso de plantas enferma, estas básicamente presentaron colores verde amarillentos, pérdida de succulencia en hojas y paulatinamente muerte, en estudios posteriores de laboratorio, se determino que esta sintomatología, se debía a ataques severos de *Fusarium* spp. y en el caso de muerte, eran a causa de la aparición de *Verticillium* sp. probablemente de la especie *albo-atrum*

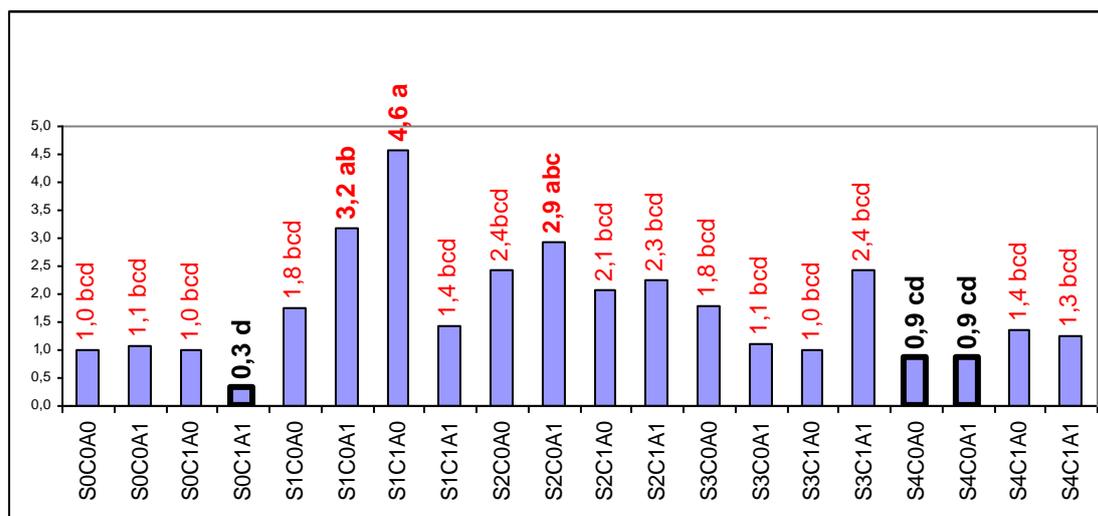
Las puntas secas, es una sintomatología secundaria de infestaciones moderadas de *Fusarium* spp., las plantas infectadas, pueden llegar a ser cosechadas y exportadas, pero acarrear problemas en el área de post-cosecha, ya que estas puntas deben ser retiradas manualmente antes de su envío a mercados internacionales.

En el cuadro 62, se presentan el análisis de varianza para estas tres variables encontrándose, que en cuanto a plantas retrazadas no existen diferencias estadísticas para ningún factor de estudio ni interacción. Para plantas enfermas se encontró significación en la interacción entre desinfección de suelos, compost y la aplicación foliar de *T harzianum*.

**CUADRO 62: Análisis de varianza para el % de plantas retrasadas, enfermas y de puntas secas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.**

FUENTES DE VARIACIÓN	Gl.	PORCENTAJE DE PLANTAS		
		RETRAZADAS	ENFERMAS	PUNTAS SECAS
TOTAL	119			
Repeticiones	2	73.297 **	92.352 **	3.002 ns
Desinfección de Suelos (S)	4	10.679 ns	16.085 ns	1.403 ns
<i>Error</i>	<u>8</u>	<u>5.133</u>	<u>5.325</u>	<u>1.741</u>
Desinfección de Bulbo (B)	1	6.580 ns	2.408 ns	1.141 *
SxB	2	3.482 ns	2.107 ns	2.297 **
<i>Error</i>	<u>6</u>	<u>1.934</u>	<u>7.441</u>	<u>0.165</u>
Sub-sub. Parcela	(3)	0.342 ns	1.530 ns	3.236 **
Nivel de Compost (C)	1	0.140 ns	0.161 ns	0.574 ns
Aplicación de <i>Trichoderma</i> (A)	1	0.850 ns	0.320 ns	3.104 **
C x A	1	0.037 ns	4.107 ns	6.030 **
S x Sub-sub. Parcela	(12)	1.255 ns	3.891 ns	0.983 **
S x C	4	2.346 ns	1.378 ns	0.613 ns
S x A	4	0.152 ns	1.558 ns	1.367 **
S x C x A	4	1.268 ns	8.736 *	0.970 *
B x Sub-sub. Parcela	(3)	0.565 ns	2.378 ns	0.867 ns
B x C	1	0.000 ns	0.027 ns	0.494 ns
B x A	1	1.657 ns	2.465 ns	0.721 ns
B x C x A	1	1.268 ns	4.641 ns	1.387 ns
(S x B) x Sub-sub. Parcela	(12)	2.911 ns	2.484 ns	1.025 **
S x B x C	4	2.506 ns	2.035 ns	0.369 ns
S x B x A	4	4.742 ns	2.280 ns	2.289 **
S x B x C x A	4	1.485 ns	3.138 ns	0.416 ns
<i>Error</i>	<u>60</u>	<u>2.512</u>	<u>2.587</u>	<u>0.363</u>
X (%)		1.968	1.733	3.082
CV (%)		80.56	92.80	19.56

Analizando el gráfico 14, podemos establecer que las interacciones con menor número de plantas enfermas, fue S0C1A1 (BrMe 720 kg/ha, 2 sacos de compost y con la aplicación foliar de *T. harzianum*). Seguida en otra escala de validación de S4C0A1 (vapor \* 40 min, 1 saco de compost y con la aplicación foliar de *T. harzianum*) y S4C0A0 (vapor \*40 min, 1 saco de compost y sin la aplicación foliar de *T. harzianum*).



**GRAFICO 14:** Prueba de Duncan al 5%, en la interacción de desinfección de suelo, compost y *T. harzianum* aplicado al suelo, dentro el % de plantas enfermas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.

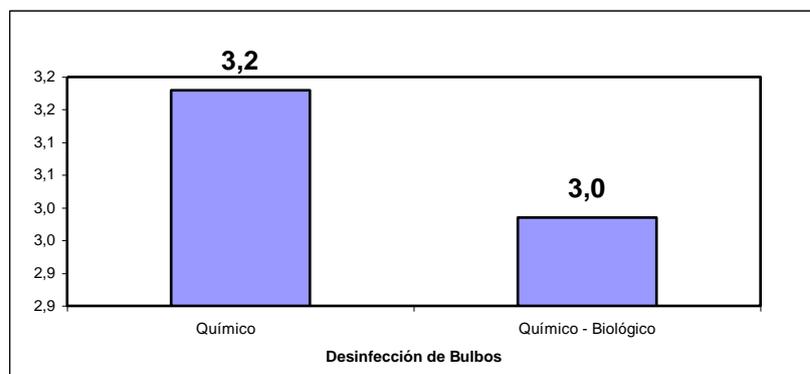
En lo concerniente a las puntas de hojas secas, se encontró diferencias estadísticas al 5%:

- desinfección de bulbos.
- desinfección de suelos, compost y aplicación foliar de *T. harzianum*.

Diferencias estadísticas al 1%:

- desinfecciones de suelos y bulbos.
- aplicación foliar de *T. harzianum*.
- interacción entre compost y aplicación foliar de *T. harzianum*.
- desinfección del suelo aplicación foliar de *T. harzianum*.
- desinfecciones de suelo, bulbos y aplicación foliar de *T. harzianum*.

En el grafico 15, se puede apreciar la significación al 5 % para la desinfección de bulbos, donde se puede apreciar que los bulbos sometidos a una desinfección química, permiten mayores porcentajes de puntas secas.

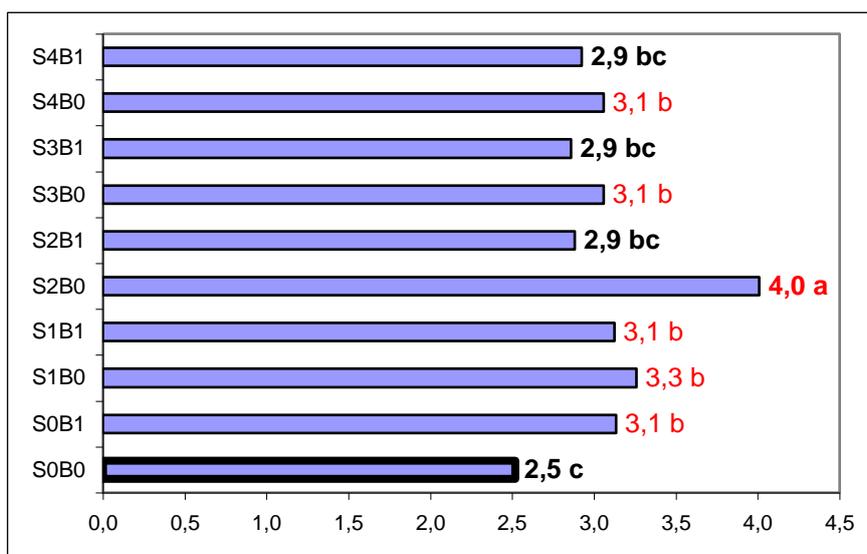


**GRAFICO 15: Promedios generales de desinfección de bulbos, en relación al % de puntas secas en *Liatris spicata*.**

El grafico 16 permite observar la prueba de Duncan al 5% realizada para la interacción entre desinfección de suelos y bulbos.

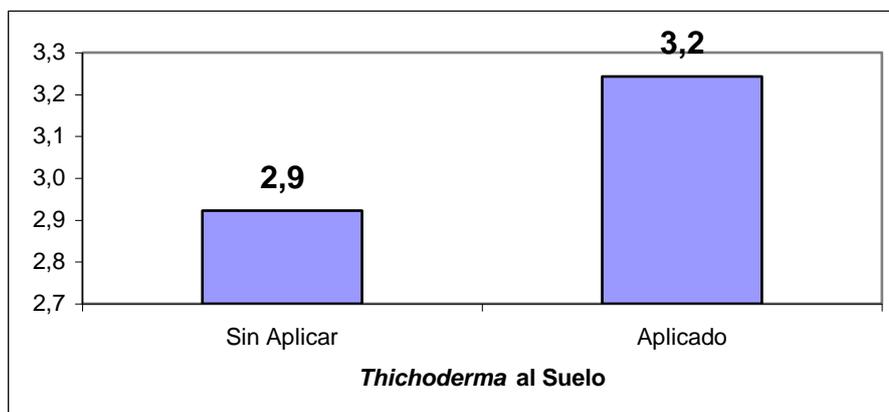
La interacción que menor porcentaje de puntas secas presentó fue S0B0 (BrMe 720 kg/ha y desinfección de bulbo química), seguido por los tratamientos S2B1 (BrMe 200 kg/ha desinfección de bulbo química-biológica), S3B1 (vapor 1 y desinfección de bulbo química-biológica) y S4B1 (vapor 2 y desinfección de bulbo química-biológica), ubicados en otras escala de valoración.

Estos tres tratamientos presentan un menor porcentaje de puntas secas con respecto a los tratamientos con desinfección química de bulbo.



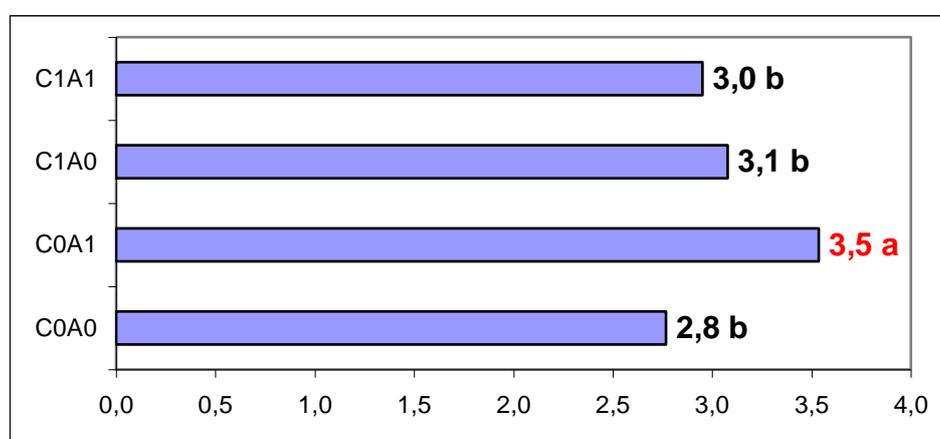
**GRAFICO 16:** Prueba de Duncan al 5%, en la interacción de la desinfección de suelos y bulbos, dentro del % de puntas secas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.

Cuando se aplicó *T. harzianum* al follaje se obtuvo los mayores porcentajes de puntas secas como se puede observar en el grafico 17.



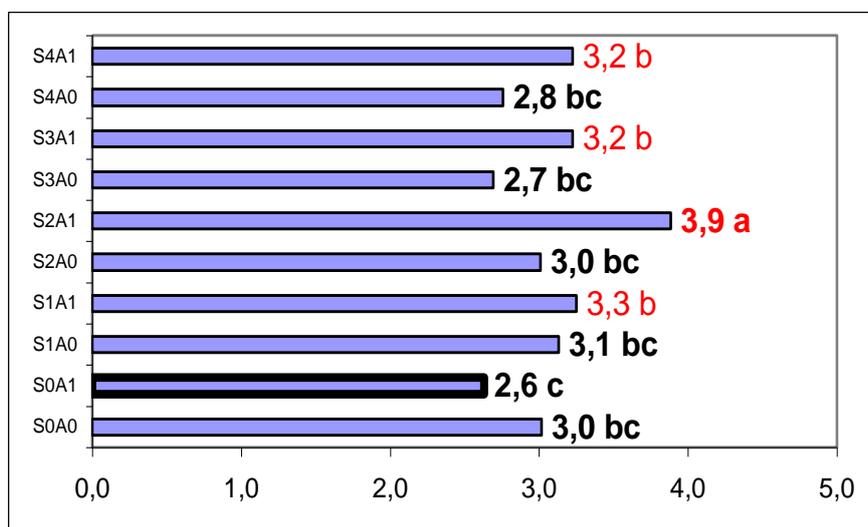
**GRAFICO 17:** Promedios generales de la aplicación foliar de *T. harzianum*, dentro del % de puntas secas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.

En el gráfico 18 podemos observar que en la interacción entre compost y la aplicación foliar de *T. harzianum*, en relación a puntas secas, los tratamientos que se ubicaron en el mismo rango con menores % de puntas secas fueron C0A0 (1 saco compost sin aplicación de *T. harzianum*); C1A1 (2 sacos de compost con aplicación de *T. harzianum*) y C1A0 (2 sacos compost sin aplicación de *T. harzianum*).



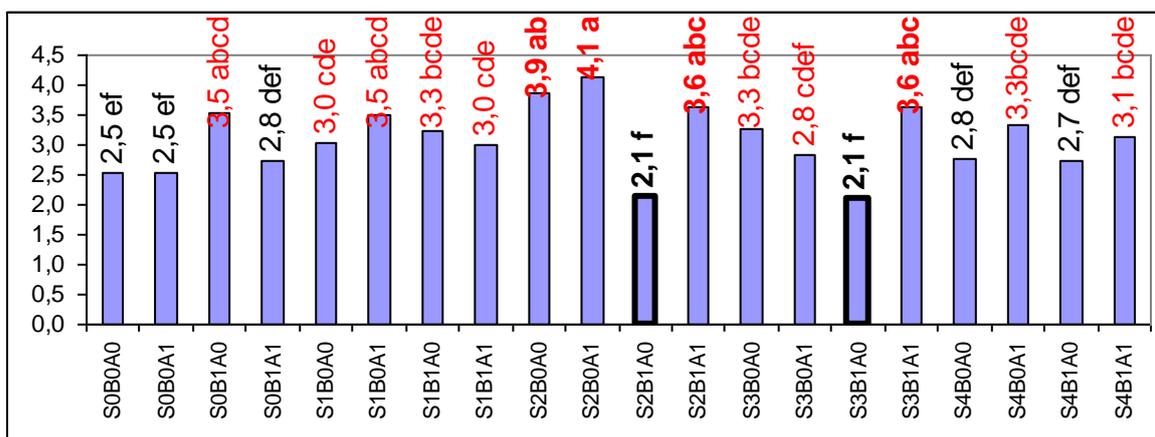
**GRAFICO 18:** Prueba de Duncan al 5%, en la interacción de compost y la aplicación foliar de *T. harzianum*, dentro del % de de puntas secas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.

En el grafico 19, se detalla la interacción entre desinfección de suelo y la aplicación foliar de *T. harzianum*, encontrándose, cuatro rangos de significación en donde el tratamiento con menor % de puntas secas correspondió a S0A1 (BrMe 720 kg/ha con aplicación de *T. harzianum*) seguido por S3A0 (vapor \*20 min. y sin aplicación de *T. harzianum*) y S4A0 (vapor \* 40 min. y sin aplicación de *T. harzianum*).



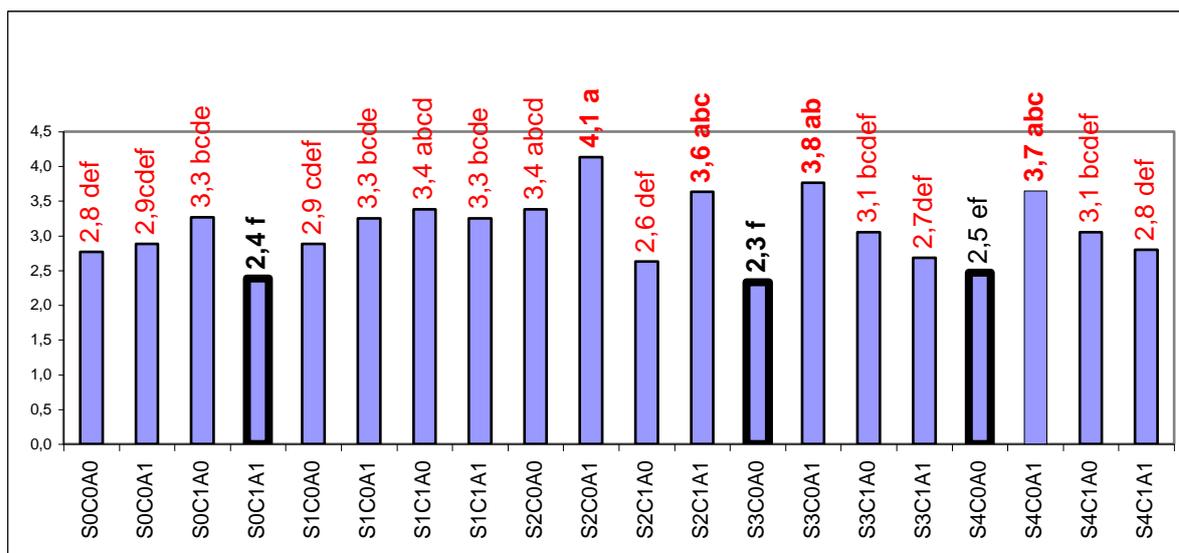
**GRAFICO 19: Prueba de Duncan al 5%, en la interacción desinfección de suelos y la aplicación foliar de *T. harzianum*, dentro del % de puntas secas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.**

En el grafico 8, podemos apreciar la interacción entre desinfección de suelo, bulbo y la aplicación foliar de *T. harzianum*. Las interacciones que acusaron menores porcentajes de puntas secas fueron S2B1A0 (BrMe 250 kg/ha, desinfección de bulbo químico-biológico y sin *T. harzianum*) y S3B1A0 (vapor\*20 min., desinfección de bulbo químico-biológico y sin *T. harzianum*).



**GRAFICO 20:** Prueba de Duncan al 5%, en la interacción de desinfección de suelo, desinfección de bulbo y la aplicación foliar de *T. harzianum*, dentro del % de puntas secas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.

En el grafico 21, encontramos la interacción entre desinfección de suelos, compost y la aplicación foliar de *T. harzianum*. Las interacciones que menores porcentajes de puntas secas presentaron fueron S3C0A0 (vapor\*20 min., 1 saco de compost y sin aplicación de *T. harzianum*), seguido de S0C1A1 (BrMe 720kg/ha, 2 sacos de compost y con aplicación de *T. harzianum*),

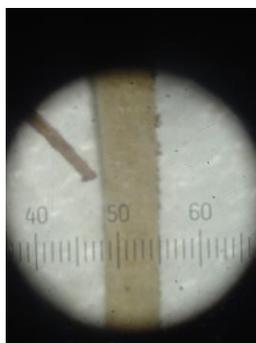


**GRAFICO 21:** Prueba de Duncan al 5%, en la interacción de desinfección de suelo, compost y la aplicación foliar de *T. harzianum*, dentro el % de puntas secas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.

d. Numero, tamaño y % en peso fresco de raíces



Numero de Raices



Tamaño de Raíces



% en Peso Fresco de Raíces

La principal causa de realizar un estudio de raíces en *Liatris*, fue el tratar de ubicar el posible efecto que podría ocasionar *T. harzianum* (aplicado foliarmente) y *T. pseudokoningii* (utilizado en la desinfección químico-biológica de bulbos), sobre el numero, tamaño y porcentaje de raíces en bulbos, lo cual podría contribuir a un mejor desarrollo de las plantas de *Liatris spicata*. Para este estudio en el Cuadro 63, se presenta el análisis de varianza respectivo.

**CUADRO 63: Análisis de varianza para el numero, tamaño y % en peso fresco de raíces, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.**

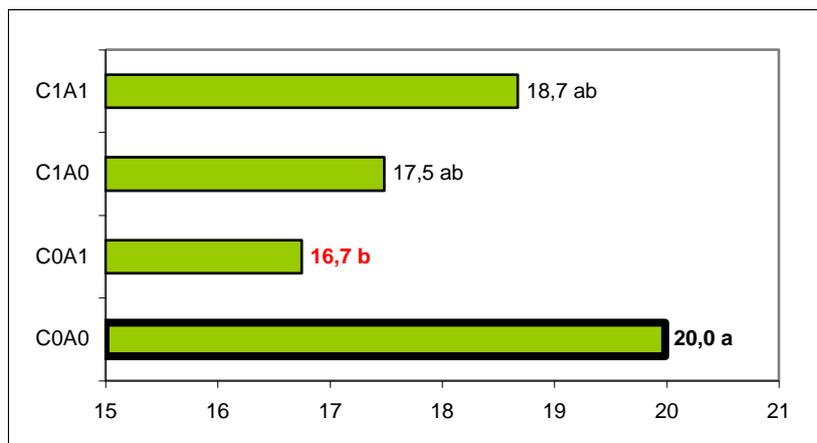
FUENTES DE VARIACIÓN	Gl.	RAICES		
		NUMERO	TAMAÑO	% PESO FRESCO
TOTAL	119			
Repeticiones	2	109.158 ns	6.458 ns	30.910 ns
Desinfección de Suelos (S)	4	40.904 ns	0.321 ns	109.220 ns
<i>Error</i>	<u>8</u>	<u>93.773</u>	<u>0.990</u>	<u>34.519</u>
Desinfección de Bulbo (B)	1	5.208 ns	0.833 ns	85.801 ns
SxB	2	46.021 ns	0.354 ns	151.399 ns
<i>Error</i>	<u>6</u>	<u>12.233</u>	<u>0.600</u>	<u>67.176</u>
Sub-sub. Parcela	(3)	8.164 ns	0.067 ns	60.395 ns
Nivel de Compost (C)	1	4.408 ns	0.133 ns	2.468 ns
Aplicación de <i>Trichoderma</i> (A)	1	20.008 ns	0.033 ns	31.508 ns
C x A	1	0.075 ns	0.033 ns	147.209 *
S x Sub-sub. Parcela	(12)	39.365 ns	0.504 ns	58.809 *
S x C	4	13.471 ns	0.446 ns	97.492 *
S x A	4	59.821 ns	0.304 ns	51.357 ns
S x C x A	4	44.804 ns	0.763 ns	27.578 ns
B x Sub-sub. Parcela	(3)	17.808 ns	0.278 ns	95.524 *
B x C	1	4.408 ns	0.300 ns	143.161 *
B x A	1	29.008 ns	0.000 ns	107.560 ns
B x C x A	1	20.008 ns	0.533 ns	35.850 ns
(S x B) x Sub-sub. Parcela	(12)	40.037 ns	0.715 ns	48.772 ns
S x B x C	4	37.887 ns	0.446 ns	78.586 *
S x B x A	4	37.571 ns	0.771 ns	45.357 ns
S x B x C x A	4	44.654 ns	0.929 ns	22.374 ns
<i>Error</i>	<u>60</u>	<u>31.175</u>	<u>0.564</u>	<u>29.952</u>
$\bar{X}$		12.592	1.867	18.220
CV (%)		44.34	40.23	30.03

No se encontraron diferencias significativas, para numero y tamaño de raíces, lo que permite demostrar que las desinfecciones de suelo y bulbo, los niveles de compost y la aplicación foliar de *T. harzianum*, así como sus interacciones no ejercieron efectos sobre estas evaluaciones.

En relación a el porcentaje en peso fresco de raíces, no se encontró diferencias significativas para desinfecciones de suelo y bulbo, de igual forma no se registró diferencias para aplicación de compost y *T. harzianum* al follaje, sin embargo en lo concerniente a las interacciones, se encontró diferencias estadísticas al 5% en las siguientes interacciones:

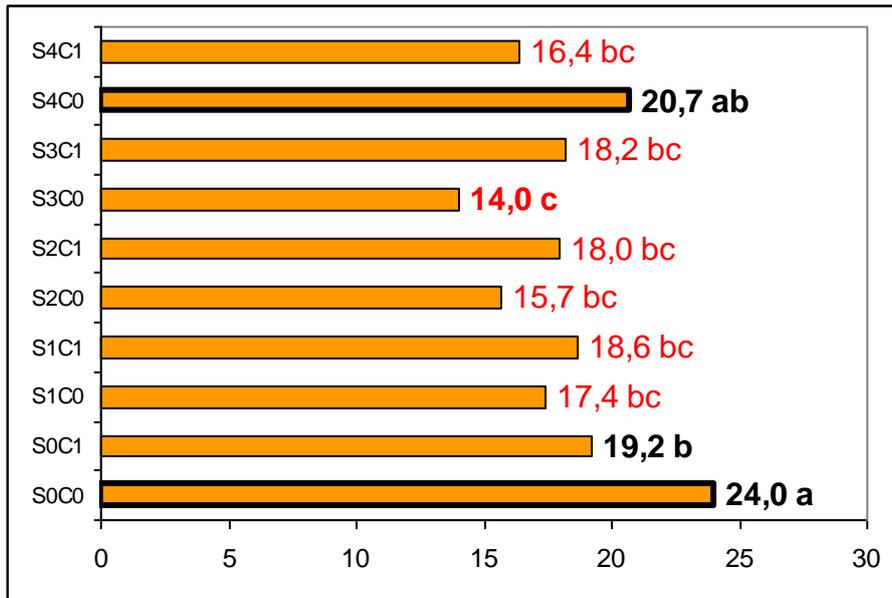
- interacción entre compost y la aplicación foliar de *T. harzianum*
- interacción desinfección del suelo y compost
- interacción desinfección del bulbo y compost
- desinfecciones de suelo, bulbos y compost

En el grafico 10 se aprecia la interacción entre compost y la aplicación foliar de *T. harzianum*. Encontrándose que la interacción que mayor porcentaje de raíces presentó fue C0A0 (1 saco de compost y sin *T. harzianum*)



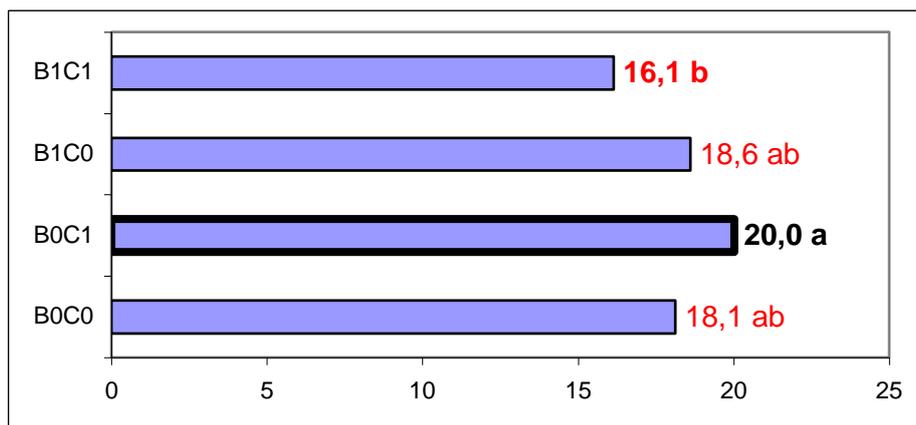
**GRAFICO 22: Prueba de Duncan al 5%, en la interacción compost y aplicación foliar de *T. harzianum*, dentro del % en peso fresco de raíces, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.**

En el grafico 23, se reporta la interacción entre desinfección de suelo y compost. La interacción con mejor porcentaje de raíces fue S0C0 (BrMe 720 Kg/ha con 1 saco de compost), seguida por la interacción S4C0 (vapor\*40 min. con 1 saco de compost) que se ubica en el siguiente rango.



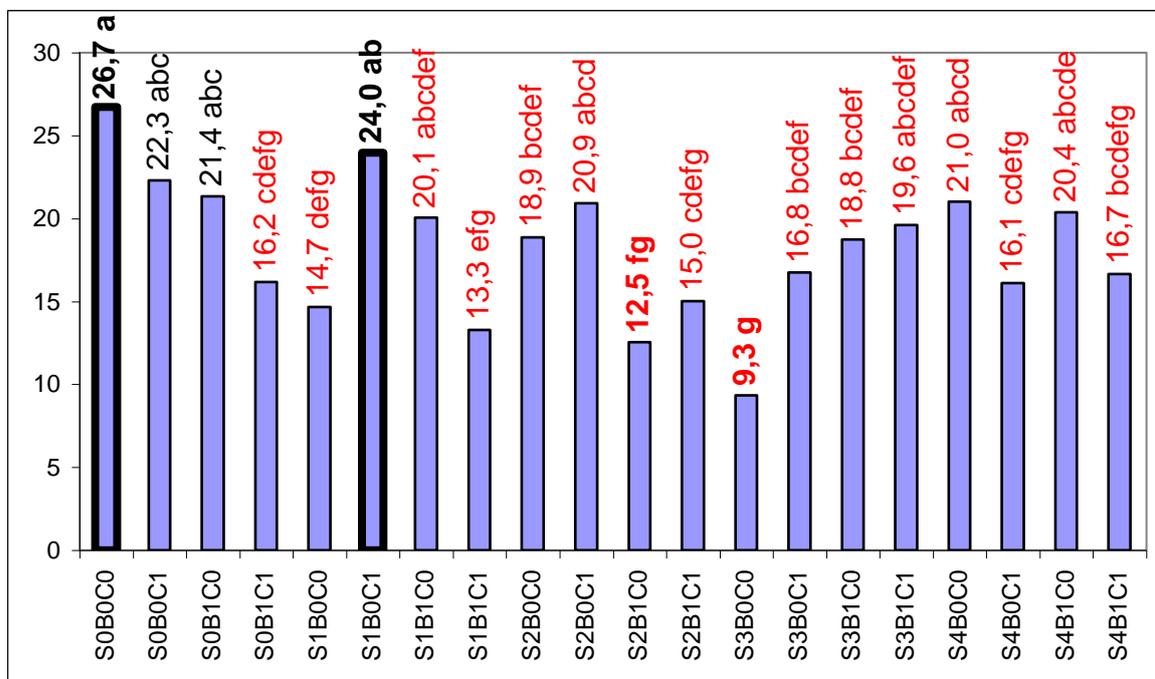
**GRAFICO 23:** Prueba de Duncan al 5%, en la interacción desinfección de suelo y compost, dentro del % en peso fresco de raíces, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.

En el grafico 24 se demuestra la interacción entre desinfección de bulbos y compost. La interacción que mayor porcentaje de raíces obtuvo fue B0C1 (desinfección química y 2 sacos de compost).



**GRAFICO 24:** Prueba de Duncan al 5%, en la interacción desinfección de bulbo y compost, dentro del % en peso fresco de raíces, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.

En el gráfico 25, se observa la interacción entre desinfecciones de suelo, bulbo y compost. Encontrándose que la interacción S0B0C0 (BrMe 720 kg/ha, desinfección química y con 1 saco de compost), es la que mayor porcentaje de raíces reporta.



**GRAFICO 25:** Prueba de Duncan al 5%, en la interacción desinfección de suelo, bulbo y compost, dentro de el número, tamaño y % en peso fresco de raíces, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.

e. Altura de la planta



Altura de  
Planta

Al ser *Liatris spicata* una inflorescencia en vara la altura que alcanza, es un factor muy importante en el momento de su exportación, teniendo en cuenta que los requerimientos de altura en mercados internacionales, comprenden tallos de 60, 70,80 y 90 cm. Para poder detectar lo ocurrido en cada semana de evaluación, se contó con la ayuda de un análisis de varianza que se expone en el Cuadro 64.

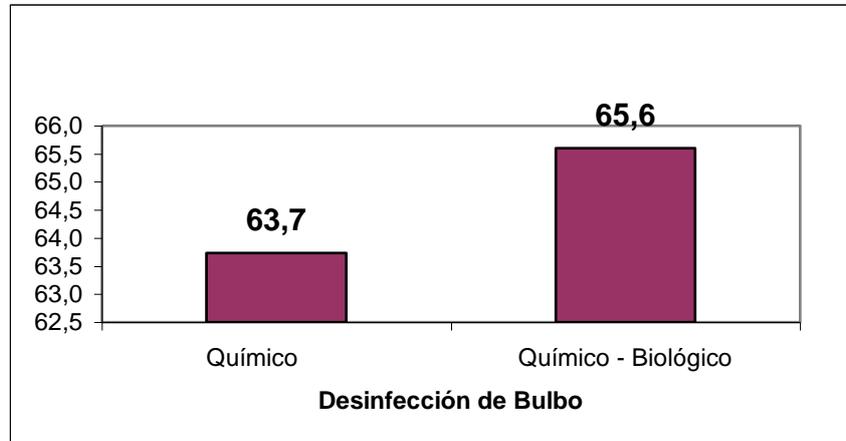
**CUADRO 64: Análisis de varianza para la altura de planta, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.**

FUENTES DE VARIACIÓN	Gl.	ALTURA DE PLANTAS (semanas)			
		7ma.	9na.	11ra.	13ra.
TOTAL	119				
Repeticiones	2	228.508 *	891.180 **	863.008 *	647.841 *
Desinfección de Suelos (S)	4	90.476 ns	145.834 ns	211.651 ns	200.205 ns
<i>Error</i>	<u>8</u>	<u>31.187</u>	<u>101.257</u>	<u>132.823</u>	<u>111.425</u>
Desinfección de Bulbo (B)	1	47.628 ns	104.160 *	82.320 ns	72.401 ns
SxB	2	35.202 ns	47.157 *	44.599 ns	17.076 ns
<i>Error</i>	<u>6</u>	<u>11.251</u>	<u>6.145</u>	<u>33.291</u>	<u>46.254</u>
Sub-sub. Parcela	(3)	1.080 ns	9.553 ns	28.556 ns	43.573 ns
Nivel de Compost (C)	1	0.133 ns	5.043 ns	0.244 ns	0.048 ns
Aplicación de <i>Trichoderma</i> (A)	1	1.281 ns	0.208 ns	1.774 ns	0.900 ns
C x A	1	1.825 ns	23.408 ns	83.650 *	129.771 *
S x Sub-sub. Parcela	(12)	3.462 ns	7.740 ns	9.227 ns	35.544 ns
S x C	4	1.306 ns	4.850 ns	9.896 ns	57.608 ns
S x A	4	1.329 ns	8.660 ns	5.071 ns	23.860 ns
S x C x A	4	7.751 ns	9.710 ns	12.715 ns	25.165 ns
B x Sub-sub. Parcela	(3)	1.663 ns	4.478 ns	4.908 ns	5.590 ns
B x C	1	1.825 ns	2.296 ns	0.508 ns	0.386 ns
B x A	1	0.341 ns	0.456 ns	1.010 ns	14.138 ns
B x C x A	1	2.821 ns	10.680 ns	12.715 ns	2.244 ns
(S x B) x Sub-sub. Parcela	(12)	3.595 ns	15.292 ns	26.581 ns	21.863 ns
S x B x C	4	6.961 ns	13.620 ns	47.326 *	28.633 ns
S x B x A	4	1.546 ns	6.255 ns	16.126 ns	6.495 ns
S x B x C x A	4	2.277 ns	26.002 ns	16.292 ns	30.461 ns
<i>Error</i>	<u>60</u>	<u>4.766</u>	<u>11.080</u>	<u>18.713</u>	<u>29.272</u>
$\bar{X}$ (cm.)		42.46	64.66	91.91	110.813
CV (%)		5.14	5.15	4.71	4.88

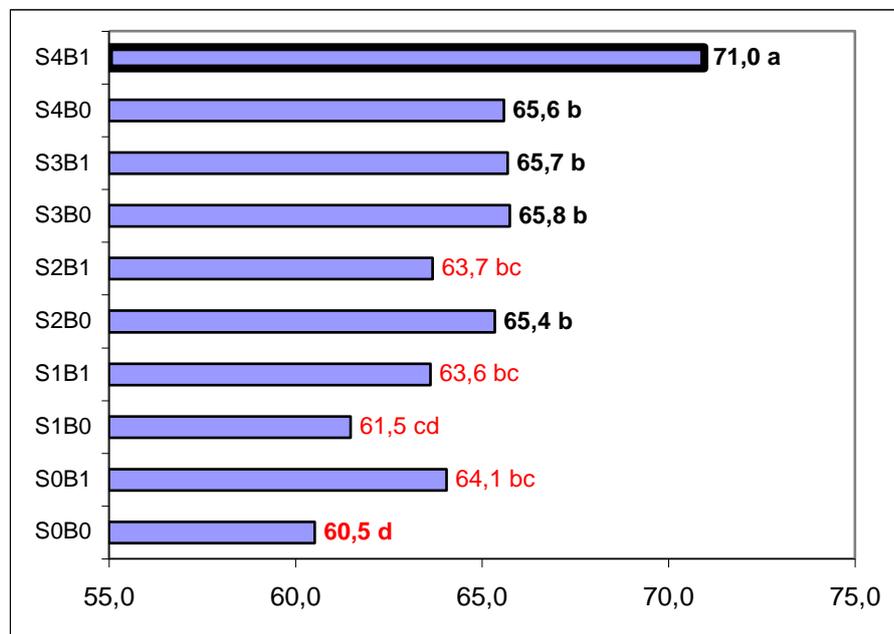
En la séptima, décimo primera y décimo tercera semana de cultivo, no se encontraron diferencias estadísticas, para la desinfección de suelo y bulbo, de igual forma ocurrió con los niveles de compost y la aplicación de *T. harzianum* al follaje, lo que no ocurrió, en la novena semana, donde se registró una significación al 5 % para la desinfección de bulbos y la interacción entre las desinfecciones de suelo y bulbos, lo que se puede ver en los gráficos 26 y 27.

Se pudo constatar que los bulbos desinfectados de una manera quico-biológica (*T. pseudokoningii*), registraron mayores porcentajes en peso fresco de raíz. Con lo referente a la interacción entre las desinfecciones de suelo y bulbo, se obtuvo que la mejor interacción fue S4B1 (vapor\*40 min. con desinfección químico-biológica),

seguida en el próximo rango de S4B0 (vapor\*40 min. con desinfección química), S3B1 (vapor\*20 min. con desinfección químico-biológica), S3B0 (vapor\*20 min. con desinfección química) y S2B0 (BrMe 200 kg/ha con desinfección química).

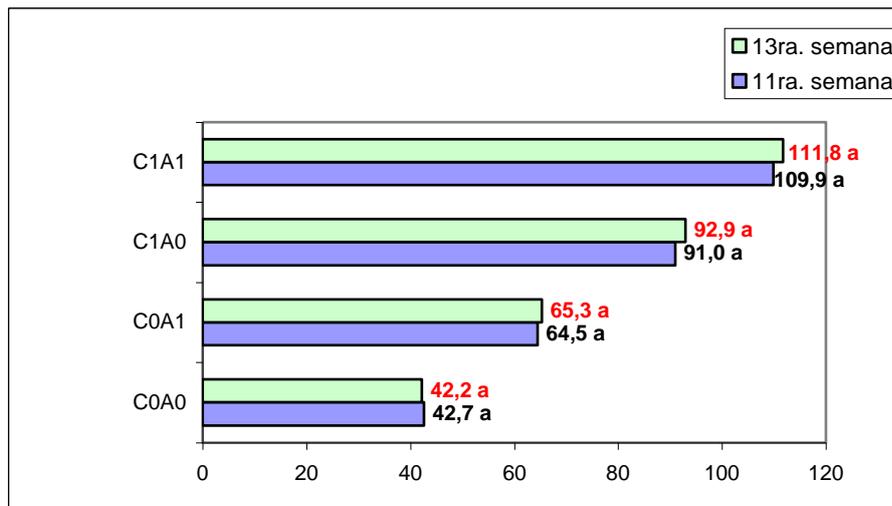


**GRAFICO 26:** Promedios generales en la desinfección de bulbos, dentro de la altura de planta, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.



**GRAFICO 27:** Prueba de Duncan al 5%, en la interacción desinfección de suelo y bulbo, dentro de la altura de planta, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*

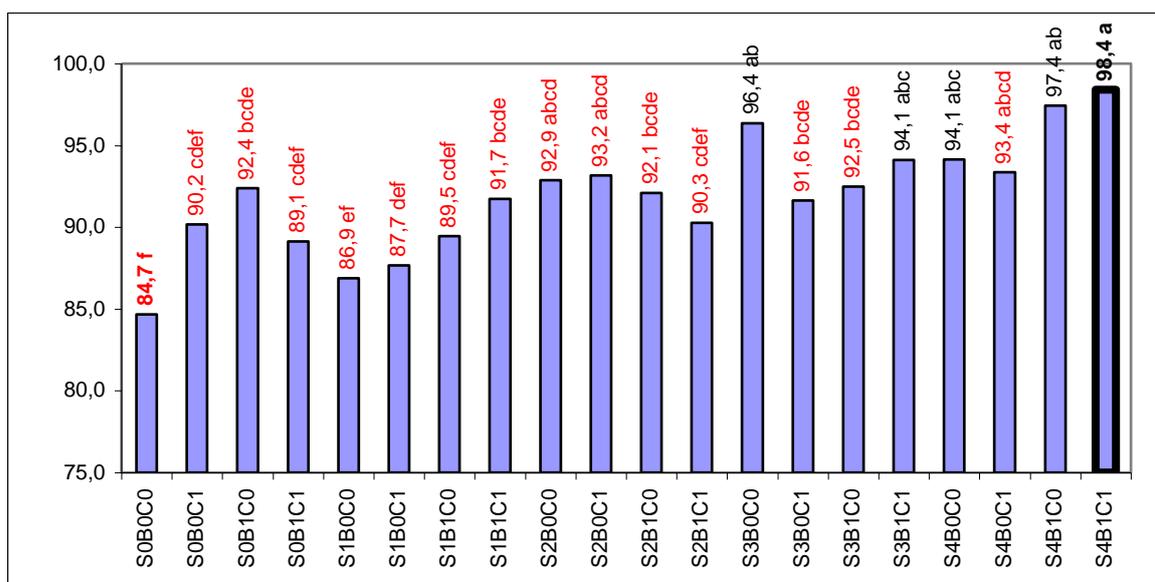
Únicamente en la semana once y trece, se percibió una significación en la interacción entre el compost y la aplicación foliar de *T. harzianum*, interacción que se expone en el grafico 28. Las interacciones se mantuvieron iguales por lo que todas entraron en un mismo rango de evaluación.



**GRAFICO 28:** Prueba de Duncan al 5%, en la interacción entre compost y la aplicación foliar de *T. harzianum*, dentro de la altura de planta, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*

En la décimo primera semana, se detectó de igual forma una significación al 5% para la interacción entre desinfección de suelo, bulbo y compost aplicado, la prueba de Duncan al 5% se describe en el grafico 29.

Las interacciones que mayores alturas permitieron fueron S4B1C1 (vapor\*40 min., desinfección químico-biológico y 2 sacos de compost), próximas a esta y en otro rango se ubicaron S4B1C0 (vapor\*40 min., desinfección químico-biológico y 1 saco de compost) y S3B0C0 (vapor\*20 min., desinfección química y 1 sacos de compost).



**GRAFICO 29: Prueba de Duncan al 5%, en la interacción desinfección de suelo, bulbo y compost, dentro de la altura de planta, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata***

f. Diámetro de Tallo



Diámetro de Tallo

Adicionalmente a la altura, el diámetro es otro de los factores primordiales a tener en cuenta, tallos muy delgados aminoran la calidad y precio de la flor, por lo que hay que tener un especial cuidado. Para observar lo sucedido en el ensayo, en el Cuadro 65, se presenta el análisis de varianza para el diámetro de planta.

**CUADRO 65: Análisis de varianza para el diámetro de tallo, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.**

FUENTES DE VARIACIÓN	Gl.	DIAMETROS DE TALLOS (semanas)			
		7ma.	9na.	11ra.	13ra.
TOTAL	119				
Repeticiones	2	0.021 ns	0.009**	0.001 ns	0.001 ns
Desinfección de Suelos (S)	4	0.004 ns	0.001 ns	0.000 ns	0.000 ns
<i>Error</i>	<u>8</u>	<u>0.004</u>	<u>0.001</u>	<u>0.001</u>	<u>0.001</u>
Desinfección de Bulbo (B)	1	0.001ns	0.000 ns	0.000 ns	0.000 ns
SxB	2	0.004ns	0.001 ns	0.000 ns	0.000 ns
<i>Error</i>	<u>6</u>	<u>0.000</u>	<u>0.001</u>	<u>0.000</u>	<u>0.000</u>
Sub-sub. Parcela	(3)	0.000 ns	0.001 ns	0.001 ns	0.001 ns
Nivel de Compost (C)	1	0.001 ns	0.000 ns	0.000 ns	0.000 ns
Aplicación de <i>Trichoderma</i> (A)	1	0.000 ns	0.001 ns	0.000 ns	0.000 ns
C x A	1	0.000 ns	0.002 ns	0.002 ns	0.002 ns
S x Sub-sub. Parcela	(12)	0.001 ns	0.001 ns	0.001 ns	0.001 ns
S x C	4	0.000 ns	0.000 ns	0.001 ns	0.001 ns
S x A	4	0.001 ns	0.000 ns	0.000 ns	0.000 ns
S x C x A	4	0.001 ns	0.001 ns	0.000 ns	0.000 ns
B x Sub-sub. Parcela	(3)	0.000 ns	0.001 ns	0.001 ns	0.001 ns
B x C	1	0.001 ns	0.000 ns	0.001 ns	0.001 ns
B x A	1	0.000 ns	0.001 ns	0.000 ns	0.000 ns
B x C x A	1	0.000 ns	0.003 ns	0.001 ns	0.001 ns
(S x B) x Sub-sub. Parcela	(12)	0.000 ns	0.000 ns	0.001 ns	0.001 ns
S x B x C	4	0.001 ns	0.000 ns	0.000 ns	0.000 ns
S x B x A	4	0.000 ns	0.001 ns	0.000 ns	0.000 ns
S x B x C x A	4	0.000 ns	0.000 ns	0.001 ns	0.001 ns
<i>Error</i>	<u>60</u>	<u>0.001</u>	<u>0.001</u>	<u>0.000</u>	<u>0.000</u>
$\bar{X}$ (cm.)		0.476	0.501	0.522	0.522
CV (%)		5.57	4.96	4.12	4.12

Durante las cuatro semanas evaluadas, no se registraron diferencias estadísticas para las desinfecciones de suelo y bulbo, como tampoco para los niveles de compost y la aplicación foliar de *T. harzianum*.

#### g. Producción Bruta



Producción Bruta de  
*Liatris spicata*

La producción bruta por tratamiento aplicado, es una importantísima evaluación en la investigación, ya que es aquí donde se puede detectar las animalidades que se pueden presentar antes de la cosecha. En el Cuadro 66, se presenta el análisis de varianza respectivo.

**CUADRO 66: Análisis de varianza para la producción bruta, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.**

FUENTES DE VARIACIÓN	Gl.	PRODUCCIÓN BRUTA		
		SC	CM	F
TOTAL	119			
Repeticiones	2	487604.01	243802.0	50.42 **
Desinfección de Suelos (S)	4	24868.63	6217.15	1.28 ns
<i>Error</i>	<u>8</u>	38678.56	<u>4834.82</u>	
Desinfección de Bulbo (B)	1	1003.40	1003.40	0.95 ns
SxB	2	5634.13	1408.53 n	1.34 ns
<i>Error</i>	<u>6</u>	10464.08	<u>1046.40</u>	
Sub-sub. Parcela	(3)	1714.62	571.54	0.33 ns
Nivel de Compost (C)	1	603.00	603.00	0.38 ns
Aplicación de <i>Trichoderma</i> (A)	1	1.40	1.40 ns	0.00 ns
C x A	1	1110.20	1110.20	0.56 ns
S x Sub-sub. Parcela	(12)	9391.83	782.65	0.45 ns
S x C	4	1942.20	485.55	0.24 ns
S x A	4	5121.46	1280.36	0.65 ns
S x C x A	4	2328.16	582.04	0.29 ns
B x Sub-sub. Parcela	(3)	592.09	197.36	0.11 ns
B x C	1	0.07	0.07	0.00 ns
B x A	1	407.00	407.00	0.20 ns
B x C x A	1	185.00	582.04	0.09 ns
(S x B) x Sub-sub. Parcela	(12)	25752.86	2146.07	1.24 ns
S x B x C	4	15440.30	3860.07	1.97 ns
S x B x A	4	7524.36	1881.09	0.96 ns
S x B x C x A	4	2788.20	697.05	0.35 ns
<i>Error</i>	<u>60</u>		<u>1725.55</u>	
$\bar{X}$ (# de tallos)			664.64	
CV (%)			6.25	

En lo concerniente a producción bruta, no se encontraron diferencias estadísticas para los tratamientos, ni tampoco para sus interacciones.

#### h. Tallos exportables y pérdidas:



Tallos Cosechados de *Liatris spicata*

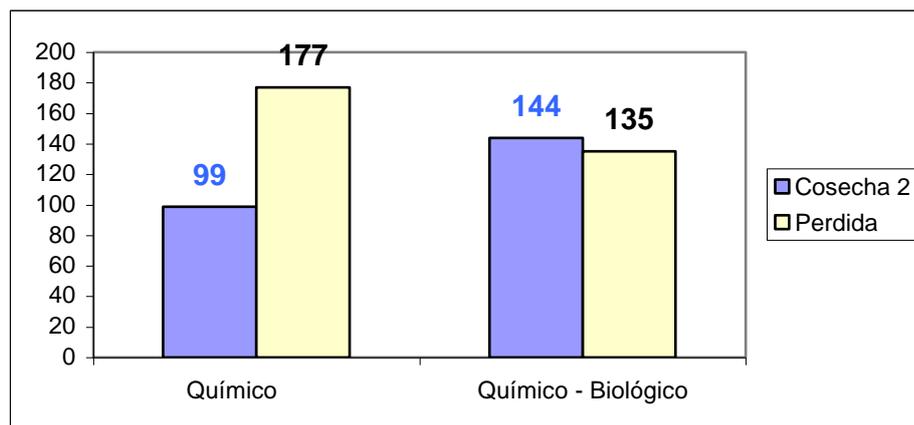
En el cuadro 67 se aprecia que en la cosecha 1 no se encontraron diferencias estadísticas para la desinfección de suelos y bulbos, como tampoco para los niveles de compost y la aplicación foliar de *T. harzianum*, de igual forma no se encontraron diferencias para sus interacciones.

**CUADRO 67: Análisis de varianza para las cosechas y pérdidas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatrix spicata*.**

FUENTES DE VARIACIÓN	Gl.	COSECHAS Y PERDIDAS			
		Cosecha1	Cosecha2	Cosecha3	Perdida
TOTAL	119				
Repeticiones	2	201944.10**	107003.63ns	7118.40ns	81490.60**
Desinfección de Suelos (S)	4	19569.64ns	49447.33ns	6013.76ns	3885.38ns
<u>Error</u>	<u>8</u>	<u>8092.26</u>	<u>27277.446</u>	<u>3372.23</u>	<u>4062.39</u>
Desinfección de Bulbo (B)	1	997.63ns	61020.30*	3808.13ns	52710.20**
SxB	2	4265.40ns	13113.50ns	286.40ns	1245.41ns
<u>Error</u>	<u>6</u>	<u>4502.40</u>	<u>8281.86</u>	<u>1943.95</u>	<u>3463.10</u>
Sub-sub. Parcela	(3)	488.26ns	6302.62ns	2489.43ns	1049.65ns
Nivel de Compost (C)	1	3.33ns	4416.53ns	770.13ns	95.40ns
Aplicación de <i>Trichoderma</i> (A)	1	258.13ns	11840.53ns	448.53ns	541.875ns
C x A	1	1203.33ns	2650.80ns	6249.63*	2511.67ns
S x Sub-sub. Parcela	(12)	415.96ns	6344.98ns	1445.49**	1746.25ns
S x C	4	329.89ns	3980.28ns	1064.9ns	1492.03ns
S x A	4	552.86ns	3509.32ns	781.76ns	1163.75ns
S x C x A	4	365.14ns	11545.34ns	2489.82ns	2582.96*
B x Sub-sub. Parcela	(3)	1201.98ns	7681.36ns	2636.51ns	812.98ns
B x C	1	974.70ns	20332.03ns	6192.03*	226.87ns
B x A	1	73.63ns	2632.03ns	842.70ns	858.67ns
B x C x A	1	2557.63ns	80.03ns	2489.82ns	1353.40ns
(S x B) x Sub-sub. Parcela	(12)	1414.53ns	8317.26ns	585.78ns	1859.86ns
S x B x C	4	1795.47ns	10842.24ns	369.09ns	1370.75ns
S x B x A	4	1574.98ns	9030.53ns	804.80ns	3215.71*
S x B x C x A	4	873.15ns	5079.03ns	583.44ns	993.11ns
<u>Error</u>	<u>60</u>	<u>1606.72</u>	<u>8521.00</u>	<u>1413.93</u>	<u>1000.66</u>
$\bar{X}$ (# de tallos)		352.83	121.16	65.48	155.90
CV (%)		11.36	76.18	57.42	20.29

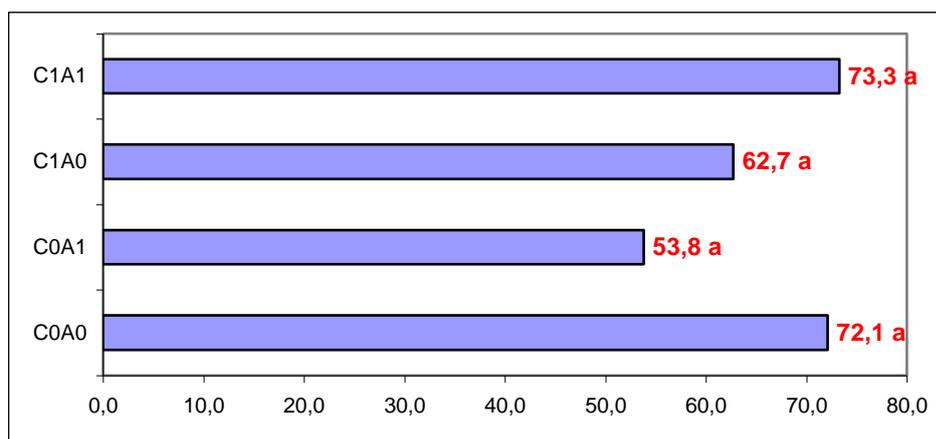
En la desinfección de bulbos se encontraron diferencias estadísticas al 5% para la cosecha 2, mientras que para las pérdidas, una significación al 1%.

En la cosecha 2, se observó mayor cantidad de tallos cosechados en los bulbos sometidos con una desinfección químico-biológica, mientras que mayores pérdidas tuvo la desinfección química de bulbos (ver grafico 30).



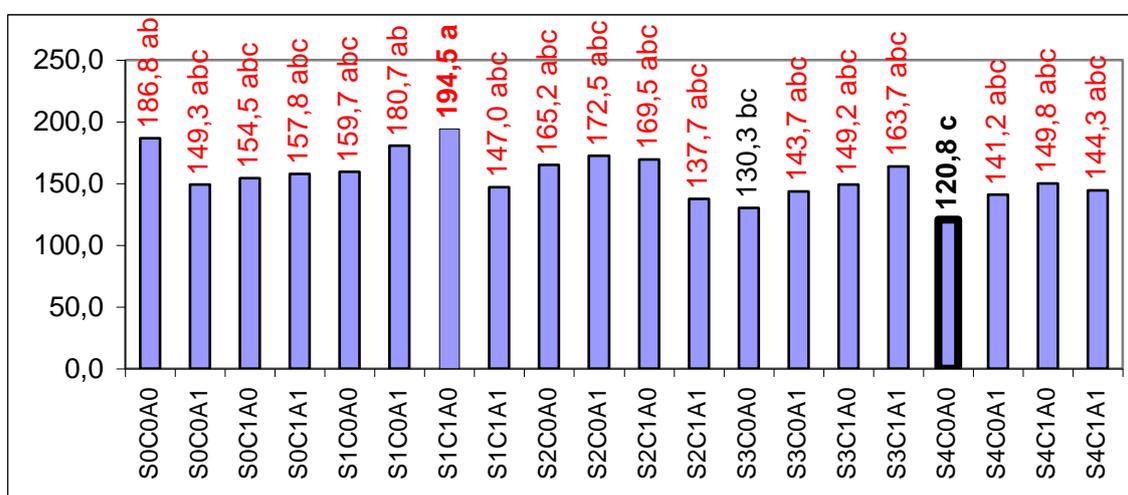
**GRAFICO 30: Promedios generales en la desinfección de bulbos, para la cosecha 2 y perdidas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.**

En el grafico 31 se observa la prueba de Duncan al 5% para la interacción entre compost y la aplicación foliar de *T. harzianum*, en la cosecha 3. Se constató que únicamente existe un rango de validación, en la que C1A1 (2 sacos de compost con la aplicación foliar de *T. harzianum*), registro incremento leve en el numero de tallos cosechados para su exportados.



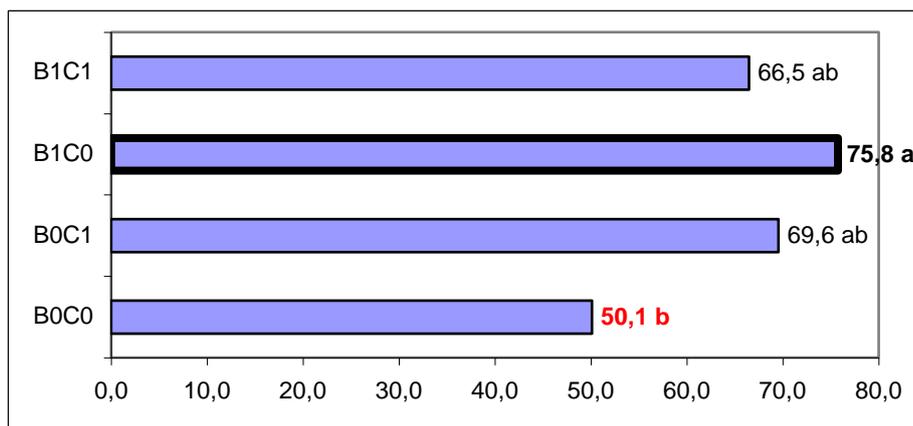
**GRAFICO 31: Prueba de Duncan al 5%, en la interacción entre compost y la aplicación foliar de *T. harzianum*, en la cosecha 3, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata***

En el grafico 32, se muestra la prueba de Duncan en las perdidas, para la interacción entre desinfección de suelo, niveles de compost y aplicación foliar de *T. harzianum*, Se encontró que S4C0A0 (vapor\*40 min., con 1 saco de compost y sin la aplicación foliar de *T. harzianum*), fue la interacción que menores perdidas ocasionó, seguida pero en otro rango de S3C0A0 (vapor\*20 min., con 1 saco de compost y sin la aplicación foliar de *T. harzianum*).



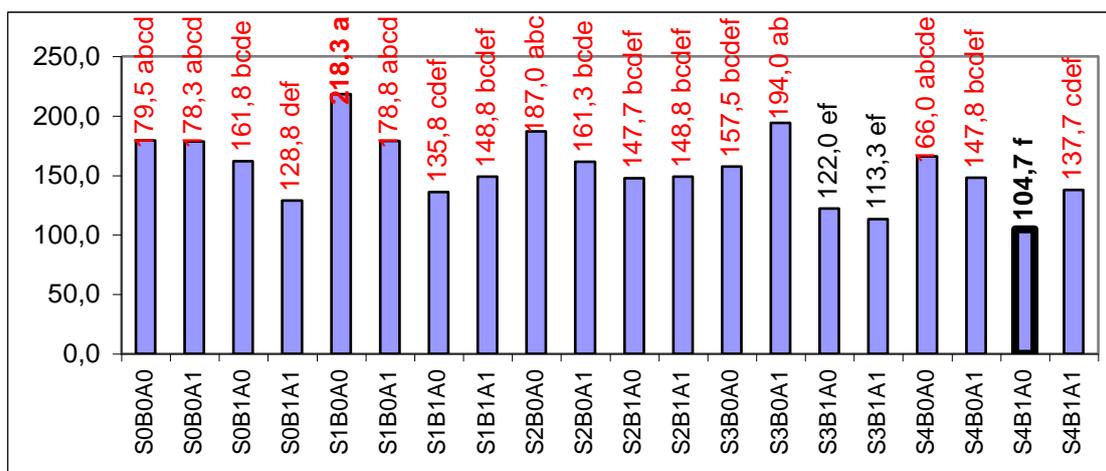
**GRAFICO 32: Prueba de Duncan al 5%, en la interacción entre desinfección de suelo, compost y la aplicación foliar de *T. harzianum*, en las perdidas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatrix spicata***

El grafico 33 presenta la prueba de Duncan para la cosecha 3, en la interacción entre desinfección de bulbos y compost aplicado. Se determino que la interacción B1C0 (desinfección de bulbo químico-biológica con 1 saco de compost) fue la que mayor número de tallos cosechados para exportación tuvo.



**GRAFICO 33: Prueba de Duncan al 5%, en la interacción entre desinfección de bulbo y compost en la cosecha 3, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata***

En el grafico 34, se detalla la prueba de Duncan al 5%, para las perdidas, en la interacción entre las desinfecciones de suelo, bulbo y la aplicación foliar de *T. harzianum*. Se encontró que la interacción S4B1A0 (vapor\*40 min., desinfección químico-biológica y sin la aplicación foliar de *T. harzianum*), registro las menores perdidas, seguida pero en otro rango de S3B1A0 (vapor\*20 min., desinfección químico-biológica y sin la aplicación foliar de *T. harzianum*)y S3B1A1(vapor\*20 min., desinfección químico-biológica y con la aplicación foliar de *T. harzianum*)



**GRAFICO 34: Prueba de Duncan al 5%, en la interacción entre las desinfecciones de suelo, bulbo y la aplicación foliar de *T. harzianum* en las pérdidas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata***

i. Pérdidas por plantas “escobillas” y “cabezones”



“escobilla”

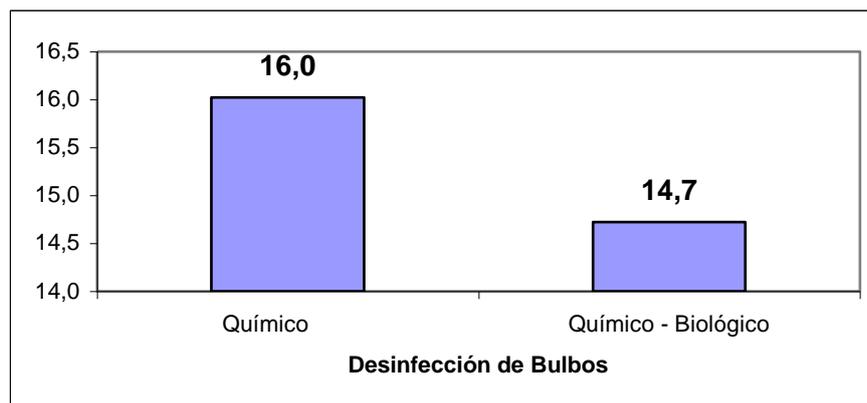
“cabezón”

Históricamente en los registros de producción, las fincas que cultivan *Liatris spicata*, tienen pérdidas debidas a este tipo de plantas, de ahí el interés de la investigación de ahondar un poco sobre el efecto de los tratamientos sobre ellas. El cuadro 68, presenta el análisis de varianza para esta evaluación.

**CUADRO 68:** Análisis de varianza para el % de escobillas y cabezones, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata*.

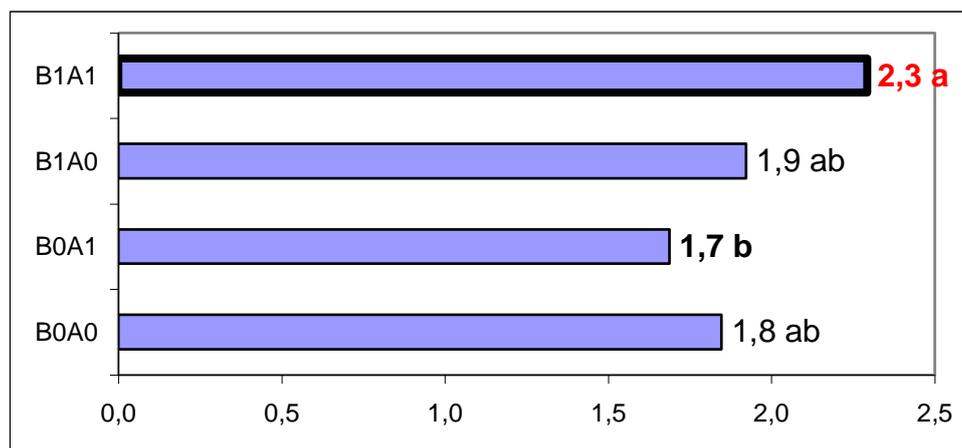
FUENTES DE VARIACIÓN	Gl.	PERDIDAS	
		% Escobillas	% Cabezones
TOTAL	119		
Repeticiones	2	300.407 **	1.300 ns
Desinfección de Suelos (S)	4	19.744 ns	0.776 ns
<i>Error</i>	<u>8</u>	<u>20.282</u>	<u>1.974</u>
Desinfección de Bulbo (B)	1	50.298 *	3.502 ns
SxB	2	9.959 ns	1.363 ns
<i>Error</i>	<u>6</u>	<u>6.881</u>	<u>1.001</u>
Sub-sub. Parcela	(3)	8.785 ns	0.191 ns
Nivel de Compost (C)	1	14.763 ns	0.331 ns
Aplicación de <i>Trichoderma</i> (A)	1	0.004 ns	0.024 ns
C x A	1	11.588 ns	0.217 ns
S x Sub-sub. Parcela	(12)	5.471 ns	0.968 ns
S x C	4	6.168 ns	0.761 ns
S x A	4	0.323 ns	1.536 ns
S x C x A	4	9.923 ns	0.607 ns
B x Sub-sub. Parcela	(3)	4.441 ns	2.332 *
B x C	1	7.455 ns	2.107 ns
B x A	1	1.104 ns	4.370 *
B x C x A	1	4.764 ns	0.520 ns
(S x B) x Sub-sub. Parcela	(12)	3.212 ns	0.869 ns
S x B x C	4	2.113 ns	0.596 ns
S x B x A	4	3.153 ns	1.626 ns
S x B x C x A	4	4.371 ns	0.386 ns
<i>Error</i>	<u>60</u>	<u>7.512</u>	<u>0.811</u>
$\bar{X}$ (# de plantas)		15.373	1.938
CV (%)		17.83	46.49

En el porcentaje de escobillas se encontró significación al 5%, para las desinfecciones de bulbos, lo que se presenta en el grafico 35. Se encontró que los bulbos sometidos a una desinfección química, presentaron mayores porcentajes de escobillas.



**GRAFICO 35: Promedios generales en la desinfección de bulbos, dentro de el % de escobillas, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata***

De igual forma se encontró significación al 5% para el porcentaje de cabezones en la interacción entre desinfección de bulbos y la aplicación foliar de *T. harzianum*, lo que se presenta en el grafico 36. Se encontró que la interacción que menor porcentaje de cabezones tuvo fue B0A1 (desinfección química con la aplicación foliar de *T. harzianum*), seguida pero en otro rango de B0A0 (desinfección química sin *T. harzianum*) y B1A0 (desinfección química-biológica sin *T. harzianum*).



**GRAFICO 36: Prueba de Duncan al 5%, en la interacción entre desinfección de bulbo y la aplicación foliar de *T. harzianum*, dentro de el % de cabezones, luego de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de *Liatris spicata***

## V. CONCLUSIONES

### A. PRIMERA ETAPA

- El bulbo de liatris es el mejor vehículo de diseminación de *Verticillium* sp, (probablemente la especie *V. albo-atrum*) patógeno que marchita y mata a esta planta, este fenómeno se acentúa, si este hongo está en asociación con *Fusarium* spp.
- El bulbo de liatris es tolerante a algunas especies de *Fusarium* sp.
- Furadan, utilizado en la I etapa de desinfección de bulbos, permitió el mejor desarrollo de las especies de *Trichoderma* utilizado a la dosis de 1.25, 1 y 0.75 cc/l.
- Las dosis de Furadan, fueron las únicas que presentaron significación entre ellas, permitiendo un mejor desarrollo del biocontrolador a menor dosis aplicada (0.75 cc/l).
- Las siete cepas de *Trichoderma* sometidas a tratamientos de calor (70°C) manifestaron una mejor capacidad de tolerancia al menor tiempo de experimentación (20 min.). Las cepas más resistentes a la temperatura, son *Trichoderma harzianum* (C17) y *Trichoderma pseudokoningii* (C19).
- La cepa que mejor efecto antagónico presentó fue la 19 (*Trichoderma pseudokoningii*), en la prueba de antagonismo sobre *Rhizoctonia* sp.
- La velocidad de crecimiento de *Trichoderma harzianum*, fue mayor que *Trichoderma pseudokoningii*, teniendo esta última un crecimiento retardado pero un efecto antagónico sobresaliente.
- El mejor método de siembra sobre sustrato, en la multiplicación masiva de *Trichoderma harzianum* y *pseudokoningii*, fue la suspensión en un caldo nutritivo de zanahoria y almidón de papa; el mejor sustrato para la

diseminación del micelio, fue sin duda arroz o “kykuyo” (*Pennisetum clandestinum*) en frascos.

- Existe un antagonismo entre *T. harzianum* y *T. pseudokoningii*, lo que ocasiona un retardo en la colonización de cualquier sustrato que se utilice para su multiplicación masiva, efecto que también podría presentarse en el suelo.
- Los plaguicidas que permitieron el crecimiento “in vitro” de *Trichoderma harzianum*, utilizados a dosis comerciales fueron Padan, MesuroI, Karate, Novak, Rovral y Scala, utilizados comúnmente en liatris para el manejo de problemas fitopatológicos.
- El único producto que permitió el desarrollo “in vitro” de *Trichoderma pseudokoningii*, fue Vydate SL, utilizado a dosis comercial, producto utilizado en la II etapa de desinfección de bulbos, esto no ocurrió con los otros productos utilizados tales como Benlate y Sportak.
- El crecimiento diametral de *Rhizoctonia* sp. aislado de bulbo, fue afectado al enfrentarse con *Bacillus* sp., igual comportamiento sufre el patógeno al entrar en contacto con *T. harzianum* y *T. pseudokoningii*. En el caso de *Pseudomonas fluorescens*, no se registró significancia, a pesar de que visualmente se pudo constatar un detenimiento en el desarrollo de *Rhizoctonia* sp.

## B. SEGUNDA ETAPA

### 1. Fase de Laboratorio

- En la presencia de patógenos y *Trichoderma* sp. en bulbos, luego de la aplicación de las desinfecciones del mismo, en la quinta semana de cultivo, se encontró a *Fusarium* sp, *Rhizoctonia* sp. y *Trichoderma* sp., así como también trazas de micelio cenocítico, *Aspergillus* sp y *Acremonium* sp. (Saprofitos); mientras que en la décima semana de cultivo, los niveles

poblacionales de *Fusarium* sp. y *Rhizoctonia* sp., se incrementaron, se encontraron trazas de *Aspergillus* sp., *Acremonium* sp., *Botrytis* sp. y *Pythium* sp.

- Luego de las desinfecciones del suelo, se en los tratamientos bajó notablemente los niveles poblacionales de patógenos, BrMe 250kg/ha, fue el que mantuvo mayor numero de colonias para *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., y *Verticillium* sp., mientras que Vapor\*20', permitió un tenue desarrollo de *Pythium* sp. y Vapor\*40' uno ligero de *Alternaria* sp.
- En la décimo tercera semana de cultivo, la repoblación de patógenos se incremento, especialmente para *Fusarium* sp. y *Rhizoctonia* sp. Se observó que *Fusarium* sp., tiene un mayor desarrollo con una desinfección de 500 kg/ha de BrMe, mientras que *Rhizoctonia* sp., posee un mejor desarrollo, cuando fue sometida a Vapor\*40', para el resto de hongos la repoblación es homogénea.
- En lo concerniente a los análisis químico-biológicos, al comparar el análisis intermedio con el inicial, el pH, se mantuvo en un rango de 7, mientras que las conductividad eléctrica aminorando su valor en general de 0.7 (análisis inicial) a 0.3 mmhos/cm (en general luego de las desinfecciones del suelo), en cuanto a las relaciones Fe/Mn, experimento un incremento para las desinfecciones con BrMe mientras que para vapor, una disminución de 3 y 6 puntos (vapor\*20 y 40' respectivamente).

## 2. Fase de Campo:

- Los tratamientos de mejor desempeño económico, tomando en cuenta el beneficio neto y los costos variables, en orden descendente fueron:
  - T22 (BrMe 250 kg/ha, desinfección de bulbo químico-biológico, 1 saco de compost y con la aplicación foliar de *T. harzianum*). TIR= 12075,80
  - T18 (BrMe 250 kg/ha, desinfección de bulbo químico, 1 saco de compost y con la aplicación foliar de *T. harzianum*). TIR= 11365,40

- T21 (BrMe 250 kg/ha, desinfección de bulbo químico-biológico, 1 saco de compost y sin la aplicación foliar de *T. harzianum*). TIR= 1513,09
  - T37 (Vapor\* 40 min, desinfección de bulbo químico-biológico, 1 saco de compost y sin la aplicación foliar de *T. harzianum*) TIR= 13,88
- No se detectaron diferencias estadísticas en el tiempo de brotación de bulbos, por lo que la aplicación de los tratamientos, no afectó a esta evaluación.
  - La **presencia de malezas** en el cultivo, no registró diferencias estadísticas para los tratamientos, pero se encontraron, para la interacciones entre desinfección de bulbo y compost.
    - La interacción que menor número de malezas registró, fue B0C0 (desinfección química de bulbo con 1 saco de compost).
  - No se detectó diferencias estadísticas para el **porcentaje de plantas retrasas**.
  - El **porcentaje de plantas enfermas** detectó significación en la interacción entre desinfección de suelo, compost y la aplicación foliar de *T. harzianum*.
    - La interacción con menor numero porcentaje, fue S0C1A1 (BrMe 720 kg/ha, 2 sacos de compost y con la aplicación foliar de *T. harzianum*). Seguida en otra escala de validación de S4C0A1 (vapor \* 40 min, 1 saco de compost y con la aplicación foliar de *T. harzianum*) y S4C0A0 (vapor \*40 min, 1 saco de compost y sin la aplicación foliar de *T. harzianum*).
  - El **porcentaje de puntas secas**, registró significación en la desinfección de bulbos y aplicación foliar de *T. harzianum*. De igual forma se encontró significaciones en las interacciones entre:
    - Desinfección de suelos y bulbo
    - Compost y aplicación foliar de *T. harzianum*
    - Desinfección de suelos y aplicación foliar de *T. harzianum*,
    - Desinfección de suelo, bulbo y aplicación foliar de *T. harzianum*.
    - Desinfección de suelo, compost y aplicación foliar de *T. harzianum*.

- Los bulbos sometidos a una desinfección química, permiten mayores porcentajes de puntas secas.
  - La aplicación foliar *T. harzianum* obtuvo los mayores porcentajes de puntas secas.
  - La interacción entre desinfección de suelos y bulbo, que menor porcentaje presentó fue S0B0 (BrMe 720 kg/ha y desinfección de bulbo química), seguido por los tratamientos S2B1 (BrMe 200 kg/ha desinfección de bulbo química-biológica), S3B1 (vapor 1 y desinfección de bulbo química-biológica) y S4B1 (vapor 2 y desinfección de bulbo química-biológica), ubicados en otras escala de valoración.
  - Las interacciones entre compost y aplicación foliar de *T. harzianum*, que se ubicaron en el mismo rango con menores porcentajes fueron C0A0 (1 saco compost sin aplicación de *T. harzianum*); C1A1 (2 sacos de compost con aplicación de *T. harzianum*) y C1A0 (2 sacos compost sin aplicación de *T. harzianum*).
  - Para la interacción entre desinfección de suelos y aplicación foliar de *T. harzianum* el tratamiento con menor porcentaje correspondió a S0A1 (BrMe 720 kg/ha con aplicación de *T. harzianum*) seguido por S3A0 (vapor \*20 min. y sin aplicación de *T. harzianum*) y S4A0 (vapor \* 40 min. y sin aplicación de *T. harzianum*).
  - Las interacciones entre desinfección de suelo, bulbo y aplicación foliar de *T. harzianum*. que acusaron menores porcentajes fueron S2B1A0 (BrMe 250 kg/ha, desinfección de bulbo químico-biológico y sin *T. harzianum*) y S3B1A0 (vapor\*20 min., desinfección de bulbo químico-biológico y sin *T. harzianum*).
  - Las interacciones entre desinfección de suelo, compost y aplicación foliar de *T. harzianum*. que menores porcentajes presentaron fueron S3C0A0 (vapor\*20 min., 1 saco de compost y sin aplicación de *T. harzianum*), seguido de S0C1A1 (BrMe 720kg/ha, 2 sacos de compost y con aplicación de *T. harzianum*),
- No se encontraron diferencias significativas, para **numero y tamaño de raíces**, lo que permite demostrar que las desinfecciones de suelo y bulbo, los

niveles de compost y la aplicación foliar de *T. harzianum*, así como sus interacciones no ejercieron efectos sobre estas evaluaciones.

- El **porcentaje en peso fresco de raíces**, presentó diferencias para las interacciones entre:
    - Compost y aplicación foliar de *T. harzianum*.
    - Desinfección de suelos y compost.
    - Desinfección de bulbo y compost.
    - Desinfección de suelo, bulbo y compost.
  - o La interacción entre compost y aplicación foliar de *T. harzianum*, que mayor porcentaje presentó fue C0A0 (1 saco de compost y sin *T. harzianum*).
  - o La interacción entre desinfección de suelos y compost, con mejor porcentaje fue S0C0 (BrMe 720 Kg/ha con 1 saco de compost), seguida por la interacción S4C0 (vapor\*40 min. con 1 saco de compost) que se ubica en el siguiente rango.
  - o El mayor porcentaje en la interacción entre desinfección de bulbo y compost fue B0C1 (desinfección química y 2 sacos de compost).
  - o La interacción entre desinfección de suelo, bulbo y compost, S0B0C0 (BrMe 720 kg/ha, desinfección química y con 1 saco de compost), es la que mayor porcentaje reporta.
- 
- La **altura de planta**, registró diferencias estadísticas para desinfección de bulbo en la novena semana de cultivo, así como también en las interacciones entre:
    - Desinfección de suelos y bulbo (9na. semana).
    - Compost y aplicación foliar de *T. harzianum* (11ra. Y 13ra. semana).
    - Desinfección de suelos, bulbo y compost. (11ra. semana).
  - o Se pudo constatar que los bulbos desinfectados de una manera quico-biológica (*T. pseudokoningii*), registraron mayores alturas.
  - o La mejor interacción entre desinfección de suelos y bulbo (9na. Semana), que permitió mayores alturas, fue S4B1 (vapor\*40 min. con desinfección químico-biológica), seguida en el próximo rango de S4B0 (vapor\*40 min. con desinfección química), S3B1 (vapor\*20 min. con desinfección

químico-biológica), S3B0 (vapor\*20 min. con desinfección química) y S2B0 (BrMe 200 kg/ha con desinfección química).

- Para las interacciones entre compost y aplicación foliar de *T. harzianum* (11ra. Y 13ra. semana), las interacciones se mantuvieron iguales por lo que todas las interacciones entraron en un mismo rango de evaluación las alturas.
- Las interacciones entre la desinfección de suelos, bulbo y compost. (11ra. semana), que mayores alturas permitieron fueron S4B1C1 (vapor\*40 min., desinfección químico-biológico y 2 sacos de compost), próximas a esta y en otro rango se ubicaron S4B1C0 (vapor\*40 min., desinfección químico-biológico y 1 saco de compost) y S3B0C0 (vapor\*20 min., desinfección química y 1 sacos de compost).
- Para los **diámetros de planta**, durante las cuatro semanas evaluadas, no se registraron diferencias estadísticas para las desinfecciones de suelo y bulbo, como tampoco para los niveles de compost y la aplicación foliar de *T. harzianum*.
- La **producción bruta** y la **primera semana de cosecha**, no registraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, ni en sus interacciones.
- En la **segunda semana de cosecha**, se detectó diferencias estadísticas para la desinfección de bulbo.
  - En la segunda semana de cosecha, se observó mayor cantidad de tallos cosechados en los bulbos sometidos a una desinfección químico-biológica.
- En la **tercera semana de cosecha** se encontró diferencias estadísticas en la interacción entre:
  - Compost y la aplicación foliar de *T. harzianum*.
  - Desinfección de bulbo y compost.

- Se constató que únicamente existe un rango de validación, en la que C1A1 (2 sacos de compost con la aplicación foliar de *T. harzianum*), registró incremento leve en el número de tallos cosechados.
  - Se determinó que la interacción B1C0 (desinfección de bulbo químico-biológica con 1 saco de compost) fue la que mayor número de tallos cosechados tuvo para exportar.
- La **perdidas** registraron diferencias estadísticas para desinfección de bulbo y las interacciones entre:
- Desinfección de suelo, compost y aplicación foliar de *T. harzianum*.  
Desinfección de suelos, bulbo y antagonista.
- Las mayores pérdidas tuvo la desinfección química de bulbos.
  - Se encontró que S4C0A0 (vapor\*40 min., con 1 saco de compost y sin la aplicación foliar de *T. harzianum*), fue la interacción que menores pérdidas ocasionó, seguida pero en otro rango de S3C0A0 (vapor\*20 min., con 1 saco de compost y sin la aplicación foliar de *T. harzianum*).
  - Se encontró que la interacción S4B1A0 (vapor\*40 min., desinfección químico-biológica y sin la aplicación foliar de *T. harzianum*), registro las menores pérdidas, seguida pero en otro rango de S3B1A0 (vapor\*20 min., desinfección químico-biológica y sin la aplicación foliar de *T. harzianum*) y S3B1A1 (vapor\*20 min., desinfección químico-biológica y con la aplicación foliar de *T. harzianum*)
- Dentro de las pérdidas y en lo referente al **porcentaje de “plantas escobillas”**, se encontró diferencias para desinfección de bulbo, encontrándose que los bulbos sometidos a una desinfección química, presentaron mayores porcentajes de escobillas.
- En las pérdidas pero esta vez con lo concerniente al **porcentaje de “plantas cabezones”**, se detectó diferencias para la interacción entre desinfección de bulbo y aplicación foliar de *T. harzianum*.
- Se encontró que la interacción que menor porcentaje de cabezones tuvo fue B0A1 (desinfección química con la aplicación foliar de *T. harzianum*), seguida pero en otro rango de B0A0 (desinfección química

sin *T. harzianum*) y B1A0 (desinfección química-biológica sin *T. harzianum*).

## VI. RECOMENDACIONES

### A. PRIMERA ETAPA

- ✚ Efectuar investigaciones sobre la patología de bulbo de *Liatris spicata*, con el objeto de confirmar los datos presentados en este estudio
- ✚ Realizar tesis de grado o investigaciones sobre el comportamiento de patógenos y su control en bulbos de *Liatris spicata*.
- ✚ Estudiar el comportamiento de *Fusarium* sp. y *Verticillium* sp., por separado y en asociación en bulbo de *Liatris*, realizando experimentaciones en la fase de campo.
- ✚ Determinar las poblaciones tolerables y perjudiciales de *Fusarium* sp., en bulbos de *Liatris*.
- ✚ Desarrollar estudios con menores dosis de Vitavax, Furadan y Captan, utilizados en la desinfección de bulbos de *Liatris*, evaluando el grado de control de patógenos en laboratorio y adicionalmente probar la desinfección complementaria de *T. pseudokoningii*, en la fase de campo.
- ✚ Determinar la temperatura letal para *T. harzianum* y *T. pseudokoningii*, probando diferentes tiempos de exposición a termoterapia.
- ✚ Verificar el efecto antagónico “in vitro” y en campo de *T. harzianum* y *T. pseudokoningii*, frente a *Rhizoctonia* spp.
- ✚ Constatar la velocidad de crecimiento “in vitro” y el incremento del número de colonias en campo, de *T. harzianum* y *T. pseudokoningii*.

- ✚ Experimentar nuevas formas de propagar masivamente a *Trichoderma* spp., utilizando algunos sustratos como kykuyo y semilla de amaranto, de igual forma probar diferentes caldos nutritivos para la suspensión del esporas del hongo.
- ✚ Confirmar el antagonismo encontrado entre *T. harzianum* y *T. pseudokoningii*, en medios de cultivo, sobre sustratos utilizados en su multiplicación masiva, en turba y en campo.
- ✚ Efectuar pruebas de tolerancia “in vitro” de *T. harzianum*, a diferentes dosis de productos químicos, para posteriormente evaluar el grado de control de patógenos y adicionalmente probar la desinfección complementaria de *T. harzianum*, en la fase de campo.
- ✚ Constatar el antagonismo entre *Rhizoctonia* spp., frente a las bacterias de los géneros *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., y los *Trichoderma* de especies, *harzianum* y *pseudokoningii*.
- ✚ Efectuar pruebas de antagonismo “in vitro” de *T. harzianum*, *T. pseudokoningii*, *Bacillus* sp., y *Pseudomonas fluorescens*, frente a *Fusarium* sp., *Verticillium* sp, aislados de bulbo de *Liatris spicata*.
- ✚ Diseñar una forma de obtener la asociación “in vitro” de *Fusarium* sp. y *Verticillium* sp., para realizar pruebas de antagonismo con *Trichoderma* y bacterias biocontroladoras.

## B. SEGUNDA ETAPA

### 1. Fase de Laboratorio.

- ✚ Constatar el comportamiento de *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp. y *Verticillium* sp., luego de las aplicaciones permanentes de *T. pseudokoningii*, al campo.
- ✚ Realizar análisis periódicos del compost, para verificar su calidad y población de microorganismos.

- ✚ En los estudios microbiológicos de suelos, hay que tener claro, que la distribución de las colonias no es homogénea en el campo, por lo que hay que realizar muestreos representativos, obteniendo así una noción general y no exacta de lo que esta ocurriendo en el campo.
- ✚ Tener especial cuidado luego de la vaporización con toxicidades de Mn, amonio y con la acumulación de sales soluble (ver revisión de literatura, el capítulo de VAPORIZACIÓN)
- ✚ Realizar pruebas de tolerancia “in vitro” de *T. harzianum* y *T. pseudokoningii*, a los fertilizantes solubles utilizados en el sistema de riego a lo largo del cultivo.
- ✚ Enfrentar a *T. harzianum* y *T. pseudokoningii*, a *Penicillium* sp., principal problema de degeneración de bulbos, cuando estos se encuentran sometidos a horas frío.

## 2. Fase de campo.

- ✚ Confirmar los resultados obtenidos en esta investigación, en superficies mas extensas para cada tratamiento, evaluando a cada uno por separado y detalladamente.
- ✚ Probar la aplicación en talco de *T. pseudokoningii* al bulbo, en la desinfección complementaria de bulbo.
- ✚ Probar diferentes formas de aplicación de *T. pseudokoningii* al bulbo, para luego ser sembrados.
- ✚ Probar otros productos químicos afines a *Trichoderma* en la desinfección complementara de bulbo.
- ✚ Aumentar los niveles de materia orgánica aplicada al suelo, ya que el contenido general de la finca es muy bajo.

- ✚ Realizar la aplicación de *T. pseudokoningii*, en forma de drench y no en forma foliar.
- ✚ Investigar, si lluvias en las primeras semanas de cultivo, aceleran la brotación de bulbos.
- ✚ Realizar investigaciones bajando las fertilizaciones y probando la aplicación de *Trichoderma* spp. como fertilizante.
- ✚ Probar la incorporación directa de *Trichoderma* spp. al suelo mezclando con el compost.
- ✚ Evaluar el efecto entomopatogeno de *Trichoderma* spp. al aplicarlo foliarmente.
- ✚ Verificar si el pambil utilizado en el cultivo (para el tutores de plantas), no es fuente de inóculo de microorganismos, que pueden constituirse en patógenos.
- ✚ Verificar si el agua de riego, no es portadora de semillas de maleza que pueden repoblar rápidamente a las áreas desinfectadas.
- ✚ Determinar la causa de aparición de plantas “escobillas” y “cabezones”

## VII. RESUMEN

La técnica de vaporización se basa en la inyección de vapor de agua al suelo con el objetivo de elevar su temperatura y eliminar los microorganismos patogénicos y semilla de malezas allí presentes. El vapor es generado por una caldera y luego es enviado a unas tuberías enterradas en el suelo, las mismas que poseen orificios que permite la distribución del vapor, llegando a elevar la temperatura del suelo hasta los 100 grados centígrados.

La urgente necesidad de eliminar al Bromuro de Metilo (BrMe), ha permitido buscar alternativas a su uso, por lo que esta investigación planteó aplicar dosificaciones más bajas de BrMe, que las utilizadas normalmente por la finca de investigación (720, 500 y 250 kg/ha), enfrentado estos tratamientos a la desinfección de suelos por vaporización, sometiendo al suelo a dos exposiciones de tiempo (20 y 40 minutos).

La combinación de métodos físicos y biológicos, también encuentra espacio en esta investigación, ya que complementariamente a las desinfecciones físicas del suelo, se ensayaron diferentes niveles de compost y su interacción con inoculaciones de microorganismos benéficos (*T. harzianum* y *T. pseudokoningii*), aislados del mismo suelo de la finca, los cuales fueron propagados masivamente en condiciones de laboratorio, para luego ser aplicados tanto al suelo como a los bulbos sembrados.

El objetivo de esta investigación, fue evaluar a la vaporización, como una alternativa viable, para la sustitución del uso de BrMe en el cultivo de “Liatris” (*Liatris spicata*), la cual es una planta perenne de 1 a 1.5 m de altura y produce flores en espiga de color rojo, rosado o blanco, en el Ecuador su ciclo de cultivo total es de 16 – 18 semanas.

La presente investigación tuvo dos etapas, la primera, se centró al uso del vaporizador, su calibración y funcionamiento, también abarcó un estudio sobre la patología de bulbo de *Liatris*, encontrándose que este bulbo tolera un ataque moderado de *Fusarium* sp, mientras que a niveles superiores y con la asociación con *Verticillium* sp, se produce la pérdida de viabilidad del mismo; estudios preliminares desarrollados en laboratorio también fueron desarrollados en esta etapa, con el objeto de recolectar trascendental información muy útil en la siguiente etapa.

La segunda etapa se relaciona con las diversas actividades de campo, la implementación del ensayo, las evaluaciones realizadas a lo largo del ciclo de cultivo, los análisis físico-químicos y biológicos de suelo y compost realizadas en el laboratorio, todo lo cual permitió concluir que la vaporización es una alternativa viable al Bromuro de Metilo, esto debido a que no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos sometidos al BrMe y al vapor, para ninguna evaluación planteada.

### VIII. SUMMARY

The technique of vaporization is based in the grouting of the vapour in the ground with the purpose of increasing the temperature and eliminated the pathogenic micro organisms and the seeds of the weeds that are in there. The vapour is generated by the steam boiler and then it is send to a pipes that are berried in the ground, the seams that have an orifice that allow the distribution of the vapour and the current increase of the ground temperature until 100 centigrade

The urgency that we have is the elimination of the Methyl Bromide (CH<sub>3</sub> Br), it permit us to search some alternatives of his use. That is why this investigation establish the application of small doses of CH<sub>3</sub>Br, in relation with the normal amount that was used in the investigation farm (720, 500 y 2.50 kg/ha), facing this treatments with the vapour disinfection (20 and 40 minutes of exposure).

The combination of physic and biological methods, also have a place in this investigation, because in complement with the physic disinfection of the ground. There we made some testing in different levels of compost and their interaction with the beneficent micro organisms inoculation (*T. harzianum* y *T pseudokoningii*), isolated from the same ground of the farm. The ones that were massive disseminated in laboratory conditions, were applicable in the ground as in the corms planted.

The objective of this investigation was the evaluation of the vaporization like a viable alternative, for the substitution of the used of CH<sub>3</sub>Br in the culture of “Liatris” (*Liatris spicata*). This plant is an everlasting of 1- 1.5 m high and produces red, white, pink, flowers in spike, in Ecuador. The culture cycle is about 16-18 weeks.

This investigation had two phases. The first one is based in the use of the vaporizer, his calibration and function. This also cover the studies of the corm *Liatris* pathology. Discovering that this corm tolerated a moderated attack of *Fusarium* sp, mean while in superior levels with the association of *Verticilium* sp, it produces the lost of viability. Preliminary studies developed in the laboratory also were unroll in this phase with the objective to recollect transcendental information, that is useful in the next phase.

The second phase is related with the diversity activities in field, the implementation of the essay, the evaluations that were made during the culture cycle, the physics, chemistry and biological analysis on the ground and compost made in the laboratory. Everything allowed me to concluded that the vaporization is a viable alternative to the CH<sub>3</sub>Br, this is because we did not find some statistics differences between treatments that were submit to the CH<sub>3</sub>Br and the vapour, for any set up evaluation.

**IX. ANEXO**

**ANEXO 1: Ciclo de cultivo**



2 arados y 2 rastras



Desinfección con Vapor



Desinfección con BrMe



Compost



Formación de camas



Colocación de Malla



Siembra



Fase Vegetativa



Fase Floración



Cosecha



Poscosecha



Comercialización

**ANEXO 2: Síntomas del ataque de *Fusarium* sp, en el cultivo de *Liatris*.**

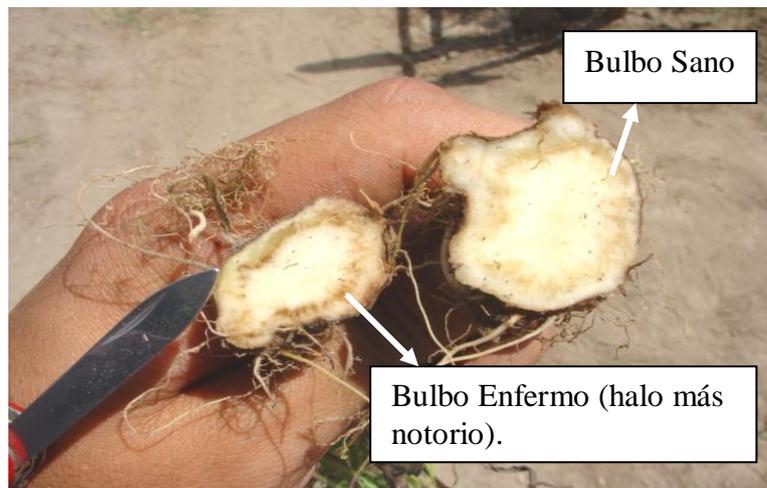


Poblaciones moderadas =  
Clorosis general de planta



Poblaciones altas con probable asociación con *Verticillium* sp. = muerte ascendente

**ANEXO 3: Síntomas del ataque de *Fusarium* sp., en bulbo de *Liatris*.**



Bulbo Sano

Bulbo Enfermo (halo más notorio).

**ANEXO 4: Desinfección de Suelos con BrMe**



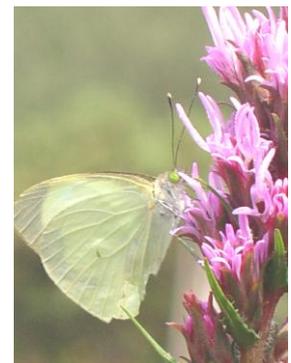
**ANEXO 5: Desinfección de Suelos con Vapor**



**ANEXO 6: Estados de apertura de Flor**



**ANEXO 7: Fotos de *Liatris spicata***



## X. BIBLIOGRAFIA

### Libros:

- \* AGRIOS G., 1995, FITOPATOLOGIA, Segunda edición. Editorial LIMUSA. 428 p
- \* FALCONI, C; 1998; FITOPATOLOGIA PRACTICA; Editorial EDIESPE. Sangolquí – Ecuador; p 38, 40, 51
- \* KUBICEK, C. HARMAN, G; 1998; TRICHODERMA AND GLIOCLADIUM; Volumen 1. basic biology, taxonomy and genetics; Press TAILOR AND FRANCIS; London. p. 10-53.
- \* PIZANO, M.; 2001; FLORICULTURA Y MEDIO AMBIENTE, producción de flores sin bromuro de metilo; Editorial Publicaciones de las naciones Unidas PNUMA. p.57-68.
- \* TOLEDO, A et al; 2000; VADEMECUM AGRICOLA; Editorial EDIFARM; Ecuador.

### Seminarios:

- \* AVILA B et al; 2004; COMPORTAMIENTO DE TRICHODERMA VIRIDE FRENTE A 21 FUNGICIDAS; I Seminario internacional y II nacional de control biológico; Abril; 82 p.
- \* GOMERO L et al; 2004; EFECTO DEL HONGO ANTAGONISTA *TRICHODERMA* SPP. EN EL CONTROL DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN SUSTRATO UTILIZADO PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PAPA; I Seminario internacional y II nacional de control biológico; Abril; 103 p.

### Revistas y Boletines Técnicos:

- \* CULTIVOS CONTROLADOS; 2001; EL CULTIVO DE LIATRIS DESTACA ENTRE LAS FLORES DE VERANO; Febrero; p 13 – 16.
- \* URBANO, E. et al; 2004; Boletín Técnico No. 1, DIAGNOSTICO DE LA PROBLEMÁTICA Y DETERMINACIÓN DE PATOGENOS PRESENTES EN LOS CULTIVOS DE FLORES DE VERANO; Proyecto Alternativas al Uso de Bromuro de Metilo en Ecuador; Quito – Ecuador; p 24 – 56.
- \* HERRERA, D. et al; Boletín Técnico No. 2, ALTERNATIVAS ORGANICAS PARA LA DESINFECCIÓN DE SUELOS EN EL CULTIVO DE “LARKSPUR” (*Consolida ambigua*); Proyecto Alternativas al Uso de Bromuro de Metilo en Ecuador; Quito – Ecuador; 64 p.

### Talleres:

- \* PIZANO M; 1999; ALTERNATIVAS AL BROMURO DE METILO EN LA FLORICULTURA COLOMBIANA; Taller de alternativas al usos de bromuro de metilo en el cultivo de flores en Costa Rica; p 23 – 32.

### Entrevistas:

- \* Abad, R; 2004; CULTIVO DE “LIATRIS” (*Liatris spicata*); Checa – Ecuador; Empresa GYPSO S.A.

### Internet:

- \* BROMURO DE METILO;  
<http://www.chasque.net/rapaluy/agrotoxicos/doc.html>
- \* ESTUDIO DE BROMURO DE METILO EN BABACO;  
<http://www.ingenieroambiental.com/new3informes/tabaco.htm>
- \* ¿ QUE ES EL BROMURO DE METILO ?  
[http://www.revistainterforum.com/espanol/articulos/artvegano\\_031801.html](http://www.revistainterforum.com/espanol/articulos/artvegano_031801.html)

\* LA ELIMINACIÓN DEL BROMURO DE METILO GENERARÁ MILLONARIAS PÉRDIDAS

<http://www.e-campo.com/sections/news/print.php/uuid.019F9F5E-D7CF-462B-B88E5AD91F678AE7>

\* FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD DE BROMURO DE METILO – Air liquide  
[http://www.airliquide.com/safety/msds/es/009\\_AL\\_ES.pdf](http://www.airliquide.com/safety/msds/es/009_AL_ES.pdf)

\* BROMURO DE METILO: USO Y RIESGOS EN EL VALLE DEL RIO BERMEJO, PROV. DE LA RIOJA.

[http://www.unt.edu.ar/fcsnat/INSUGEO/Libro\\_nro\\_13/29\\_mamani.htm](http://www.unt.edu.ar/fcsnat/INSUGEO/Libro_nro_13/29_mamani.htm)

\* SOBRE EL BROMURO DE METILO Y SU ELIMINACIÓN

<http://www.elsitioagricola.com/gacetillas/balcarce/bl20021129/bromuro.asp>

\* BROMURO DE METILO: SUSTITUCIÓN O DISMINUCIÓN DE SU CONSUMO

<http://agronomia.uchile.cl/departamentos/agroindustria/proyhort5.htm>

\* EL BROMURO DE METILO Y SUS ALTERNATIVAS

[http://www.infoagro.com/abonos/bromuro\\_de\\_metilo3.asp](http://www.infoagro.com/abonos/bromuro_de_metilo3.asp)

\* DIAGNÓSTICO Y POTENCIALIDADES DE LAS FLORES DE BULBO Y BULBOS EN LAS REGIONES IX Y X

<http://www.fundacionchile.cl/fc/flores/potencialidad.cfm>

\* LIATRIS

<http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://212.203.14.81/nedfern/www/photo/zim/Oliat.htm&prev=/search%3Fq%3DLiatris%2Bcallilepsis%2B%26hl%3Des%26lr%3D%26ie%3DUTF-8>

\* LA GIBERELINA (AG), COMO REGULADOR DE CRECIMIENTO EN LAS PLANTAS.

<http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/Agronomia/horticultura/propagacion/fitohormonas/klozano-resumen.htm>

\* PRODUCTION OF DRY MATTER AND EXTRACTION OF NITROGEN, PHOSPHORUS, POTASSIUM, CALCIUM AND MAGNESIUM IN *LIATRIS CALLILEPIS*<sup>1</sup>

[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-28072003000200008&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072003000200008&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

\* CULTIVO DE LIATRIS

[http://www.promer.cl/php/verpregunta.php3?cod\\_pregu=21&volver=2](http://www.promer.cl/php/verpregunta.php3?cod_pregu=21&volver=2)

\* CULTIVO DE LIATRIS \*\*

[http://www.agroandina.com/productos/flores\\_follajes/cuerpo\\_liatris.htm](http://www.agroandina.com/productos/flores_follajes/cuerpo_liatris.htm)

\* CULTIVARES DE LIATRIS

[http://www.urbanext.uiuc.edu/perennials\\_sp/blazingstar.html](http://www.urbanext.uiuc.edu/perennials_sp/blazingstar.html)

\* ALTERNATIVAS AL BROMURO DE METILO PARA LA DESINFECCIÓN DE SUELOS: VAPOR DE AGUA

[http://www.iicasaninet.net/noticias/2002/08/12-18/chi\\_brmet.html](http://www.iicasaninet.net/noticias/2002/08/12-18/chi_brmet.html)

\* VAPOR DE AGUA PARA DESINFECTAR SUELOS

[http://www.inta.gov.ar/tierrasana/info/documentos/pub\\_medios/ts018.htm](http://www.inta.gov.ar/tierrasana/info/documentos/pub_medios/ts018.htm)

Liatris

[http://www.agroandina.com/productos/flores\\_follajes/cuerpo\\_liatris.htm](http://www.agroandina.com/productos/flores_follajes/cuerpo_liatris.htm)

El bromuro de metilo y sus alternativas

[http://www.infoagro.com/abonos/bromuro\\_de\\_metilo3.asp](http://www.infoagro.com/abonos/bromuro_de_metilo3.asp)